

1er seminario

Actualización y futuro para lograr **LA SOBERANÍA Y SEGURIDAD ALIMENTARIA Y NUTRICIONAL EN LA REPUBLICA DOMINICANA**

Generación y Transferencia de Conocimiento y Tecnología



I Seminario:

ACTUALIDAD Y FUTURO PARA LOGRAR LA
SOBERANÍA Y SEGURIDAD ALIMENTARIA Y
NUTRICIONAL EN LA REPÚBLICA DOMINICANA:

GENERACIÓN Y TRANSFERENCIA DE
CONOCIMIENTOS Y TECNOLOGÍA

Rodríguez Peña, Carlos M., Francisco Roberto Arias Milla y Modesto Reyes (editores)

I Seminario: Actualidad y Futuro para lograr la Soberanía y Seguridad Alimentaria y Nutricional en la República Dominicana: Generación y Transferencia de Conocimientos y Tecnología

Editores:

Carlos M. Rodríguez Peña, Francisco Roberto Arias Milla, Modesto Reyes

Portada:

Carolina Pineda

Diagramación:

Rosa María López A.

ISBN:

978-9945-9484-1-7

Cómo citar este libro:

Rodríguez Peña, Carlos M., Francisco Roberto Arias Milla y Modesto Reyes (editores, 2024) Seminario Actualidad y Futuro para Lograr la Soberanía y Seguridad Alimentaria y Nutricional en la República Dominicana: Generación y Transferencia de Conocimientos y Tecnología. MESCYT, 258 pp

AGENDA

LUNES 29 DE NOVIEMBRE

Hora	Tópico	Responsable
4:00pm-5:00pm	Registro de participantes	MESCYT/MINPRE
5:00pm-5:10pm	Inicio de la Ceremonia Inaugural Himno Nacional Dominicano Presentación de la Mesa de Honor	Maestra de ceremonia
5:10pm-5:15pm	Palabras de Bienvenida	Franklin García Fermín Ministro de Educación Superior, Ciencia y Tecnología
5:15pm-5:20pm	Palabras de Motivación	Joel Santos Echavarría Ministro de la Presidencia
5:20pm-5:30pm	Discurso Principal	Su Excelencia, Honorable Señor Presidente de la República, Luis Abinader Corona (Espera de confirmación)
5:30pm-5:35pm	Lectura hoja de vida del Dr. Israel Ríos, Conferencista Magistral	Maestra de ceremonia
5:35pm-6:35pm	Conferencia Magistral (por confirmar)	Dr. Israel Ríos Oficial de Nutrición para la FAO
6:35pm-6:45pm	Preguntas y respuestas	Maestra de ceremonia
6:45pm-7:00pm	Brindis	

MARTES 30 DE NOVIEMBRE

Hora	Tópico	Responsable
8:00-9:00	Registro de participantes	MESCYT/MINPRE
9:00-9:25 a.m.	Inicio del Foro Mesas de Trabajo	Roberto Arias Milla
	Explicación de la metodología de trabajo	Modesto Reyes
9:25-9:50	Mesa 1: Soberanía y Seguridad Alimentaria y Nutricional de los estratos poblacionales dominicanos más vulnerables: Políticas, organización, y roles institucionales.	Presentación Coordinadores de Mesa 1
9:50-10:15	Mesa 2: Disponibilidad y acceso a los alimentos: producción, importación y procesamiento de alimentos.	Presentación Coordinadores de Mesa 2
10:15-10:40	Mesa 3: Análisis del impacto del cambio climático en las cadenas de producción, al uso y conservación de los recursos naturales (genéticos, forestales, edafológicos, y acuíferos) y a la producción de alimentos.	Presentación Coordinadores de Mesa 3
10:40-11:05	Foro 4. Mesa de trabajo: Organización institucional y capacidad para la generación y transferencia de tecnología.	Presentación Coordinadores de Mesa 4
11:05-11:30	Foro 5. Mesa de trabajo: Estrategias financieras, actuales y futuras, para la GYTAE, producción y procesamiento de alimentos para lograr incrementar la SSAN.	Presentación Coordinadores de Mesa 5
11:30-11:35	Explicación de Trabajo en Grupos	Carlos Ml. Rodríguez Peña
11:35 - 12:30 p.m.	Formación Grupos de Trabajo para discutir los resultados de cada mesa y hacer propuestas	MESCYT/MINPRE
12:30-1:30 p.m.	Almuerzo	
1:30-3:00 p.m.	Reunión de los grupos de trabajo para discutir las propuestas de las mesas. Entrega a los coordinadores generales	MESCYT/MINPRE
3:00-4:30 p.m.	Presentación de conclusiones de los grupos de trabajo. Discusión en plenaria.	Roberto Arias Millas
4:30-4:40 p.m.	Anuncio de los miembros del Comité Editorial. Lineamientos editoriales del libro.	Carlos Ml. Rodríguez Peña
4:40-4:50	Clausura del Seminario	Betty Soto Viñas Viceministra Desarrollo Social Genaro Rodríguez Martínez Viceministro de Ciencia y Tecnología
4:50-6:00	Brindis y despedida	

PRESENTACIÓN

Cuando una administración entiende el papel que le toca jugar, debe actuar en consecuencia para que su accionar contribuya con el desarrollo de las áreas que impacta para que se traduzca en bienestar de la población y en desarrollo del país. Coherente con ese accionar, esta administración entiende que su papel en el desarrollo de la CyT toca todas las aristas del quehacer nacional. Una muy sensible es la seguridad y soberanía alimentaria y nutricional.

Las crisis sanitarias y bélicas constituyen amenazas fuertes a la producción de alimentos, para una soberanía alimentaria y nutricional que asegure la comida inocua y nutritiva a cada ciudadano de República Dominicana. Con el fin de abordar el problema, el MESCYT, a través de su Viceministerio de Ciencia y Tecnología, organizó el I SSAN, que se celebró los días 29 y 30 de noviembre de 2022. Para ello, involucró a todos los sectores que inciden en el agro, desde los productores hasta el sector financiero, así como procesamiento y venta de los rubros.

Por ser la institución rectora de la ciencia, tecnología e innovación, impacta todas las instancias nacionales, directa o indirectamente. Se convocó a los representantes del Sistema Nacional para la Soberanía y Seguridad Alimentaria y Nutricional (SINASSAN), a las IES, centros de investigación y la banca con incidencia en el agro, Consejo Dominicano de Pesca y Acuicultura (CODOPESCA), Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF), Consejo Nacional de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (CONIAF), Ministerio de Salud Pública, Instituto Nacional de Bienestar Estudiantil (INABIE), Instituto de Nutrición de Centoramérica y Panamá (INCAP), Organización Panamericana de la Salud (OPS), Sociedad Dominicana de Nutrición Clínica y Metabolismo (SODONUCLIM), SUPÉRATE, Ministerio de Agricultura, Secretaría Técnica Para La Soberanía y Seguridad Alimentaria y Nutricional (SETESAN); Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO); Programa Mundial de Alimentos (PMA); ; Pro Consumidor; Ministerio de Industria y Comercio y MiPymes (MICM); Instituto Nacional De Atención Integral a la Primera Infancia (INAPI); Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social; Universidad Nacional Evangélica (UNEV); Universidad Federico Henríquez y Carvajal (UFHEC), Campus Moca; Universidad Católica del Cibao (UCATECI); Ministerio De La Mujer (MMUJER); Universidad Autónoma de Santo Domingo (UASD), Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña (UNPHU), Banco Mundial (BM), Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MMARN)...

Representantes de estas instituciones se organizaron en mesas de trabajo y, en varias ocasiones se reunieron para discutir los temas que correspondían a cada una de estas; redactaron un documento con los planteamientos y recomendaciones de los tópicos analizados, y luego expusieron sus resultados durante los encuentros del I SSAN. Escucharon las opiniones de todos los participantes del seminario, y luego razonaron e incorporaron las recomendaciones de los expertos de cada uno de los sectores participantes. Dadas estas características, toda esta información sirve de base para las políticas a aplicar para lograr producción de alimentos de calidad, que implique facilidades para producirlo, agregar valor y financiación, de modo que asegure la seguridad y soberanía alimentaria y nutricional. El accionar académico y administrativo se refleja en el capítulo IX, SISTEMA UNIVERSITARIO DE INTEGRACIÓN CIENTÍFICA-TECNOLÓGICA AGROALIMENTARIA Y FORESTAL

(SUICTAF), iniciativa en la que ha venido trabajando este Ministerio para beneficio de esa meta, asegurar comida de calidad (nutritiva, inocua y en cantidad suficiente), accesible a toda la población dominicana.

Dr. Franklin García Fermín

Ministro

PALABRAS DEL MINISTRO DE LA PRESIDENCIA

El Ministro de la Presidencia, Joel Santos, habló acerca de las Políticas de Innovación del gobierno del presidente Luis Abinader. Que se puede resumir en: El país ha respondido al reto para aprovechar bondades tecnológicas digitales al mismo tiempo que adopta la cultura innovadora para el desarrollo de competencias en las personas. Con esto, se pretende mantener activa una línea de acción que cumpla con los indicadores de la agenda 2030 de desarrollo en los próximos diez años. Esto es, Impulsar el Sector Agroindustrial en la economía digital y fomentar una Agricultura y ganadería 4.0 para adoptar tecnologías de seguridad productiva de los agricultores. Señaló que la estandarización de los procesos clave del Ministerio Agricultura, es parte del programa burocracia cero. Destacó que otro instrumento de articulación de las políticas de innovación 2030, es una estrategia para impulsar la cultura de innovación en el país, que significa talento humano, gobernanza efectiva e inversión; además, acciones de fomento a la propiedad intelectual para el sector agrícola para apoyo al mismo. Fortalecer al IIB, el FEDA, el apoyo del MESCYT a la investigación, para la promoción de innovación tecnológica y al sector turismo para generar producción en la agropecuaria. Inversión en seguridad alimentaria. Romper paradigmas de innovación y tecnología para transformar la economía, incluyendo el sector agropecuario, para que el desarrollo sea inclusivo y sostenible. Se compromete a poner todo el empeño de su Ministerio para el desarrollo de la agropecuaria de modo que repercuta en beneficio de las presente y futuras generaciones. Estas palabras fueron pronunciadas durante el desarrollo del programa del XXIII Encuentro Nacional de Líderes del Sector Agropecuario (08 de septiembre de 2022), organizado por la Junta Agroempresarial Dominicana (JAD).

AGRICULTURA, VISIÓN CRÍTICA DE LA ACTUALIDAD Y HACIA EL FUTURO

Para la agricultura, las condiciones ambientales son críticas, entre estas se incluyen, el suelo, las temperaturas, la luz, el aire, el agua (la humedad del suelo), la interacción con otros seres vivos, entre otras. Quien cultiva el campo, sabe que es así.

Desde los primeros asentamientos humanos, cuando evolucionan a cazador-recolector y agricultor, hace unos 11k años, se generaron cambios en el régimen alimentario, aparecieron nuevas enfermedades y se progresó a entender que las necesidades fundamentales de los seres humanos inician con una buena alimentación, techo, educación, derechos humanos y un trabajo digno.

Han ocurrido variaciones en los ciclos del agua, períodos estables de lluvia y sequía, que se tornan extremos con inundaciones y largos períodos de sequía, tormentas de frío con nevadas extremas, tornados y huracanes más frecuentes, etc.

Preocupados por estas condiciones que ponen en riesgo la soberanía y seguridad alimentaria y nutricional de la población, el MESCYT decidió realizar eventos que provoquen reacciones en todos los sectores que inciden en la producción de alimentos, a que hagan posible la interacción entre especialistas del sector agroalimentario, productores, tecnólogos de alimentos, comerciantes, educadores, investigadores, técnicos y extensionistas.

Como institución rectora de la educación superior, ciencia y tecnología, en el ámbito que cubre este libro, se refleja en el papel catalizador de la formación de recursos humanos con mayor calidad y al más alto nivel, para un ejercicio profesional con las competencias requeridas para un desempeño sobresaliente, y fomentar el desarrollo de la ciencia y la tecnología, mediante la investigación de problemas del país que contribuyan con una mejor calidad de vida y con artículos científicos y patentes capaces de competir internacionalmente, que en conjunto genere transferencia de conocimiento y tecnología que hagan posible la innovación de base científico-tecnológica.

Este libro es el resultado del I Seminario: Actualidad y Futuro para lograr la Soberanía y Seguridad Alimentaria y Nutricional en la República Dominicana: Generación y Transferencia de Conocimientos y Tecnología, celebrado los días 13 y 14 de octubre de 2022, y recoge las presentaciones de las cinco mesas de trabajo sobre el tema erigidas al respecto. Cada una de estas mesas estuvo integrada por especialista y personas con incidencia en el área de los tópicos a discutir en cada una, en ese sentido, las mesas se estructuraron en base a temas que van desde aspectos característicos de soberanía y seguridad alimentaria y nutricional de todos los estratos poblacionales dominicanos, desde perspectivas políticas, organización, y roles institucionales; que haya disponibilidad y acceso a los alimentos con producción, importación y procesamiento de alimentos.

Análisis del impacto del cambio climático (CC) en las cadenas de producción, de cara a la conservación de los recursos naturales, al desarrollo sostenible de los recursos naturales, para lograr soberanía y seguridad alimentaria y nutricional. Estructura institucional y capacidad del sistema nacional de investigaciones agropecuarias y forestales-SINIAF. Todo lo anterior debe contar con las estrategias y perspectivas financieras, que contemplen la generación y transferencia de tecnología,

agroalimentaria y forestal, para la producción y procesamiento de alimentos que permita incrementar la seguridad y soberanía alimentaria y nutricional.

Estas mesas constituyen los capítulos 4 a 8, ya que los tres primeros corresponden a los capítulos introductorio, primera y segunda conferencias magistrales. Los últimos dos capítulos corresponden al SUICTAF y las conclusiones del Seminario.

Genaro Rodríguez Martínez

Viceministro de Ciencia y Tecnología

CONTENIDO

Introducción	13
Capítulo I.- introducción, de contextualización, conceptualización y organización del evento, método trabajos seminario.....	19
Capítulo II.- producción de combustibles sostenibles de avión: balance delicado entre beneficios económicos y ambientales (conferencia magistral) Robert J. Macias, Aidan Garcia, Manuel García-Pérez	72
Capítulo III.- conferencia magistral Arturo Bisonó	88
Capítulo IV.- Mesa 1: soberanía y seguridad alimentaria y nutricional de todos los estratos poblacionales dominicanos, políticas, organización, y roles institucionales.....	89
Capítulo V.- Mesa 2: Disponibilidad y acceso a los alimentos: producción, importación y procesamiento de alimentos.....	109
Capítulo VI. - Mesa 3: Análisis del impacto del cambio climático (cc) en las cadenas de producción, y al uso y conservación de los recursos naturales (genéticos, forestales, edáficos, y acuíferos) soberanía y seguridad alimentaria y nutricional.....	132
Capítulo VII.- Mesa 4: Organización institucional y capacidad del sistema nacional de investigaciones Agropecuarias y Forestales-SINIAF	146
Capítulo VIII.- Mesa 5: Estrategias financieras, actuales y futuras, para la generación y transferencia de tecnología, agroalimentaria y forestal (GYTTAF), producción y procesamiento de alimentos para lograr incrementar la seguridad y soberanía alimentaria y nutricional (SSAN).....	165
Capítulo IX.- Sistema universitario de integración científica-tecnológica agro-alimentaria y forestal.....	192
Capítulo X.- Discusión y conclusiones generales	208
Directorio	235
Indice	238

INTRODUCCIÓN

El calentamiento global y el cambio climático, la situación mundial de la sindemia (pandemia más el conjunto de enfermedades simultáneas) de la Covid-19, causada por el virus SARS Cov-2 (ver Rodríguez-Peña et al., 2023) y el conflicto bélico en Ucrania con Rusia, además de todos los problemas propios de cada país y región del mundo, constituyen una alarma que plantea enormes retos por la magnitud de las situaciones a resolver para impedir una crisis en la seguridad y soberanía alimentarias y nutricional mundial. Ante panoramas como este, es imprescindible considerar cómo afrontar estos problemas, de modo que minimicen su impacto en la población.

En las convocatorias FONDOCYT 2020-2021 y 2022, se aprobaron 37 proyectos que impactan directa o tangencialmente la seguridad y soberanía alimentaria, por un monto de RD\$... Entre 2005 y 2018 fueron aprobados (Rodríguez Peña, 2020), 133 proyectos por un monto de RD\$871,546,358.00 y en 2019 se aprobaron 32 proyectos en seguridad alimentaria, producción sostenible, biotecnología y recursos genéticos. Una retrospectiva histórica del apoyo de MESCOT-FONDOCYT a seguridad y soberanía alimentaria (Gómez Ramírez et al., 2020).

La soberanía, seguridad alimentaria y nutricional (SSAN) se han venido abordando por sectores público y privado, ha habido iniciativas para plantear el problema y, al mismo tiempo, proponer estrategias de solución. Varios eventos, *e.g.*, XXIII Encuentro Nacional de Líderes del Sector Agropecuario, organizado por la Junta Agroempresarial Dominicana (JAD, 08 de septiembre de 2022) reunió a productores de subsistencia, pequeños, medianos y grandes, junto a científicos, técnicos del área y funcionarios del más alto nivel para discutir el estado actual, las aplicaciones de nuevas tecnologías, educación, agregar valor a los rubros del agro y su comercialización, como forma de ser autosuficiente como nación que tiene el compromiso de garantizar alimentos nutritivos a 11,000,000 de habitantes, unido a los 10 millones de turistas que nos visitan y a gran parte de la población de la República de Haití, para un total superior a los 27 millones de seres humanos.

Durante el desarrollo del programa de este evento de la JAD:

1. El ministro de la Presidencia, Joel Santos, habló acerca de las Políticas de Innovación del gobierno del presidente Luis Abinader. Que se puede resumir en: El país ha respondido al reto para aprovechar bondades tecnológicas digitales al mismo tiempo que adopta la cultura innovadora para el desarrollo de competencias en las personas. Con esto, se pretende mantener activa una línea de acción que cumpla con los indicadores de la agenda 2030 de desarrollo en los próximos diez años. Esto es, Impulsar el Sector Agroindustrial en la economía digital y fomentar una Agricultura y ganadería 4.0 para adoptar tecnologías de seguridad productiva de los agricultores. Señaló que la estandarización de los procesos clave del Ministerio de Agricultura, es parte del programa burocracia cero. Destacó que otro instrumento de articulación de las políticas de innovación 2030, es una estrategia para impulsar la cultura de innovación en el país, que significa talento humano, gobernanza efectiva e inversión; además, acciones de fomento a la propiedad intelectual para el sector agrícola para apoyo al mismo. Fortalecer al IIBI, el FEDA, el apoyo del MESCOT a la investigación, para la promoción de innovación tecnológica y al sector turismo para generar producción en la agropecuaria. Inversión en seguridad alimentaria. Romper paradigmas de

innovación y tecnología para transformar la economía, incluyendo el sector agropecuario, para que el desarrollo sea inclusivo y sostenible. Se compromete a poner todo el empeño de su Ministerio para el desarrollo de la agropecuaria de modo que repercuta en beneficio de la presente y futuras generaciones.

2. La Dra. Rhia Hulsman (Universidad de Wageningen, Holanda), habló acerca de Tendencias Innovadoras Wageningen research (WUR) para una agricultura sostenible. Hay pocos jóvenes en el sector agrícola. Explorar el potencial de la naturaleza para mejorar la calidad de vida. Función de la luz del sol en la fotosíntesis y detección del estrés en WUR es comparable con IDIAF, han hecho un convenio para fortalecer la investigación que va de la fundamental a la aplicada. StarLife, apoyado por Wageningen para desarrollar productos mediante un proyecto empresarial hacia el mercado. Base de investigación en producción de alimentos y de residuos de plantas, además de los recursos naturales y medioambiente. Desafíos globales, agricultura, medioambiente y alimento (cambio climático, biodiversidad), los polinizadores y el ambiente. Nutrición y salud, en 2017 el 11% de la población mundial estaba desnutrida, aunque en República Dominicana era un 7%. Las estadísticas mundiales arrojan un balance de 151 millones de niños desnutridos. El sobrepeso es otro problema y se estima que 25% de los latinoamericanos están con esta condición, lo cual refleja una situación aguda en la nutrición a la que se tiene el compromiso de prestarle atención.

Los desafíos globales son retos de Wageningen para generar conocimiento y buscar innovaciones. Hacer transiciones en alimentación (agua, agricultura, digitalización, etc.) y fomentar la producción circular y climatización neutra. Es preocupante que una tercera parte de los alimentos producidos se pierde. Está documentado que en Europa se da en el consumidor mientras que en América Latina ocurre más del productor al consumidor; esto último tiene que ver con la cadena de frío, entre otras cosas. Agricultura circular, procesados para la comida de las personas, el uso de estiércol como abono en las parcelas. En Colombia, se estima que un 15-20% del banano rechazado se usa para extraerle almidón y transformarlo en bioplásticos, además de que puede tener aplicaciones en el sector ganadero. En torno a la producción primaria, los temas del clima van a tener mayor incidencia. Dada la escasez de tierra, el cultivo de algas es una alternativa para la alimentación humana, lo que implica transiciones que incluyen a la naturaleza e involucran sistemas agroforestales y agroecología.

3. Frits van Evens (Univ Wageningen), resaltó que la agricultura es más que comida, que es más sostenible con uso de agricultura de precisión y su crecimiento tiene más personas trabajando que en toda la historia de la humanidad. Puso como ejemplo la producción de papa. Habló sobre la erosión por arado de la tierra y pérdida de la biodiversidad. Señaló que, para una agricultura más sostenible, es necesario tomar en cuenta la agroecología y la agricultura de precisión (usar ambas por cuanto los restos son muy grandes). Para el sistema de agricultura de precisión, es necesario usar los datos levantados con el uso de drones, lo que repercute en la reducción del uso de pesticidas y reduce los riesgos de infecciones que dependen de las propiedades del cultivo. Explicó que hay dificultades de aplicación de su sistema en Bangladesh, lo cual se debe a problemas tecnológicos. Hay que obtener y procesar información del sistema, usar Digital Twin y Robótica, además de que están al tanto y actúan en consecuencia en torno a las nuevas tecnologías esperadas en los próximos años, que ayudarán a suplir la carencia de recursos humanos para la agricultura en Europa. Es necesario ampliar el uso de la AI con software adecuados para la misma, lo cual va de la mano con el uso de herramientas mecánicas adecuadas a los cambios que se produzcan. También habló del uso de láser para cortar las hojas dañadas.

El Instituto Tecnológico de Santo Domingo (INTEC), organizó dos encuentros sobre inocuidad, con el fin de evitar la morbilidad y mortalidad por consumo de alimentos contaminados con químicos y microorganismos. Se trata de:

- “Simposio Inocuidad Alimentaria, Pieza Clave para Evitar la Morbilidad y Mortalidad Mundial” (junio de 2022).
- “Simposio Inocuidad Alimentaria” (18 de agosto de 2022), con la conferencia central a cargo del Dr. Luis Maroto, y el panel “Situación de la Inocuidad Alimentaria”, moderado por el Dr. Edian Franklin Franco, en el cual participaron como panelistas Pedro de Padua (Representante de la Dirección General de Medicamentos, Alimentos y Productos Sanitarios); María Núñez (Coordinadora Sectorial de Facilitación Comercial y Logística del Consejo Nacional de Competitividad); Francis Herrera Sánchez (Director del Departamento de Inocuidad Alimentaria del Ministerio de Agricultura). .

Se cuenta con agricultura de precisión, ecológica, en ambiente protegido, en ambiente controlado (en furgones con iluminación artificial propia) que requiere la aplicación de nuevas tecnologías, ya existentes. Esto amerita garantizar inocuidad de los alimentos (cadena de transporte y de frío, que no contengan elementos químicos ni compuestos nocivos), nutricionalmente apropiados y con buen sabor.

Tomando en cuenta la preocupación y el interés mostrado por amplios sectores del país, el MESCYT y el Ministerio de la Presidencia, a través de la Secretaría Técnica para la Soberanía y Seguridad Alimentaria y Nutricional (SETESSAN), con el apoyo de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y del Programa Mundial de Alimentos (PMA), se ha organizado este Seminario con participación activa y comprometida de representantes de instituciones gubernamentales, la academia, productores, organismos de cooperación internacional y de la salud.

LITERATURA CITADA

- Gómez Ramírez, P. F., Incháustegui, S. J., y Rodríguez Peña, C.M. (2019). *Apuntes sobre Ciencia e Investigación Científica en República Dominicana: Génesis y Evolución del Fondo Nacional de Innovación y Desarrollo Científico y Tecnológico (FONDOCYT) 1998-2018*. Santo Domingo, MESCYT, 382pp.
- Rodríguez Peña, C.M. (2019) CAPÍTULO IV Biotecnología, Recursos Genéticos, Producción Sostenible, y Seguridad Alimentaria, pp95-111. En: Ramírez, P. F., Incháustegui, S. J., y Rodríguez Peña, C.M. (2019). *Apuntes sobre Ciencia e Investigación Científica en República Dominicana: Génesis y Evolución del Fondo Nacional de Innovación y Desarrollo Científico y Tecnológico (FONDOCYT) 1998-2018*. Santo Domingo, MESCYT, 382pp.
- Rodríguez Peña, Carlos M., Sixto J. Inchaustegui, Modesto Cruz, Leandra Tapia y Francisco Roberto Arias Milla (editores) (2023). *Simposio Internacional Investigación y Soluciones Científicas en Tiempos de Crisis. Covid-19 y Más Allá: Seguridad Alimentaria, Salud, Educación, Medioambiente y Economía*. MESCYT, 258pp.

MÉTODO DE TRABAJO

ANTES, DURANTE Y HASTA LA PUBLICACIÓN DEL LIBRO

1. Redacción de nota conceptual
2. Discusiones SSAN
3. Integración de los participantes en cada mesa
4. Organización tópicos por mesa
5. Selección de los coordinadores por mesa
6. Reunión para inicio de los trabajos en cada mesa
7. Trabajos en cada mesa
8. Los coordinadores realizan reuniones de planteamiento y discusión de tópicos de competencia de cada una de las mesas
9. Reunión de medio término para determinar el estatus de los trabajos por mesa, previo al seminario
10. Solicitud, a los coordinadores, de los avances en las labores propias de sus mesas
11. Compilación de los resultados de los trabajos de las mesas
12. Redacción lineamientos editoriales
13. Selección Comité Editorial
14. Devolución a los coordinadores de los capítulos redactados en cada mesa para adecuarlos a los lineamientos editoriales
15. Los coordinadores introducen los cambios en los documentos y los remiten al MESCyT
16. Se introducen los cambios finales
17. Se realiza la revisión de la versión final del documento del libro
18. Diagramación del libro
19. Envío a imprenta

RUTA CRÍTICA PARA LA PUBLICACIÓN DEL LIBRO SSAN



Se selecciona el Comité Editorial, que elabora, discute y adopta la línea editorial del libro; esto es, establecer Redacción, extensión de documento, citas, tablas, figuras, bibliografía. En un plazo de 15 días los coordinadores revisaron y adecuaron los documentos producidos a la línea editorial trazada, al cabo de los cuales remitieron el documento correspondiente al Comité Editorial. Se recibe y, en base a estos reportes, a todo el historial del SSAN y con una búsqueda exhaustiva de literatura especializada en el tema, se redactó la Introducción, el procedimiento seguido, la estructura del SUICTAF y las conclusiones y recomendaciones. El borrador del libro se socializó con los autores para revisión del reporte final, con un plazo de 15 días para que todos los autores y coordinadores del evento revisaran y remitieran consideraciones puntuales al MESCyT. Estas correcciones se introducen al borrador final y se envía para diagramación y eventual impresión.

En la organización del libro, los coordinadores, los nombres de los miembros de las mesas, así como todos los participantes en el proceso, talleres-reuniones-seminario, aparecerán en cada capítulo en que colaboraron, y el público en general en los agradecimientos con una reseña general de su papel en este esfuerzo en favor de la Seguridad y Soberanía Alimentaria y Nutricional de República Dominicana.

Estrategia post publicación:

- El libro será colgado en las páginas de los Ministerios involucrados y en ResearchGate. Todos los participantes podrán hacer lo propio en los portales de sus respectivas instituciones.
- Enviar libro a expertos en SSAN para que realicen revisiones críticas de este y lo publiquen en revistas científicas locales e internacionales.

Se abrirá, en la Revista Educación Superior, Ciencia y Tecnología del MESCyT, la oportunidad de dedicar uno o dos números a discutir las propuestas por parte de cualquiera de los participantes, quienes podrán utilizar esta como un foro para enriquecer y dinamizar los aportes de este Seminario en una publicación. Cada experto podrá escribir su parecer, si considera que no se recogió del todo con énfasis en lo que, a su entender, se debe ampliar y recoger como recomendación adicional. Para esto habrá concurso para seleccionar un editor invitado de cada número de la revista que se dedique a esto.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN, DE CONTEXTUALIZACIÓN, CONCEPTUALIZACIÓN Y ORGANIZACIÓN DEL EVENTO, MÉTODO TRABAJOS SEMINARIO

Carlos Ml. Rodríguez Peña

Dirección de Investigación en Ciencia y Tecnología

Viceministerio de Ciencia y Tecnología

Ministerio de Educación Superior, Ciencia y Tecnología ((MESCyT)

carlosrguez96@gmail.com crodriguez@mescyt.gob.do

Hablar de soberanía y seguridad alimentaria y nutricional pone sobre el tapete la necesidad de conocer la forma en que el ser humano inicia el proceso de nómada a sedentario. Con este proceso, se pasa a usar componentes locales de la biodiversidad que obligaban a conocerla mejor para poder sobrevivir y determinar lo que se podía comer en ese ambiente, además del uso de otros recursos bióticos y no bióticos. En todo lo que esto signifique para ese lapso, debió mediar un período de exploración del entorno para dominarlo, conociendo sus fortalezas y debilidades, siempre tomando en cuenta que la disponibilidad de agua constituía un factor crítico para la supervivencia. Esto dio paso a la economía agrícola, porque se pasó de cazador-recolector a agricultor, lo cual implicó nuevos retos.

La agricultura, del latín *agri* (campo) y *cultūra* (cultivo), el arte de cultivar la tierra tiene como objetivo principal producir alimento para los humanos y animales domésticos y materia prima para la industria que procesa material orgánico con diversos fines. Se puede decir que la agricultura se ocupa de buscar mecanismos biotecnológicos que hagan posible mejorar la capacidad de sostenimiento del sistema porque hay que aumentar los nutrientes del suelo, y modificar el efecto de los depredadores. Esto se logra modificando el material genético de los organismos vivos y conociendo y protegiendo a los polinizadores, entre otras cosas. Con nuevas variedades, fruto de cruces y modificación de la composición genética, se ha hecho posible el cultivo en ambientes con condiciones que no lo permitían en las denominadas variedades resistentes.

El ser humano comenzó a modificar la composición genética de las poblaciones de organismos vivos usados como alimento acudiendo a la selección artificial con el propósito de obtener más y mejores productos. Sin embargo, para lograr los resultados deseados, este proceso requiere de muchas generaciones. Desde finales del siglo pasado, la biotecnología ha permitido hacer modificaciones del ADN. La técnica CRISPR (repeticiones palindrómicas cortas agrupadas y regularmente interespaciadas), se basa en un mecanismo para edición de genes, descubierto en 1987 por Ishino et al. (1987), Ishino et al (2018) y Mojica (1993) en una especie de microorganismo del grupo Archaea; luego, con los estudios de la proteína cas9 hizo merecedoras del Premio Nobel de Química (2020) a la estadounidense Jennifer Doudna y la francesa Emmanuelle Charpentier.

También, hay que señalar el uso de pesticidas para controlar los enemigos de esas especies o variedades y para la reducción de competencia intra e interespecífica. Un punto relevante en la producción de alimentos es que estos deben ser inocuos, de modo que no comprometan negativamente la salud de quienes los consumen, tomando en cuenta el principio de que “si no es inocuo no es alimento”.

El origen de la agricultura y la ganadería constituyó un nuevo reto ante cambios sustanciales en el estilo de vida, que fue adoptado independientemente por varios grupos humanos en diferentes partes del planeta. Para explicar sus inicios Gibaja et al (2021) manejan tres hipótesis, que no están en competencia porque no son mutuamente excluyentes:

- A. El aumento en la población generó una densidad poblacional, en un tiempo y condiciones dadas, que trajo como consecuencia una crisis alimentaria.
- B. Cambios considerables en el clima, debido a que la tierra se calentaba, generaron limitaciones en los recursos disponibles en las poblaciones cazadoras-pescadoras-recolectoras.
- C. Estas comunidades llegaron a tener un dominio tan amplio del ambiente y el desarrollo tecnológico y social de ese momento, que les permitió iniciar cambios significativos para establecerse en los lugares en donde lo hicieron.

En este punto, se debe destacar que Crawford (2011) considera que la amplia perspectiva que manejamos de la agricultura es eurocéntrica, así como también rechaza la dicotomía cazador-recolector agricultor. Este señalamiento induce a explorar todo el globo terráqueo y establecer que los cambios sociales y de alimentación no fueron simultáneos en este, aunque hay características similares y, en principio, se domesticó lo que estaba en el entorno más “cercano” de los sitios elegidos para establecerse. Esto varió con las rutas comerciales y la colonización para dominar otras regiones del planeta.

Para entender los eventos de la vida en la Tierra, es necesario que recordemos que la referencia a que alude la comunidad científica tiene que ver con:

1. los acontecimientos propios de la Tierra, la geología y la paleontología, y
2. las huellas del ser humano sobre el planeta.

Para los acontecimientos en la Tierra, hace unos 4,500 millones de años (Fig I-1), los astrónomos, geofísicos, geólogos y paleontólogos, registran desde la formación (las eras geológicas, comparan lo que ocurre en el cosmos con lo observado aquí) y los registros fósiles del planeta, hasta la actualidad, así como las hipótesis del futuro que le espera al planeta con los eventos que se están produciendo, como el caso del fraccionamiento de África oriental (Fig. I-2). La grieta que se ha generado ha servido de base especulativa sobre un nuevo continente y océano dentro de 200 a 250 millones de años. Los geólogos han postulado la hipótesis de una nueva Pangea, cuando las placas tectónicas se reagrupen y formen un supercontinente, debido a la deriva continental propuesta por Alfred Wegener (1880-1930) en 1912 en una conferencia en la Sociedad Geológica de Alemania, Frankfurt. Esto es, que después de 450-500 millones de años del inicio de la separación mediante la deriva continental de las placas tectónicas que generaron la separación de la última Pangea en continentes e islas, las masas de tierra se volverán a unir formando otro supercontinente.

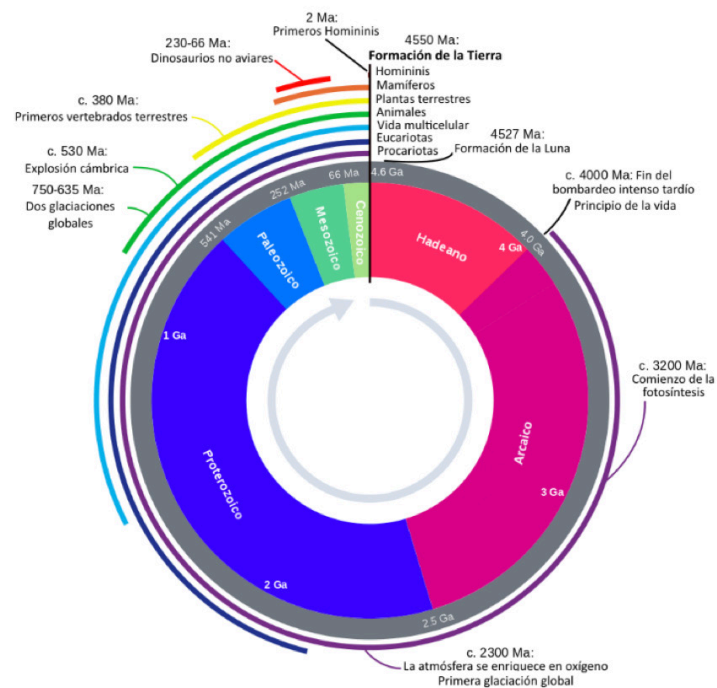


Figura I-1.- Eras geológicas. Se destaca el origen de los Homininis hace unos 2 millones de años (https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Geologic_Clock_with_events_and_periods.es.png consultado el 10 de abril de 2023).

La grieta de África, que incluye la falla geológica de Kenia (Fig I-2), requiere más estudios por cuanto la separación no se explica mediante terremotos, en cuyo caso una porción de terreno quedaría más alta que la otra. Como están al mismo nivel y no se ha producido un fuerte sismo, esto tiene otra explicación.

Las huellas de Hominini se remontan a unos 2.5 millones de años, sin embargo, el ser humano alcanza su fisonomía actual hace unos 200k años. Su incidencia se hizo más patente después del final de la última glaciación, hace unos 13,000 años, porque sus nuevas actividades implicaron otro nivel de impacto en la naturaleza. Laurantou et al (2010) reportan que, el final de la última glaciación se debió al incremento de 80µatm de CO₂ en la atmósfera. Aproximadamente 50 µatm se atribuye a los eventos HA1, hace entre 17.5 y 14.6 mil años, y 30 µatm durante el YD, hace entre 12.9 y 11.7 mil años (Kubota et al., 2014). HA1 y YD se refieren a las escalas paleoclimatológicas Heinrich Stadial 1 y Younger Dryas, respectivamente. Este CO₂ se había acumulado en las profundidades de los océanos antes de emerger a la superficie.

Con este calentamiento hubo derretimiento de glaciares, que provocó una subida considerable en el nivel del mar, mayor disponibilidad de agua dulce y los animales de las tierras altas y enormes llanuras encontraron gramíneas que contribuyeron al aumento de la capacidad de sostenimiento para sus poblaciones. Concomitantemente, varias poblaciones humanas empezaron a agruparse en comunidades de larga duración y explotaban granos silvestres de manera sistemática con el que producían nuevas variedades de alimentos que derivó en una amplia domesticación de plantas y animales (Wells y Stock, 2020). Es importante resaltar que, estudios arqueobotánicos realizados en el yacimiento

de Shubayifa al noroeste de Jordania, reflejan que se producía pan hace unos 14,400 años, mucho antes de inicios de la agricultura (Arranz-Otaegui et al., 2018). La estructura y composición de este fue estudiada al microscopio electrónico de rastreo, y se encontró que este se hacía con harina de granos silvestres de cebada, trigo y centeno, sin levadura (ácimo).

Se entiende por domesticación al proceso mediante el cual el ser humano llega a controlar la reproducción y sobrevivencia de otros seres vivos, sean estos Eukarya-Plantae, Fungi y Animalia (Solbrig y Solbrig, 1994; Zeder, 2015 y Eguiarte et al., 2018) Archaea o Bacteria, lo cual ocurrió primero en los macroorganismos y luego en los microorganismos. No hubo conciencia de la domesticación de



Figura I-2.-África Oriental, se muestra la falla geológica de Kenia (líneas intermitentes) y el límite de la placa (línea continua) -https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Great_Rift_Valley_map-fr.svg creative common 9 de abril de 2023.

microorganismos fermentadores hasta después que Leewenhoeck (finales siglo XVII) los descubriera y luego de los trabajos de Pasteur en 1856 y Korschelt en 1878 (ver Mannaa et al., 2021).

Boivin et al (2016) denominan construcción del nicho humano al impacto más reciente de esta especie sobre el ambiente, el cual continúa en la actualidad e implica fluctuaciones en la capacidad de sostenimiento del sistema tanto para las poblaciones humanas como para las de los seres vivos que ha domesticado. La frase “construcción del nicho humano” se refiere al entendimiento de los cambios antrópicos globales desde el Pleistoceno (hace 2.6 millones a 12 mil años), o impacto del hábitat, hasta la actualidad. Esta aporta nueva evidencia acerca de la transformación temprana de la biosfera llamada a influir en las discusiones sobre la formalización del Antropoceno (término usado en el año 2000 por Paul Crutzen, premio Nobel de Química 1995, y en torno al cual no hay consenso de los últimos 12 mil años).

Antes de adentrarse en la intensificación de la agricultura o economía agropecuaria, resulta relevante hablar del uso de la tierra en el planeta Tierra. Ellis et al.(2013) discuten sobre este uso desde hace 8,000 años, basados en dos modelos: a) HYDE (Goldewijk et al., 2011) que consideran omite la intensificación bajo el supuesto que el uso per cápita de la tierra permanece constante en el tiempo, muy similar al patrón de 1961 dC, el primer año que la FAO dispone de estadísticas mundiales de utilización de esta; plantean que, antes de 1750, el uso de la tierra era insignificante en cada bioma y región, excepto para las regiones desarrolladas de Europa; y b) KK10 (Kaplan et al., 2010) que predice el uso a partir de datos de poblaciones, derivados empíricamente de relaciones no lineales en base a densidad de población (ver las figuras 1 y 2 en Ellis et al., 2013:7979 y 7980).

A la altura del Holoceno (unos 12k años), quizás incluso Pleistoceno tardío (129k a 12k años), los estudios arqueológicos reflejan que el uso de la tierra se intensificó y extendió, sin embargo, no está claro si era global en el Holoceno. Lo que sí es evidente es que las prácticas agrícolas como la labranza, abonado, quema, compostaje, así como el uso de fertilizantes químicos, modifica la composición química e isotópica de nitrógeno y fósforo en los remanentes del suelo y plantas y animales (ver citas 85, 89 y 90 de Ellis et al., 2013). Otros indicadores del uso de la tierra por parte de seres humanos son la alteración de la geomorfología e hidrología (los sistemas de irrigación y otras labores de la tierra), unidos a los cambios en las tasas y patrones espaciales de erosión del suelo y la tasa de sedimentación terrestre, en ambientes lacustres y costas (ver cita 7 de Ellis et al., 2013). Dados los problemas que implica este tipo de trabajo, siempre hay cierto grado de incertidumbre, sujeta a interpretaciones de cada autor que tiene relación directa con el método usado, que se requiere profundizar con más investigaciones en el futuro.

Se considera que la transformación más relevante se produjo con el origen de la agricultura (Wells y Stock, 2020), la cual introdujo gran presión evolutiva en los componentes de la biodiversidad (Boivin, 2016). La biodiversidad se define como la variedad y variabilidad, morfológica y molecular, de los organismos vivos, las interacciones que se dan entre ellos y los ambientes en que estos se desenvuelven y es estudiada por las disciplinas Sistemática, Biogeografía, Genética, Ecología, Paleontología, Evolución.

Larsen (2006) y Ulijaszek (1991) reportan que, aproximadamente a inicios del Neolítico, la especie humana adoptó una vida más sedentaria, pasó de cazador recolector a practicar diferentes modos de agricultura que fue evolucionando hasta transformar su subsistencia económica en actividad agrícola (Fig. I-3), lo cual ha generado un impacto demográfico y biológico (Latham, 2013), que involucra riesgos de mortalidad, crecimiento de la población, estatura alcanzada por el individuo adulto, y señales físicas en la salud (Wells y Stock, 2020).

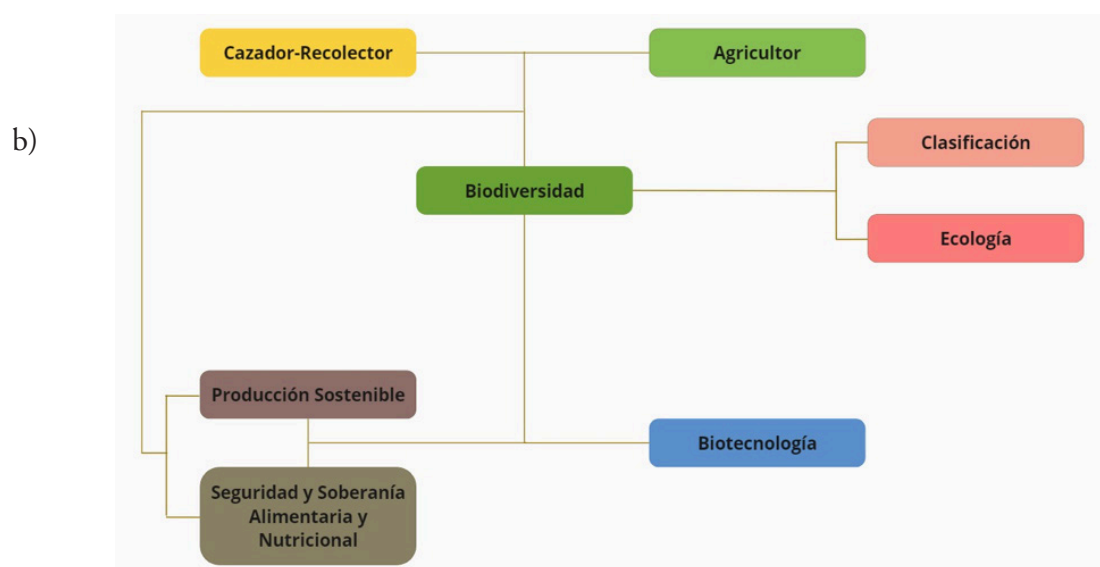
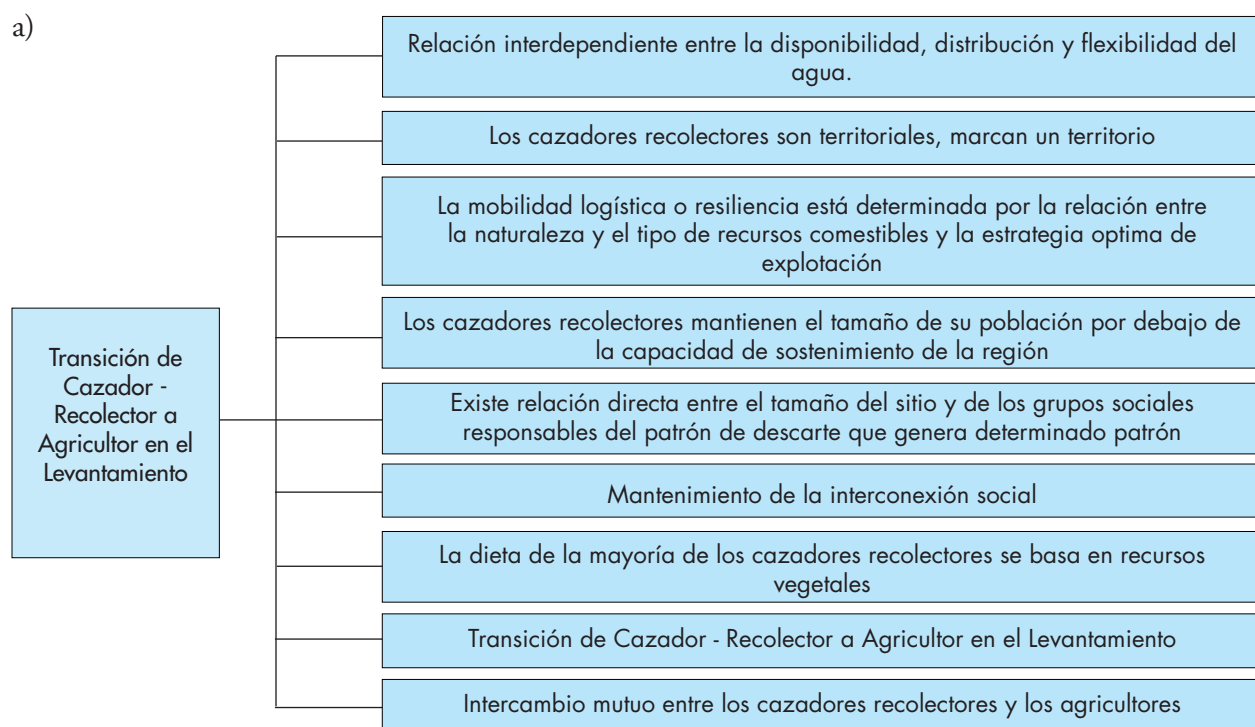


Figura I-3.-Principales factores relacionados con la adaptación de cazador-recolector a agricultor: a) en el Levantamiento (datos de Bar-Yosef y Belfer-Cohen, 1991) y b) general hasta nuestros días; el ser humano frente a la biodiversidad, su conocimiento empírico y sistematización.

Krug et al (2023), basados en sus referencias 2 y 3, presentan un triángulo (Fig. I-4) compuesto por los tres elementos de la nueva era de la domesticación:

- A. Diversidad del Cultivo, que involucra el acervo genético silvestre domesticado del cual se han obtenido líneas y variedades;
- B. Diversidad Humana, que comprende la cultura y la cocina, las prácticas de la agricultura, y las herramientas e intervenciones y

- C. Diversidad Ecológica, constituye la región y el paisaje que contiene el agroecosistema y, este a su vez, el campo. Este modelo contempla un amplio panorama de domesticación, con una visión general en la que la parte más externa constituye la interconexión entre ellos y el punto central con el cual se entrelazan.

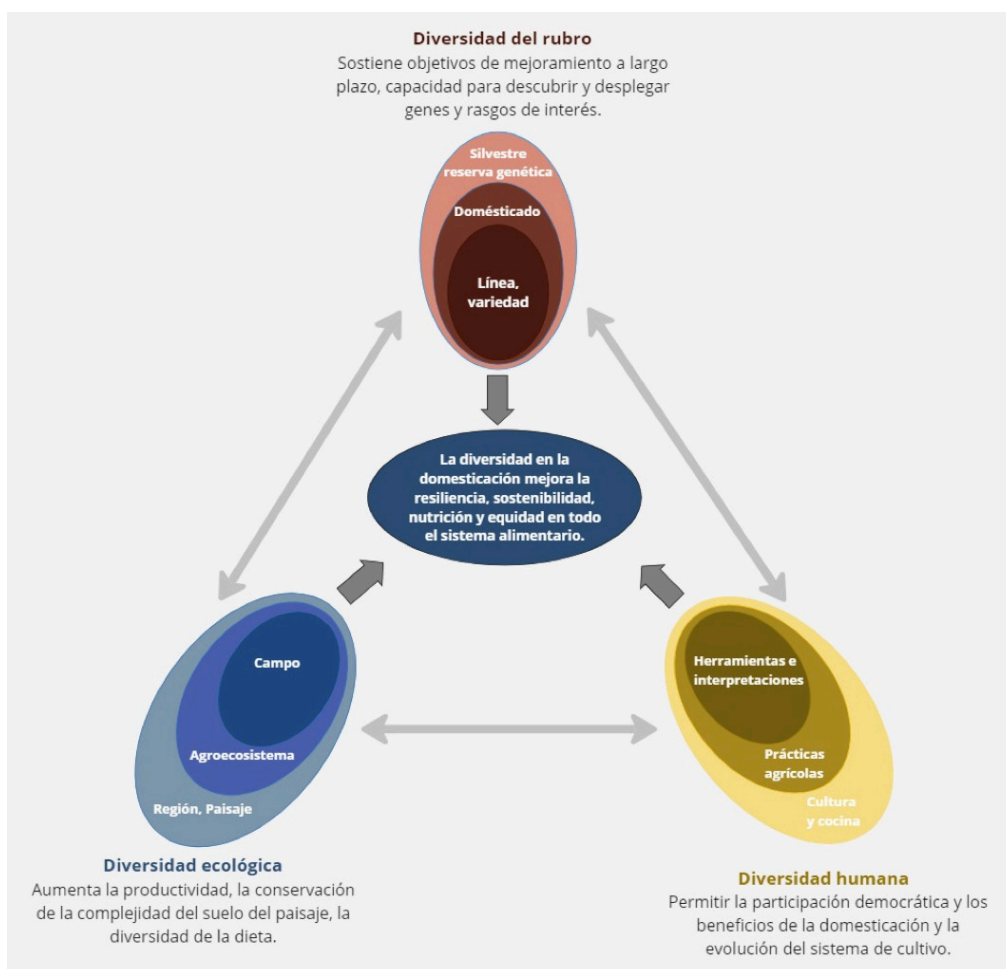


Figura I-4.- Triángulo de domesticación: reproducción de la figura 1 de Krug et al (2023: <https://doi.org/10.1073/pnas.220576912>). Representa el marco que describe la diversidad de factores dentro del proceso de domesticación.

Los conjuntos en los tres ápices del triángulo contribuyen a que la diversidad en la domesticación mejore la resiliencia, la sostenibilidad, la nutrición y la equidad del sistema alimentario (Krug et al., 2023).

La domesticación de las ovejas (*Ovis orientalis aries* Linnaeus, 1758), los chivos (*Capra aegagrus hircus* Linnaeus, 1758) y las reses (*Bos taurus* Linnaeus, 1758) se produjo en Oriente Medio hace unos 10.5k años, desde donde pasó a Europa, Asia y Sudeste Asiático en el lapso de pocos milenios (Boivin et al., 2016, citando a Fuller et al., 2011 y a Zeder, en prensa en ese momento), mientras que el pollo (*Gallus gallus* Linnaeus, 1758) se considera que fue domesticado en el Este de Asia, sin que haya una fecha específica hasta ahora, y que en estos momentos sobrepasan la población humana en una proporción mayor de 3:1 (Boivin et al., 2016, citando a Lawler, 2015) y el cerdo salvaje (*Sus scrofa* Linnaeus, 1758) que fue domesticado independientemente en el Este de Asia y Anatolia (Boivin

et al., 2016, citando a Frantz et al., 2016). El perro (*Canis familiaris* Linnaeus, 1758) se considera el único animal domesticado antes del surgimiento de la sociedad agrícola (Boivin et al., 2016, citando a Ritchie et al., 2014).

La transformación a una vida “sedentaria” en las poblaciones humanas, derivó en cambios significativos en el sistema inmune, restricción de la dieta, variación de la microbiota intestinal debido al cambio en el régimen alimentario, lo que trajo consigo nuevas enfermedades, problemas de dentadura, dificultad para combatirlos, por la contaminación de las aguas, disposición de residuos y excretas depositadas cerca de o en el mismo lugar del asentamiento. Esto generó alteración del entorno que pudo ser responsable de que se estrenaran nuevas infecciones, e implicó una ruptura del modelo de crecimiento porque se alteró la capacidad de sostenimiento, que permite analizar críticamente desde el modelo exponencial de Thomas Malthus (1766-1834), ver análisis en Schoijet (2005), el logístico de Lotka-Volterra y la ecología evolutiva, cuyos principales pioneros son Charles Darwin (1809-1882), George Evelyn Hutchinson (1903-1991), Georgyi Frantsevich Gause (1910-1986), Robert MacArthur (1930-1972), Eric Pianka (1939-) y Michael Rosenzweig (1941-), por los modelos propuestos.

La variación de la microbiota intestinal cobra más relevancia por todos los avances que ha constituido relacionarla con la salud humana. En ese sentido, hay que resaltar el trabajo de Carter et al (2023) realizado con cazadores recolectores contemporáneos de Hadza, norte de Tanzania, poblaciones humanas urbanas de Nepal y California. Realizaron análisis metagenómico comparado de 351 muestras fecales, tomados a 167 personas (101 con solo una muestra; 66 con un promedio de 3.7 muestras longitudinales/persona). Los resultados reflejan 91,662 genomas de Bacteria, Archaea, Bacteriófagos y Eukarya; 44% de estos genomas no se han encontrado en bases de datos unificadas, es decir en bancos de genes, lo que sugiere la presencia de muchos taxa nuevos para la ciencia, que se reflejarán en investigaciones futuras. Se encontró que 124 especies de microorganismos no se encuentran en las poblaciones industrializadas, al tiempo que destacan que hay diversos aspectos relevantes relacionados con la microbiota intestinal Hadza que tienen tasas de replicación in situ y firmas de selección en distribución de cepas. Se destacó la relación entre los microbios intestinales y su riqueza de genes asociados con el estrés oxidativo, lo cual podría estar estrechamente ligado a la especialización del microbioma con los procesos inflamatorios. Esto permite contemplar estudios de la microbiota intestinal directamente conectados con el estilo de vida. Aunque se han introducido los resultados de este trabajo reciente de poblaciones actuales, una de ellas de cazadores recolectores, investigaciones como esta de Carter et al (2023) pueden servir de base para analizar todos los cambios que implicó el asentarse, sobre todo, adoptar un régimen alimentario dentro de esa economía agrícola. En ese sentido, si se encontraran muestras de heces de habitantes de los inicios de la caza, recolección y agricultura cuya información genética sea recuperable (no es imprescindible), esto podría arrojar mucha luz en torno a las variaciones en la salud y el crecimiento en estos tiempos pioneros de la civilización humana. Sin ignorar las hipótesis que pueden surgir de todas las ómicas y evolución del material genético con el reloj molecular.

En este punto cabe destacar que, tomando en cuenta la definición de biotecnología de la Oficina de Valoración Tecnológica de Estados Unidos de América (<https://www.public.asu.edu/~langland/biotech-intro.html>), el uso de plantas y/o animales domésticos y su modificación, constituyen actividades biotecnológicas (Rodríguez Peña, 2020) y la domesticación y producción de variedades para cultivo cumple con esta condición. Este proceso de surgimiento de economía agrícola se dio paralelamente y en diferentes partes del planeta en tiempos diferentes. En ese sentido, los avances que se generaron no eran fácilmente exportables a largas distancias.

Se ha visto que la práctica de la agricultura data de poco menos de 13,000 años y su establecimiento y expansión de 7000 años (<https://www.foodsystemprimer.org/food-production/history-of-agriculture/> consultado 26 de abril de 2023). Aunque se ha destacado el carácter eurocéntrico de la historia de la agricultura, el cultivo de la tierra se produjo independientemente en China, América Central, hasta que la agricultura se extendió, desde hace 5000 años a los continentes principales, con la excepción de Australia (<https://www.foodsystemprimer.org/food-production/history-of-agriculture/> consultado 26 de abril de 2023).

Esta situación sugiere que cada área contó con fenómenos de organización variables en tiempo y espacio. Se pudieron dar sucesión de culturas, en espacios que permitían entrar en contacto e incidir entre sí, de modo que los hallazgos y puntos de vista de otros autores que realizaron investigaciones y descubrimientos en otras partes del mundo son igualmente relevantes.

Las culturas relacionadas con estos eventos fueron: la Halfan (24-17k aC) de la cual derivó la Kebariense (19-12k aC) y, derivada de esta última, la Natufiense (10.5-8.5 aC) (https://es.wikipedia.org/wiki/Levante_mediterr%C3%A1neo consultado 24 de marzo de 2023).

Cultura Halfan de Egipto. - Apareció en Nubia y Egipto en el Valle Superior del Nilo entre 20.5-20.0k aC (también se ha propuesto entre 17.0 y 15.0 k aC), fue un grupo de humanos, antes del fin de la última glaciación, que usó microlitos, arcos y flechas, además de piedras de moler. Esta cultura deriva de la Khormusana (Khormusan) que inicio hace entre 40k y 30k años y finalizó con la aparición de otras culturas en la región (<https://landiustravel.com/egypt/history-egypt/ancient-history/prehistoric-egypt/> 27 de marzo de 2023). Se menciona como cultura intermedia entre estas dos, la Iberomaurisiense o Iberomauritana (24,000-20,500aC), que se considera estrechamente relacionada con la Wadi Kubbaniya (17,000-15,000 aC).

Cultura Kebariense.- El nombre se debe a Kebara (18.0-10.5.0k aC), situado en el Levante. Estaba constituida por un grupo de cazadores recolectores, favorecidos por un ambiente más cálido y húmedo (ver: <https://www.studocu.com/es-ar/document/universidad-de-buenos-aires/fundamentos-de-prehistoria/resumen-desgrabado-teorico-12va-clase-pvm-29-de-junio-2020/24042663>).

Cultura Natufiense. - Esta existió entre 10.5-8.5k aC y se extendió a toda la región del Levante, en la denominada Creciente Fértil o Media Luna Fértil, desde Israel hasta Irak (Fig I-5). Sufrió un cambio importante de su patrón cazador-recolector cuando el derretimiento de los glaciares de la última glaciación llegó a su fin, debido al calentamiento que se producía en el planeta. Obtenía su alimentación de la pesca y la colecta de granos silvestres y otras plantas que eran abundantes en la región. Se le atribuye haber domesticado el perro, que le ayudaba en la caza y en el cuidado de establecimientos humanos. Con el tiempo, este grupo se transformó en completamente agrícola, donde se registra el primer cultivo de granos silvestres. Contaban con herramientas como hoces de piedra para recolectar, huesos para cosechar, morteros, piedras de moler y huecos para el almacenamiento. Después de establecidos, aprendieron de la cultura Zarzian (Irak e Irán) la domesticación de ovejas y cabras o chivos.

Orígenes y desarrollo de la agricultura. - Constituye uno de los ejemplos de construcción de nicho (sensu Boivin et al., 2016). También se puede usar la misma aproximación conceptual para considerar cambios sociales recientes como la industrialización o la globalización y el proceso actual de transición nutricional (sensu Wells y Stock, 2020). Su desarrollo se enmarca en múltiples cambios que se han generado a través de la historia, cuyos hitos han sido denominados por muchos autores como revoluciones agrícolas, dentro de las cuales se pueden citar:

- A. El establecimiento de la economía agrícola con la adopción de la agricultura en el Neolítico** (10.0k-4.5k a.C.). Representa un cambio significativo en cada población humana que la adoptó debido a que se establecieron en un lugar, construyeron refugios, domesticaron especies de plantas y luego de animales, cocinaban sus alimentos, modificaron el suelo y los organismos de las especies cultivadas, lo cual se hizo seleccionando variedades que tenían condiciones más aceptadas por las comunidades. Esto evidentemente fue un proceso en el cual hubo intentos que no surtieron los efectos deseados y se requirió movimiento y reinicio, hasta conseguir las condiciones adecuadas para establecer la siembra.
- B. Revolución agrícola de 1750-1880** (Cole, 1966; Chambers y Mingay, 1966) o 1815-1880 (Thompson, 1968; Garrabou, 1994). Estas dos fechas por considerar que las bases para estos cambios en la forma de hacer agricultura se iniciaron en la primera mitad del siglo XVIII en Europa, principalmente en Reino Unido. En el siglo XIX alcanza su punto máximo entre 1840-1870 debido a que se cultivan leguminosas que contribuyen a proveer de nitrógeno al suelo, junto al estiércol y la orina (de caballo) además de que se importaban fertilizantes naturales del exterior. Aquí se acudió, en Inglaterra, al uso de la orina de caballo, reses, ovinos y cerdo. Se tomó en cuenta que la orina de caballo contiene anhídrido fosfórico, y se destaca el uso de fertilizantes provenientes de Bolivia, Chile y Perú.
- C. Revolución verde** (1960-1980), es un período de producción agrícola en EEUU, que luego se extendió a otros países. La misma consistió en una serie de mejoras técnicas en la actividad agrícola que se realizó con la finalidad de motorizar altas tasas de productividad agrícola, para una producción extensiva de gran escala con el uso de la tecnología (Ceccon, 2008). En este se realizaron estudios en torno a las consecuencias del uso excesivo de pesticidas.
- D. Agricultura de precisión.** Este se considera el cambio sustancial más reciente que se ha producido en la agricultura. Se generó en Estados Unidos de América, e involucra el sistema global de navegación por satélite. Parte del principio de aplicar la cantidad adecuada de insumos, en el momento adecuado y el lugar exacto. Eso es acoplar el uso de semillas y agroquímicos tomando en cuenta el medio físico y biológico (Fernández-Quintanilla, 2002) y se evalúa la densidad óptima de siembra para predecir el rendimiento con exactitud. Quiere decir, mediante el uso de GPS (para monitorear vigor vegetativo, índices de vegetación, biomasa, actividad fotosintética normalizada debido a la reflectancia del cultivo), sistemas de control, sensores, robótica, drones, vehículos autónomos, hardware, telemática y software para producir opciones a los agricultores de manera que puedan implementar estrategias en sus cultivos, usando tecnologías que le permitan alcanzar competitividad en sus procesos y así competir con los productores mundiales (<https://ediciones.ucc.edu.co/index.php/ucc/catalog/book/296> consultado 07 de agosto de 2023).
- E. Agroecología** es un enfoque de la agricultura ligado estrechamente al entorno natural y más sensible socialmente, centrado en una producción ecológicamente sostenible (Martínez Castillo, 2004). Es una visión política mediante la cual se modifica el monocultivo tomando en cuenta las áreas geográficas. Hace una separación conceptual importante entre la agricultura ecológica y la regenerativa.

Varios autores (e.g. Garrabou, 1994) consideran que en el lapso transcurrido entre A y B no hubo modificación sustancial de las estrategias y procedimientos para la agricultura.

En este punto, es importante destacar que existen retos para la producción de alimentos en el siglo XXI (<https://syborg.com/es/actualidad/6-claves-de-la-revolucion-biotecnologica-en-agricultura/> consultado 9 de julio de 2023), que han sido concebidos por SYMBORG en 6 claves para la revolución biotecnológica:

- a) El reto demográfico.
 - Proveer alimentos a más personas consumiendo menos recursos. La población mundial para 2050 se calcula será de 9,600 millones de personas.
- b) Nutrición de las plantas.
 - Mejores resultados con plantas más nutridas de forma sostenible.
- c) Cambio climático.
 - Una agricultura preparada para condiciones meteorológicas extremas.
- d) Reto ambiental.
 - Aunar sostenibilidad y rentabilidad de los cultivos.
- e) Control biológico.
 - Un gran impacto en el futuro cercano.
- f) Conservación de suelos.
 - Un suelo vivo es un suelo que alimenta.

Para la región Asia Pacífico, la Comisión Mundial sobre el Medioambiente y el Desarrollo (1987), ha considerado tres tipos básicos de agricultura: a) industrial; b) de la revolución verde y c) pobre en recursos (<https://www.fao.org/3/AC621E/ac621e05.htm>).

Para entender el proceso, es necesario conocer los acontecimientos y áreas, que van desde las primeras experiencias hasta nuestros días, en los que se destacan: Levante (12,000-11,500 a.C); Göbekli Tepe (9600-8200 a.C); Çatalhöyük (7,100-5,950 a.C); La India (4500), China (5,500 a.C); Egipto (3,000 a.C) abono del limo de las crecidas del Nilo; código Hammurabi (2,000a.C), que incluye reglas de agricultura y polinización; Grecia (VIII aC-II dC); Roma (I-V dC); Edad media en Europa; Crisis de la población mundial por problemas de alimentación y enfermedades; Escolástica (VIII-IX, Marruecos y Egipto; XI-XV, Europa); Renacimiento (XV-XVI); Edad Moderna (XVI-) Nutrición, autótrofa y heterótrofa; Dinámica de las poblaciones humanas; abonos de minas en Bolivia y abono de guano de aves en Chile y Perú; finales del siglo XIX e inicios del siglo XX nuevas fuentes de nitrógeno producido en laboratorio, Frank, Caro y Haber; Biodiversidad; nuevas tecnologías, agricultura de precisión, agricultura ecológica, monocultivo, policultivo; Resistencia a pesticidas y antibióticos. Cambio Climático; Desarrollo sostenible; UNA SALUD.

Levante (12,000-11,500 a.C). -Las comunidades que se encontraban en lo que se denomina Levante (Fig I-5) mediterráneo se vieron en la necesidad de conservar los granos y más tarde en la de desarrollar habilidades para sembrarlos y cosecharlos, con lo cual se inicia la actividad agrícola. Uerpmann (1979) y Bar-Yosef y Meadow (1995) reportan que la domesticación de animales inició con los chivos o cabras, seguido por ovejas, entre 10,000 a 9,500 años antes del presente, unos mil años después de la domesticación de las plantas de cultivo en el sur del Levante (Zeder, 2008). Constituyó el origen de las economías agrícolas entre el Holoceno temprano y medio (Boivin et al, 2016, citando a Bocquet Appel, 2011). Esta zona (Fig I-5) es considerada el área medular para el origen de la agricultura como una nueva estrategia de subsistencia (Bar-Yosef y Belfer-Cohen, 1991). Zeder (2008) discute los orígenes, difusión e impacto ambiental de los inicios de la agricultura causado por las comunidades del Neolítico en la cuenca del Mediterráneo, y compara varios puntos de vista en torno a la extinción de componentes de la fauna en las islas grandes.

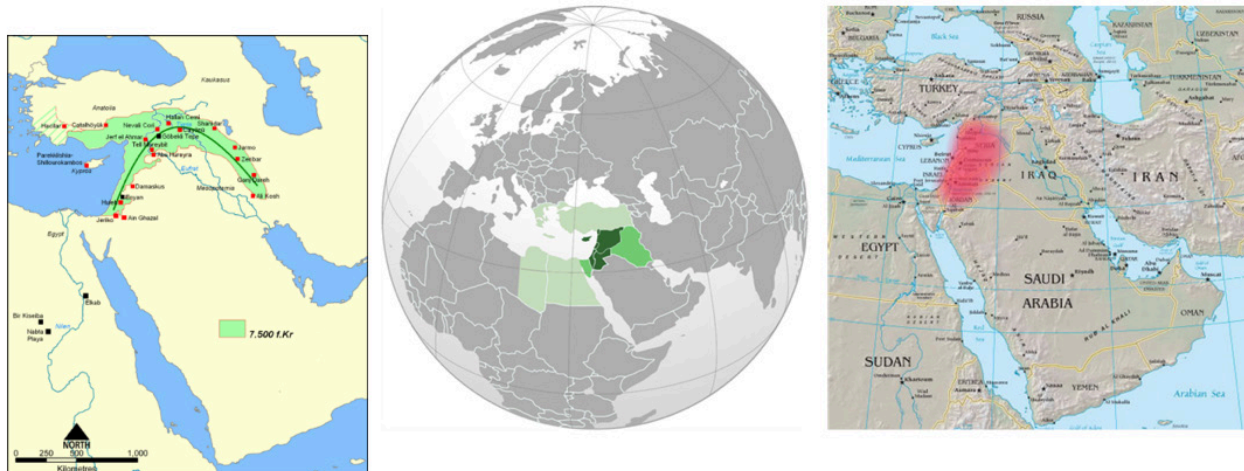


Figura I-5.-Ubicación geográfica del Levante mediterráneo, que hoy comprende Siria, Líbano, Israel, Chipre y la provincia de Hatay, también se incluyen Irak y Sinaí, y, a veces, Grecia, Turquía y Egipto (https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Fertile_Crescent_7500_BC_DAN.PNG) (https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Middle_East_Levant.jpg)

Göbekli Tepe (9600-8200 aC). -Ubicado en lo que hoy es Turquía (Fig. I-6), es el templo religioso más antiguo que se conoce, por lo que se considera el lugar en donde pudo haber nacido “la conciencia de lo sagrado”. Sin embargo, a pesar de lo monumental de esta construcción, no hay evidencia que en su entorno se practicara la agricultura. Se especula que las ciudades bajo tierra, donde la más grande de todas y la que está situada a mayor profundidad es Derinkuyu, Turquía, en la cual se realizaban labores de ganadería, probablemente tienen alguna relación con la existencia de este templo. Derinkuyu, con unos 18 niveles de túneles, quizás se construyó para protegerse del frío en esta zona que fue impactada por un meteorito que fue responsable de un descenso considerable de la temperatura, en un momento en que el planeta estaba siendo objeto de un calentamiento por la cantidad de CO₂ que emergía de las profundidades del mar y generó derretimiento de glaciares y un consecuente aumento del nivel del mar.



Figura I-6.- a) Ciudad monumento religioso de Göbekli Tepe (9600-8200 aC) https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b5/G%C3%B6beklitepe_%C5%9Eanl%C4%B1urfa.jpg (copiada 2 de abril de 2023). b) Excavación Göbekli Tepe en Dietrich L, Meister J, Dietrich O, Notroff J, Kiep J, Heeb J, et al. (2019) Cereal processing at Early Neolithic Göbekli Tepe, southeastern Turkey. PLoS ONE 14(5): e0215214. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0215214> Image: <https://journals.plos.org/plosone/article/figure?id=10.1371/journal.pone.0215214.g001> (https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/3e/The_archaeological_site_of_G%C3%B6bekli_Tepe_-_main_excavation_area.png Copiado 3 de abril de 2023)

América 8.000-4,000 a.C.-Mucho antes de la llegada de los europeos, época precolombina, se habían domesticado varios rubros. La papa (*Solanum bucasovii*, *S. cannasense*, *S. multidissectum*, del complejo *S. brevicauda*) era cultivada en Perú, al norte del lago Titicaca unos 8.0k-4.0k a.C (Rodríguez, 2010). También habían sido objeto de domesticación el maíz (*Zea mays*) en mesoamérica, México, 6.0k a.C (Galinat, 1995) y la yuca (*Manihot esculenta*: ver Simon et al., 2022) en la Amazonía sudamericana, unos 3.0k a.C (Pérez et al., 2019). Sin embargo, la diseminación de esta domesticación se inicia en el siglo XVI, hasta que la papa y el maíz se transforman en los principales alimentos en el mundo.

Çatalhöyük 7,100-5,950 a.C (Milner, 2019). - Es un asentamiento que data del Neolítico y el Calcolítico, Fig I-7, (Schotsmans et al., 2022). Constituye quizás el asentamiento más grande y mejor preservado descubierto hasta el momento, sin embargo, no hay evidencia de cultivo de la tierra ni de ganadería.



Figura I-7.- Fotografías del asentamiento de Çatalhöyük, el más grande y mejor preservado, y la estructura interna de los compartimientos dentro del asentamiento (https://commons.wikimedia.org/wiki/File:%C3%87atalh%C3%B6y%C3%BCk_after_the_first_excavations_by_James_Mellaart_and_his_team..jpg 27 de abril de 2023)

Unos 7000 años aC.- Diferentes poblaciones que migraron masivamente cruzaron el hoy desierto de Sahara y se asentaron a orillas del río Nilo. Se establecieron como cazadores-recolectores y luego pasaron a agricultores, gracias a lo cual sobrevivieron. El surgimiento de la agricultura trajo consigo el almacenamiento de granos y frutos, ya que se descubrió que se podían fermentar y producir alcohol que, a su vez, le podía servir para conservar los productos de la cosecha con la fermentación y transformación en bebidas alcohólicas. Las bebidas fermentadas más antiguas datan de: a) 7,000-6,600aC en China, Jiahu, Villa del Neolítico, Valle del río Amarillo, que constituye una mezcla de arroz, miel, fruta de espino y/o uva; b) 6,500-6,100aC en Medio Oriente, un vino de uva (McGovern et al, 2004).

Probablemente la bebida fermentada más antigua es la cerveza, considerada la técnica biotecnológica (término usado por primera vez por Károly Ereky, 1919) más antigua de la humanidad, la cual pudo haberse originado entre el río Tigris y Éufrates, en lo que se conoce hoy como Irak (Ferreira, 2014). Este tipo de bebida pudo ser relevante en la prevención de enfermedades ya que, su condición de fermentada contribuía con la prevención de problemas de salud provocados por la ingesta de agua contaminada de los ríos y arroyos.

China (5,500 aC). - Wu et al. (2019) estudiaron el desarrollo de la agricultura en China desde 8000 aC (origen de la agricultura durante el Neolítico) a 1911 (final de la última dinastía en China), con el objetivo de responder tres preguntas:

1. ¿Cuáles fueron las tecnologías clave del sistema agrícola chino en diferentes períodos históricos?
2. ¿Cuándo fue el periodo histórico clave del desarrollo de la tecnología agrícola en la China antigua?
3. ¿Dónde estaban los centros de las tecnologías agrícolas en los diferentes períodos de la China antigua?

La India (4500 aC). - Aunque se considera que la actividad agrícola en la India inició unos 9,000 aC. Allí se desarrollaron técnicas para la producción agrícola y se domesticaron plantas de azufaífo o jujuba (*Ziziphus sp*), trigo (*Triticum sp*) y cebada (*Hordeum vulgare*). La irrigación en la civilización del Valle Indú se desarrolló unos 4500 aC, mientras que un reservorio para el almacenamiento de agua en Girnar unos 3000 aC y un sistema de canales de irrigación en 2600 aC (Mulage, 2017). Durante el imperio Mourya, entre 322 y 185 aC, la actividad agrícola presentaba avances significativos ya que se categorizaban los suelos y se hacían observaciones meteorológicas para su uso en la agricultura. Hacia los siglos I y II dC se evidenciaban avances en la agricultura y se producía una gran variedad de rubros, entre los que se encontraban arroz, caña de azúcar, mijo, pimienta negra, varios granos, coco, habichuelas, algodón, tamarindo y sándalo (*Santalum*), yaca (*Artocarpus*), palma y plátano (Mulage, 2017). Entre 875 y 1279 se pasa lentamente de la agricultura colectiva a la individual, cada una con su sistema de irrigación. El periodo imperial británico en la India se clasifica en dos épocas, Compañía de la India Oriental, 1757-1858, y Gobierno Británico en India, 1858-1947 (Mulage, 2017). Durante el período de independencia se presentaron varios problemas en la India, hasta que a mitad de la década de 1960 se produce la denominada revolución verde, caracterizada porque se introducen tecnología para la producción de variedades de semillas híbridas y de alto rendimiento, lo que constituyó el verdadero despegue tecnológico en la agricultura (Mulage, 2017)

Egipto (3,000 a.C) abono del limo de las crecidas del Nilo. - Cultivo de trigo, avena y cebada, para alimentación y cerveza, además de lino y papiro. En Egipto, la producción agrícola contaba con un sistema natural de regeneración de nutrientes del suelo, las tierras eran fertilizadas con las crecidas del Nilo entre junio y otoño, debido a que el limo acumulado durante las inundaciones fertilizaba el suelo, junto con la microbiota, que aportaba nutrientes que podían ser usados por las plantas cultivadas. Para esta actividad agrícola se disponía de canales, diques y estanques para riego a los cultivos de cereales (i.e. avena, trigo, cebada), leguminosas (lentejas y habas), hortalizas (cebolla, pepinos, ajo, pimienta), frutas (dátiles, higo, melón).

Código Hammurabi (2,000a.C). - El código del VI rey de Babilonia, Hammurabi (1810-1752 a.C), se produjo en 1752 a.C. Sin embargo, Franco (1962) establece como lapso 2340 -1900, probablemente 2250 aC. Fue escrito en piedra de durita (Fig I-8) y es uno de los primeros de leyes en la historia de la humanidad, que también incluye la agricultura. Comprende las normas para la producción de la tierra, condiciones y consecuencias de arrendamiento, riego, florecimiento y polinización manual de los cultivos, forrajeo del ganado y responsabilidad del pastor, entre otras reglas para su aprovechamiento y a seguir de los agricultores, ganaderos, propietarios y arrendatarios de propiedades productivas en el campo (Franco, 1962: decretos 41-98). Esta serie de regulaciones (Sampedro y Barbón, 2009) establecían sanciones si eran incumplidas. Para algunos, es evidencia de la primera revolución agrícola del mundo por reglamentar el uso de la tierra, que también refleja aspectos de polinización y florecimiento del trigo (decretos 52 y 64 del código).

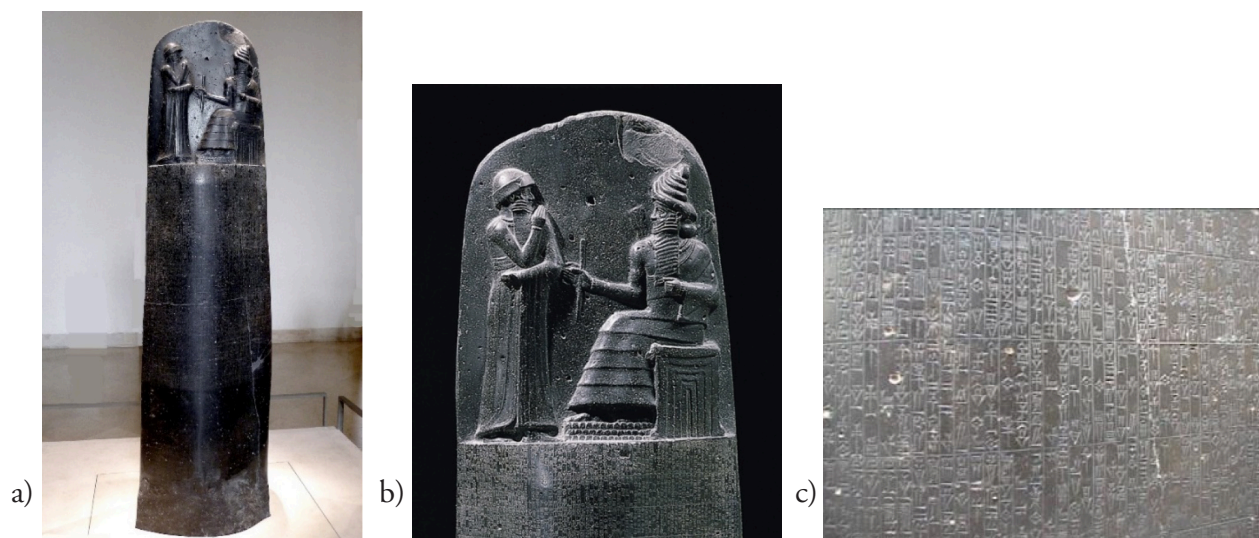


Figura 1-8.-Código Hammurabi (1792 aC), donde están grabadas las 282 leyes: a) estela con el código, b) parte superior de la estela que muestra al rey Hammurabi recibiendo las leyes de parte del rey Shamash y c) ejemplo escritura (https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Figura_1.8P1050763_Louvre_code_Hammurabi_face_rwk.JPG noviembre 29, 2023).

Grecia (siglos VIII aC-IIIdC). - La ganadería y lo pastoril eran las actividades económicas básicas hasta el siglo VIII aC, Durante este lapso hubo un aumento considerable de la población, cuyas consecuencias fueron cambios sustanciales en la economía debido a una mayor distribución en el uso de la tierra y una labranza intensiva. La tierra pasó de estar en manos de grandes terratenientes con mano de obra esclava a posesiones con pequeños productores. Probablemente, el establecimiento de la actividad agrícola se divide en dos momentos: a) Agricultura (VIII aC), ya mencionado, y b) Nutrición (V aC), con Anaxagoras (475 aC), quien habló de absorción de la comida, e Hipócrates (400 aC) a quien se le atribuye haber escrito “Deja que la comida sea tu medicina y que la medicina sea tu comida.” Cabe destacar que Aristoteles se interesó en el proceso de nutrición de las plantas que hoy denominamos fotosíntesis, al proponer que la luz guarda relación directa con el color verde de las hojas. Sin perder de vista el surgimiento de la Polis (Polies, plural), nombre dado a la ciudad-estado griegos, y que surgieron en la edad oscura hasta el siglo VII aC. La base económica de la Polis, a partir del siglo VIII aC, fue la ganadería y la agricultura (Gallego, 2004) y sus principales cultivos fueron cebada, uva y olivo.

Roma (siglos I-V dC) .- En el imperio Romano (27 aC-476 dC), la agropecuaria (agricultura y la ganadería) constituían la base de su economía (Pérez Mínguez, 2006), una actividad muy rentable, los agricultores romanos cultivaban cereales (*e.g.*, trigo), uvas, oliva, leguminosas, frutos secos como nueces, avellanas y castañas, así como frutas como el higo, pera, manzana, ciruela (Pérez Mínguez, 2006). Los romanos desarrollaron una gran capacidad en las ingenierías, que se evidencia en la construcción de puentes, acueductos, canales para flujo de agua, etc., Contribuyeron significativamente en la modificación y aplicación de técnicas en el agro. Utilizaron (ver <https://www.nuevatribuna.es/articulo/cultura---ocio/vida-rural-antigua-roma-imperio-historia/20220812164328201734.html>):

- Para los cultivos: a) el arado de reja de hierro; b) técnicas de riego, construcción de embalses y zanjás o canales (acequias); c) uso generalizado de abono y otros fertilizantes naturales; d) uso de barbecho, técnica de descanso o regeneración de la tierra de cultivo, que consiste en dejar de usar el terreno entre siembra en la agricultura para que la tierra descanse y regenere sus nutrientes.

- Para agregar valor a sus productos: molinos de mayor eficacia para moler grano, valiéndose principalmente de molinos de agua y, con menor intensidad, molinos de viento; mejoraron la prensa para obtener aceite de oliva.

Estas culturas acudieron a estrategias para hacer producir la tierra, aunque el tema de abono se tratará en una sección separada de este mismo capítulo como Uso de abono como ingrediente importante para la producción agrícola en masa.

Edad Media en Europa y Crisis de la población mundial

Edad media en Europa y Crisis de la población mundial. - Entre los siglos XI y XV, en la edad media, surge el movimiento intelectual teológico denominado escolástica, del latín *Scuola* que significa escuela, cuyo significado en griego es tiempo libre o de ocio. Esta tiene relación directa con las escuelas de Italia, Francia, España e Inglaterra y que se considera estrechamente ligada al origen de las universidades en Europa, que se inicia en el siglo XI con la Universidad de Bologna. Los fundamentos de la escolástica eran tratar de ofrecer una prueba racional de la existencia de Dios y se considera la tradición intelectual dominante en la Europa Medieval, que integraba la razón y la fe.

Este movimiento recibió influencia de los árabes, quienes vivieron su propia escolástica. En ese sentido, dos términos que corresponden a corrientes filosóficas en competencia en el mundo Árabe son el Kalam y la Falsafa.

El **Kalam** (teológico, *sensu stricto*) consiste en arribar a conclusiones vía razonamiento debatido. Tiene como objetivo racionalizar el contenido cognitivo presentado a los creyentes en el lenguaje simbólico de la revelación canónica del mundo islámico, basado en cuatro tareas principales, i.e., conceptualizar, ordenar, explicar y, de ser posible, justificar (Frank, 2008).

La **Falsafa** consiste en el uso de las ideas filosóficas y científicas externas provenientes de Grecia e India. Inicia como un movimiento derivado de la filosofía Helénica arabizada cuya forma más dominante llegó a ser la filosofía neoplatónica islamizada Ibn Sīnā (Hassan, 2014)

Crisis de la población mundial por problemas de alimentación y enfermedades. – Para desarrollar esta parte, es importante iniciar con el lapso de expansión económica que ocurrió entre los siglos XI y XIII, denominado óptimo medieval. Esta se caracterizó por un aumento considerable en la producción de granos y cereales, debido a la expansión de la superficie de cultivo, que se prolongó hasta los primeros años del siglo XIV. Esta expansión no estuvo acompañada de mejoras en las técnicas o tecnologías, porque la investigación científica no era un pilar relevante por no estar sistematizada, no contar con instituciones que la promovieran y entendieran su accionar. M. M. Postan, propone como hipótesis que la presión poblacional en el siglo XIII condujo a que cada vez más pastos y bosques se transformaran en tierras cultivables (Clark, 1992). Esto trajo como consecuencia un agotamiento de nutrientes de los suelos dedicados a la agricultura en Inglaterra porque se redujo el flujo de estiércol, de nitrógeno, en cada acre arable (Clark, 1992). Esto, unido a que las condiciones del tiempo se deterioraron hacia la primavera de 1315, muy aguda entre 1315-1316, y generó pérdida de cosechas. El colapso de las cosechas, a inicios del siglo XIV, fue la causa en Europa la denominada gran hambruna (1315-1322), que afectó principalmente el Norte de Europa y, en menor grado, a Italia.

Alrededor de 1325 se recuperaba la producción de alimentos, y la población empezó a crecer nuevamente en Europa, sin embargo, hacia 1341 surge la “peste negra” o “bubónica”, causada

por *Yersinia pestis* Lehmann y Neumann, 1896 (Bacteria: Yersiniaceae) que es común en roedores pequeños y sus pulgas (<https://www.mayoclinic.org/es/diseases-conditions/plague/symptoms-causes/syc-20351291> enero 15, 2024). Esta epidemia causó su mayor devastación entre 1347 y 1351 (López y Cardona Zorrilla, 2020) y cobró la vida de entre 80 y 200 millones de personas entre Eurasia y el Norte de África (<https://revistamedicina.net/index.php/Medicina/article/download/1514/1914?inline=1> enero 15, 2024).

En este punto, es relevante escribir acerca del origen de las universidades (término y concepto) en el norte de África y Europa a partir de los siglos IX y XI respectivamente, como acontecimiento crucial que induce a conocer desde la Escolástica, el Renacimiento, la Edad Moderna, hasta la Época Actual, responsables de cambios significativos en las sociedades humanas (Fig. I-9).

Escolástica. - Ya se vió que este movimiento religioso se originó en el mundo Árabe (siglos VIII-IX) y en Europa (siglos XI-XV). Aunque solo se use el término para Europa, conceptualmente aplica a ambos, pero con líneas religiosas diferentes (Fig I-9). Mediante este se acepta que puede haber conocimientos relevantes producidos por el ser humano, solo que no debe contradecir las escrituras divinas. Dentro

de este surgen las primeras universidades (siglos IX-X en el mundo Árabe y XI+ en Europa), que forma en varias disciplinas a los profesionales de la realeza y sus relacionados y la iglesia. La universidad de Al-Karaouine (año 859) o Qarawiyyin, fundada por Fátima bint Muhámmad al-Fihri (800-880) en Marruecos, la primera reconocida que adquiere estatus legal, y la universidad de Al-Azhar (Madraza o Escuela Islámica), fundada en 975 en Egipto. En Europa la primera universidad es la de Bologna (1088), Bolonia, Italia; le siguieron la de París, fundada en 1200 en Francia; la de Oxford, fundada en 1254 (carta asegurada en 1248) en el Reino Unido, aunque funcionó antes sin reconocimiento legal. Hubo muchas otras.

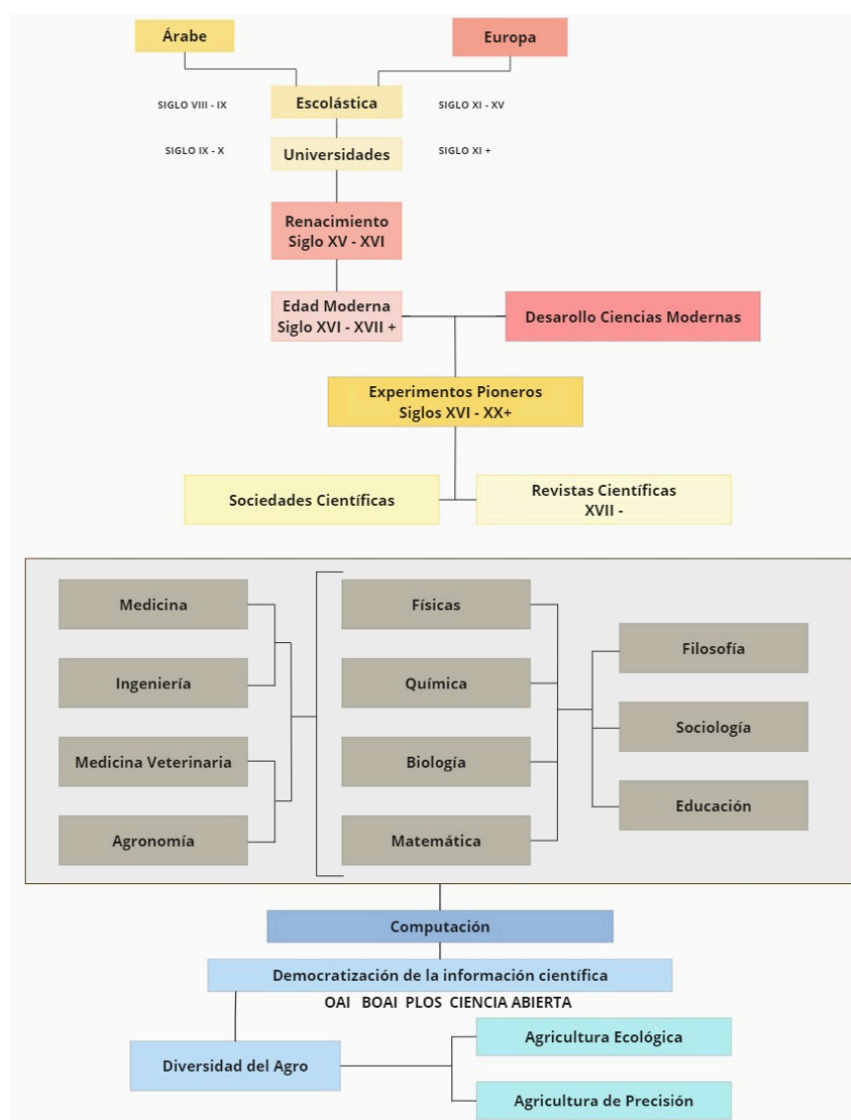


Figura I-9.-Relación de eventos y desarrollo del agro.

Renacimiento. - Después del auge de las primeras universidades en Europa, se origina en Florencia, Italia, en el siglo XV, el movimiento cultural denominado Renacimiento (siglos XV y XVI), que constituyó una transición entre la edad media y la moderna (<https://experienciasconarte.com/que-es-el-renacimiento/> consultado 26 julio 2023). Este coincide con otro movimiento denominado Humanista y también hay autores que lo solapan con la edad Moderna, esta última la vamos a reservar al nacimiento de las sociedades científicas. Fernández (<http://www.hispanoteca.eu/Literatura%20ES/Introducci%C3%B3n%20al%20Renacimiento.htm> consultado 26 de julio de 2023), señala que este término fue acuñado por Jules Michelet (1855) y conceptualizado por Jakob Burckhardt (1860). El movimiento renacentista (Gustlin y Gustlin, [https://espanol.libretexts.org/Humanidades/Arte/Una_perspectiva_mundial_de_la_historia_del_arte%3A_1400CE_al_siglo_XXI_\(Gustlin_y_Gustlin\)/01%3A_El_mundo_cambiante_\(1400-1600\)/1.02%3A_Renacimiento_\(1400-1550_CE\)](https://espanol.libretexts.org/Humanidades/Arte/Una_perspectiva_mundial_de_la_historia_del_arte%3A_1400CE_al_siglo_XXI_(Gustlin_y_Gustlin)/01%3A_El_mundo_cambiante_(1400-1600)/1.02%3A_Renacimiento_(1400-1550_CE))) se extendió de Italia a toda Europa Occidental y presentó una visión nueva del mundo, antropocéntrica, diferente a la teocéntrica que predominó durante la edad media (<https://www.edu.xunta.gal/centros/iesblancoamorculleredo/system/files/EL+RENACIMIENTO.pdf>). Pudo presentar sus primeros indicios después de la peste negra que finalizó en 1348, quizás por la economía precapitalista que se generó con los comerciantes y prestamistas, campesinos que ponían a producir las tierras sin dueño, empleados de las ciudades con mejores salarios (<https://www.culturagenial.com/es/renacimiento/> consultado 25 de abril de 2023); otros lo ubican después de que Constantinopla cayera en manos de los Turcos en 1453, en este último caso se destaca que influyó la gran emigración de sabios Turcos a Italia, los cuales llevaron consigo sus textos y cultura.

Le siguieron una serie de universidades que continuaron a los países conquistados durante la colonización de América (siglo XVI) donde la Universidad Santo Thomas de Aquino (hoy Universidad Autónoma de Santo Domingo) fue la primera (1538) del nuevo mundo que, dentro de cuatro años, inicia su cuenta regresiva (10, 9, 8, 7...) hacia su 500 aniversario el 28 de octubre de 2038.

Se denomina renacimiento por la recuperación de textos y valores que proyectan una nueva visión del ser humano, toma en cuenta elementos culturales Grecolatinos. Esta abrió las puertas a nuevos conocimientos que permitían contradecir los ya existentes, lo cual sentó las bases para cambios significativos en la visión del mundo y en la necesidad de nuevos conocimientos, que podían empezar a discutirse sin sanciones drásticas. Durante los siglos XV y XVI, se desarrollaron mejores técnicas de navegación y circulación. Se produjo la impresión con la imprenta móvil, inventada por Johannes Gutenberg (1400-1468) en 1450, mediante el cual el conocimiento producido llegó a mayor cantidad de personas, acontecimiento crucial para la época moderna por generar cambios significativos en el acceso y flujo de información escrita; ya había calificado esto como relevante en la democratización de la información (Rodríguez Peña, 2007 y 2008). La dinámica producida incentivó la colonización a escala global, que generó enriquecimiento desenfrenado e injusticias.

Como legado del renacimiento en la ciencia, se encuentran los aportes de Andrés Vesalio (1514-1564) como fundador de la anatomía humana; Leonardo da Vinci (1452-1519) en anatomía, ingeniería y pintura; este comparó el metabolismo con quema de una vela. Girolamo Fracastoro (1478-1553), en 1546, adelantó al descubrimiento de los microorganismos (realizado por Leeuwenhoek en 1673) al hacer alusión a las pequeñas semillas de enfermedades como la sífilis (Echavarría, 2010). Galileo Galilei (1564-1642) y sus aportes a la matemática, la astronomía (la física) y la ingeniería; William Gilbert (1544-1603) en física con el magnetismo, además de su rechazo a la filosofía de Aristóteles y el método Escolástico en las universidades; Tycho Brahe (1546-1601) en astronomía, antes de la invención del telescopio; Francis Bacon (1561-1626) y sus aportes al empirismo filosófico científico. No debe quedar

la sensación de que se desconocen valiosos aportes de Aristóteles, referente universal del conocimiento, a quien hay que juzgar con las virtudes y defectos de su época

Edad Moderna (Siglo XVI-)

Origen y Desarrollo de las Sociedades Científicas (Edad Moderna). - El solapamiento entre el renacimiento y la edad moderna, puede ser el punto que genere que el Renacimiento se considere Edad Moderna, ya que la primera sociedad científica surge pasado el momento cumbre renacentista. Después de mitad del siglo XVI, Giambattista della Porta funda en Nápoles, Italia (1560), la *Accademia dei Segreti*, *Accademia Secretorum Naturae* o Academia de los Misterios de la Naturaleza. Esta institución científica se caracterizó porque, para ser miembro, el candidato tenía que presentar, en el seno de esta, evidencias de un descubrimiento. Sin embargo, el nombre motivó que esta fuera cerrada en 1578 por orden del papa Gregorio XIII, egresado de la Universidad de Bologna, bajo el alegato de sospecha de hechicería (Rodríguez-Peña, 2009). En 1590, Zacharias y Hans Janssen inventaron el microscopio compuesto, aunque este no se usó con fines científicos e instrumento base para que se descubrieran los microorganismos hasta las décadas de 1660s y 1670s.

Veinticinco años después del cierre de la *Accademia dei Segreti*, Federico Cesi (1585-1630) funda la *Accademia Nazionale dei Lincei*, en 1603, nombre en alusión a la aguda visión del lince, mamífero de Eurasia y Norteamérica. También surgen la Academia Nacional de las Ciencias (1652) o Leopoldina, en Alemania; *Accademia del Cimento* (1657), que solo duró 10 años (hasta 1667), fundada en Florencia, Italia, por los estudiantes de Galileo Galilei, Giovanni Alfonso Borelli (1608-1679) y Vincenzo Viviani (1622-1703); a pesar de su efímera existencia, se considera que en ella se sentaron las bases de la física moderna. La Sociedad Real de Londres (fundada en 1662), exhibe un historial de unos 17 años antes de su fundación; la chispa de esta se siembra en 1645, cuando un grupo de filósofos y científicos empieza a reunirse en Londres. Entre 1648 y 1649, una parte de los integrantes del grupo se trasladó a Oxford y otro se quedó en Londres, cada uno de los segmentos mantenía reuniones paralelas hasta 1660, año en que se reanudaron las conjuntas, hasta que en 1662 se funda formalmente con la tutela real. El 6 de marzo de 1665 se publica el primer número de la revista científica *Philosophical Transactions of the Royal Society*, cuyo fundador y primer editor fue Henry Oldenberg. Es la segunda revista científica que aparece ese año, la primera fue *Le Journal des Sçavans* (París) en enero de 1665. Sin embargo, *Philosophical Transactions* siguió hasta nuestros días como publicación científica, lo que no ocurrió con *Le Journal de Sçavans*.

Con las sociedades científicas se produce un auge de la investigación científica y se descubren aspectos de la biología relevantes para el desarrollo de la humanidad. Un poco después de mitad del siglo XVII, se inicia el uso del microscopio óptico (simple y compuesto) para fines científicos. Robert Hooke (1635-1703), miembro de la Sociedad Real de Londres, publica el libro *Micrographia* (1665) que reporta la existencia de compartimientos en un corte de epidermis de corcho, a los que llamó células o celdillas, con esto nace el término, no el concepto, de célula como elemento constituyente de los seres vivos. Francesco Redi (1626-1697) realiza experimentos cuyos resultados (1668) aportan evidencia en contra de la Teoría (hipótesis) de la Generación Espontánea, que se asume fue postulada por Aristóteles, una contribución importante a la humanidad que pudo influir en la salud y el cuidado de los alimentos. Anton van Leeuwenhoek (1632-1723) dirigió cartas a la Sociedad Real de Londres (desde 1673), ayudado por Regnier de Graaf (1641-1673), para reportar lo que había encontrado con sus observaciones al microscopio; esto le hizo merecedor de ser aceptado como miembro de la Sociedad

Real de Londres en 1679. Con sus reportes, Leeuwenhoek desentraña lo que no se podía ver a simple vista, y constituye el descubrimiento de los microorganismos, e.g., bacterias, protozoos, además de cloroplastos y espermatozoides. Futuros experimentos y discusiones se generaron con los trabajos de John Needham (1713-1781) en 1745, Lazzaro Spallanzani (1729-1799) en 1769, y Louis Pasteur (1822-1895) en 1866 en torno a la teoría de la generación espontánea que había iniciado a desmontar Redi y de la que Needham era partidario, contra la que Spallanzani y Pasteur lucharon, y que el ensayo de este último tornó imposible volver a levantar, a pesar de que Félix Arquimède Pouchet (1800-1872) llevó a cabo un experimento fallido (Acevedo Díaz, 2016) para conferirle base.

Nutrición: Autótrofa y Heterótrofa

Un análisis del origen y desarrollo de la agricultura y la ganadería en el mundo queda incompleto si no se toma en cuenta la nutrición. La nutrición se puede definir como la extracción y asimilación de los componentes de los alimentos que permiten reponer pérdidas, acumular material si se está en crecimiento y uso de estos para obtener energía de modo que le permitan llenar todas las necesidades que hagan posible realizar todas las funciones vitales y mantenerse en buen estado de salud. Esta se puede clasificar en autótrofa y heterótrofa.

La **nutrición autótrofa** es aquella mediante la cual se puede transformar material inorgánico para obtener material y energía que le permitan construir todos los nutrientes necesarios para realizar sus procesos vitales de funcionamiento, reposición de pérdidas, construir moléculas y estructuras y obtener energía, para mantenerse en buen estado de salud. Se puede considerar de dos tipos, fotosíntesis y quimiosíntesis.

1. Fotosíntesis (foto = luz, síntesis = componer o reunir) transformar elementos químicos en moléculas de compuestos por acción de energía luminosa. - El término probablemente fue usado por primera vez por Charles Reid Barnes (1858-1910) en 1893. Es el proceso metabólico, anabólico o de biosíntesis, mediante el cual los seres vivos con pigmentos fotosintéticos transforman energía luminosa en energía química. También definido como proceso con que las plantas transforman material inorgánico en orgánico. El pigmento fotosintético fundamental es la clorofila (molécula con un núcleo de Mg) que transforma CO_2 y H_2O en glucosa, libera O_2 y reestructura moléculas de agua. Con este compuesto se puede usar la energía que esto representa para construir otros carbohidratos, además de lípidos y proteínas. Estos compuestos pueden ser usados por el organismo que lo produce, además de por todos los organismos del ecosistema que comparte con otros entes vivos que tengan condiciones para consumirlos, digerirlos y asimilarlos. Es importante resaltar que las bacterias azufradas usan H_2S para realizar fotosíntesis anoxigénica

Hipócrates (475 aC) y Aristóteles (350 aC) propusieron la “teoría del humus” que establece que las plantas se alimentan de los restos orgánicos o humus. Considera las plantas como animales invertidos en los cuales las raíces funcionan como la boca para su nutrición (González Rodríguez et al., 2014). Aristóteles asumió que en las plantas existe una estrecha relación entre la luz y el desarrollo del color verde (clorofila). Jean Baptista van Helmont (1579-1644), energía solar y crecimiento vegetal, realizó un experimento en 1634, que duró cinco años, para determinar el crecimiento de las plantas, partiendo de la premisa de que el agua era responsable de toda la ganancia en masa de estas. Se le atribuye el descubrimiento del CO_2 . Esta línea de investigación resulta crucial para los estudios en el agro porque abre las puertas a preguntas, hipótesis y experimentos

que permitan entender cómo obtienen las plantas sus nutrientes, esos mismos mediante los cuales pueden desarrollarse y rendir los frutos para los cuales se han cultivado. Los pioneros como van Helmont (1634) pueden partir de premisas erradas, pero llaman la atención en torno a lo medular del problema a resolver usando las bases de sus ensayos como plataforma para nuevos planteamientos. Es evidente la importancia del agua en el metabolismo de las plantas, que sirvió de base para estudios futuros. Marcello Malpighi (1628-1694) estudió al microscopio tejidos y embriones en animales y vegetales y propuso que los seres vivos estaban formados por vesículas; adelantó al descubrimiento de la célula y la teoría celular propuesta por Schleiden, Schwann y Dutrochet y en cuyos legados reside el concepto que se maneja hoy día de célula como “la unidad estructural, fisiológica y de origen de los seres vivos”. Con sus estudios de anatomía correlacionó la absorción del agua con los nutrientes a través de las raíces; describió los estomas como estructuras con poros en la superficie de las hojas. Edme Mariotte (1620-1684) estudió en 1679 la nutrición en las plantas, propuso que para desarrollarse, estas toman del suelo los alimentos que necesitan; postuló que la sabia asciende debido a la presión osmótica (https://es.wikipedia.org/wiki/Edme_Mariotte consultado 01 enero 2024).

Stephan Hales (1677-1761), considerado el principal pionero de la fisiología vegetal, describió que las hojas son los órganos de transpiración y propuso, en 1727, que las plantas intercambian gases con su aire circundante además del papel de la luz en la nutrición de estas. Charles Bonnet (1720-1793) determinó la emisión de gases por parte de las hojas de plantas sumergidas en agua, además de que descubrió la partenogénesis en áfidos (insectos sin alas) (1749). Antoine-Laurent Lavoisier (1743-1794), considerado el padre de la química moderna, propone reemplazar la teoría del flogisto por la teoría general de la combustión (1777) y denominó oxígeno al gas que interviene en esta. Jean Ingenhousz (1779) determinó que la luz es esencial en el proceso de fotosíntesis, que se absorbe CO_2 y se libera O_2 , además de establecer que en las plantas hay respiración celular como ocurre en los animales. Joseph Priestley (1780) trabajó con la producción de oxígeno molecular (O_2) durante la fotosíntesis. Jean Senebier (1783) determinó la extracción del CO_2 del aire por parte de las plantas durante el proceso de fotosíntesis.

Nicholas Theodore de Saussure (1767-1845) realizó investigaciones en química y fisiología vegetal, relacionó la naturaleza de los suelos con las condiciones de vida de las plantas. Resaltó la conexión entre el crecimiento de las plantas, la captación de CO_2 y la absorción de agua; con relación a sus aportes a la fisiología vegetal, Wisniak (2018) destaca 14 publicaciones de este científico realizadas entre 1797 y 1840. Justus von Liebig (1803-1873), considerado el químico alemán más importante de su época (Maar, 2006), en su aplicación de los conocimientos de la química a la biología y la agricultura, determinó la importancia de los elementos que están en menor proporción (factores limitantes) ya que limitan el crecimiento de las plantas, sin importar que otros elementos necesarios se encuentren en las proporciones adecuadas. Hizo énfasis en la procedencia del CO_2 , H, O, fosfatos, entre otros; por esto es considerado el padre de la química agrícola (Carbonero Zalduegui, 1984).

René Joachim Henri de Dutrochet (1776-1847), en 1817 determinó la entrada de CO_2 en las plantas, a través de los estomas, para el proceso de fotosíntesis. Estos habían sido descritos por Malpighi en 1675; de Candolle señaló la habilidad de estos de abrir y cerrar como resultado del incremento de la presión osmótica inducida en las células oclusivas. Pierre Joseph Pelletier (1788-1842) y Joseph Bienaimé Caventou (1795-1877) aislaron por primera vez la clorofila en 1817: Pelletier también aisló otros compuestos de las plantas que se consideran de gran relevancia para la ciencia. Theodor Wilhelm Engelman (1843-1909) experimentó con algas que recibían la luz a

través de un prisma (1833) para determinar el efecto de diferentes espectros de luz (figura I-10) sobre la fotosíntesis, que le llevó a determinar que la transformación de energía lumínica en química tiene lugar en el cloroplasto de las plantas (1882), además de la producción de O₂ por parte del alga *Spirogyra*, interpretado con la observación de bacterias aerobias alrededor del alga. Julius Robert von Mayer (1814-1878), un ejemplo de usar los resultados de otros científicos para exponer su teoría sobre conservación de la energía y el metabolismo relacionó la producción de calor en los animales y la transformación de la energía.

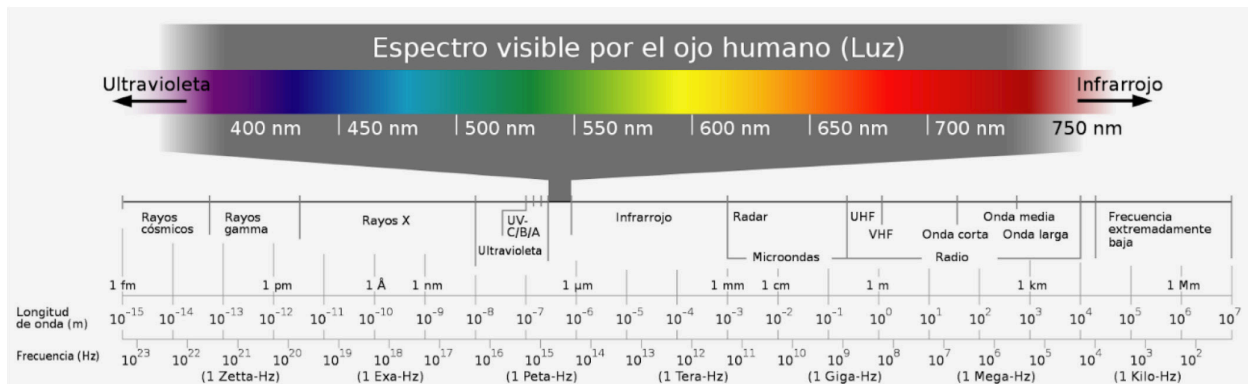


Figura I-10.-Espectro de luz visible al ojo humano, longitudes de onda entre 380 y 750nm. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Electromagnetic_spectrum-es.svg#/media/File:Electromagnetic_spectrum-es.svg (10 de enero de 2024).

Hugo von Mohl (1805-1872) estudió las células vegetales, el protoplasma celular, histología y morfología de las plantas, así como la formación de nuevas células en algas filamentosas. Jean Baptiste Boussingault descubrió (1864) las bases de la fórmula del proceso de fotosíntesis que se conoce hoy día. Emil Godlewski (1847-1930) descubrió (1873) que la formación de almidón en hojas iluminadas está directamente relacionada con la cantidad de CO₂ en la atmósfera (<https://historicalcasestudyphotosynth.weebly.com/1864-1941.html> consultado 17 julio 2023). Julius von Sachs (1832-1897) descubrió que la clorofila no está difundida dentro de la célula, sino restringida al cloroplasto, propuso la fórmula del proceso de fotosíntesis (1887), y resaltó la importancia de la experimentación para ampliar los conocimientos en biología: Kutschera y Niklas (2018) reclaman que Sachs sea considerado el padre de la fisiología vegetal.

Fórmula de la fotosíntesis:



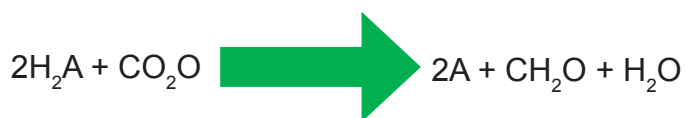
que hoy se puede considerar, porque se reestructuran 6 moléculas de agua, como:



Andreas Franz Wilhelm Schimper (1856-1901) considerado el primero que propuso la teoría endosimbiótica de los cloroplastos en la célula (1883), basado en que estos se forman a partir

de plastos anteriores dentro de ella (<https://www.oxfordreference.com/display/10.1093/oi/authority.20110803100445718> 14 de dic 2023). El descubrimiento de la cleptoplastía le confiere base a esta hipótesis, como también lo hace la molecular y la relación filogenética con cianobacterias (ver Sato, 2021 y Chu et al., 2004). Aunque se está haciendo referencia a la fotosíntesis, no se debe pasar por alto que las mitocondrias también se asocian a esta teoría, tomando en cuenta que el ancestro común más reciente de las mitocondrias está dentro del clado Alphaproteobacteria, que se calcula se produjo hace unos 2000 millones de años (Wang y Wu, 2015)

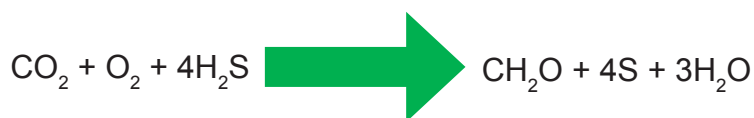
Frederick Frost Blackman (1866-1947) relacionó la intensidad lumínica y la temperatura (1905), en lo que más tarde se denominaría fase clara y fase oscura o reacciones en la luz y en la oscuridad durante el proceso de fotosíntesis. Michail Semionovič Cvet (1872-1919) introdujo la cromatografía en 1903 y 1906. H.H.Dixon y J. Joly (1895), intentaron explicar, con la teoría denominada tensión-cohesión-adhesión, el transporte y ascenso de la savia en plantas ([https://espanol.libretexts.org/Biologia/Bot%C3%A1nica/Bot%C3%A1nica_\(Ha%C2%BC_Morrow_y_Argel\)/Unit_3%3A_Fisiolog%C3%ADa_y_Regulaci%C3%B3n_Vegetal/17%3A_Transporte/17.01%3A_Transporte_Acu%C3%A1tico/17.1.03%3A_Teor%C3%ADa_de_Cohesi%C3%B3n-Tensi%C3%B3n](https://espanol.libretexts.org/Biologia/Bot%C3%A1nica/Bot%C3%A1nica_(Ha%C2%BC_Morrow_y_Argel)/Unit_3%3A_Fisiolog%C3%ADa_y_Regulaci%C3%B3n_Vegetal/17%3A_Transporte/17.01%3A_Transporte_Acu%C3%A1tico/17.1.03%3A_Teor%C3%ADa_de_Cohesi%C3%B3n-Tensi%C3%B3n) consultado 29 de septiembre de 2023). Cornelius Bernardus van Niel (1897-1985), van Niel (1941), en su estudio con bacterias fotosintéticas, relacionó la producción de O₂ (oxígeno pesado) a partir del H₂O (https://en.wikipedia.org/wiki/Photosynthesis#cite_note-Whitmarsh_1999-14) y demostró que la fotosíntesis es un proceso de oxidorreducción dependiente de la luz (1931) para lo cual usó como organismos experimentales bacterias púrpura de sulfuro, mediante el cual el hidrógeno de un componente oxidable, reduce el CO₂ a material celular ([https://en.wikipedia.org/wiki/C. B. van Niel](https://en.wikipedia.org/wiki/C._B._van_Niel)):



Robert Hill (1899-1991) relacionó la producción de oxígeno en cloroplastos aislados de las plantas debido a la presencia de un electrón artificial (1937), relacionó los cloroplastos y el CO₂. Malvin Calvin (1911-1997) estudió la secuencia de las reacciones químicas en la fotosíntesis a partir de 1940; obtuvo el premio Nobel de Química 1961 por sus estudios sobre asimilación del CO₂ por parte de las plantas, la cual no es dependiente de la luz y ha sido denominada ciclo de Calvin o de Calvin-Benson.

Daniel Arnon (1910-1994) estudió en 1954 la formación del ATP (trifosfato de adenosina), la energía biológicamente útil, que se sintetiza en los cloroplastos; descubrió la transformación de ADP+Pi en ATP (fotofosforilación). Arnon y Crane (1965) identificaron siete benzoquinonas como constituyentes normales de los cloroplastos (plastoquinonas A, B, C, D; α-, β-, y γ-tocoferol quinona). Johann Deisenhofer, Harmut Michel y Robert Huber (1982, 1985, 1988) estudiaron la reacción fotosintética de las bacterias *Rhodospseudomonas viridis*. (ver <https://www.biografiasyvidas.com/biografia/d/deisenhofer.htm>)

2. Quimiosíntesis (quimio = química, síntesis = transformar elementos químicos en moléculas de compuestos). - Es el proceso mediante el cual seres vivos pueden transformar material químico en compuestos orgánicos para su metabolismo y el de todos los demás componentes del ecosistema que estén en condiciones de assimilarlos. La ecuación general de la quimiosíntesis



Se ha encontrado que muchas bacterias que habitan en el fondo marino usan este mecanismo de nutrición, para lo cual no necesitan luz.

La **nutrición heterótrofa** la tienen todos aquellos organismos que requieren alimentarse de otros seres vivos para reponer pérdidas, acumular material si están creciendo y obtener energía para realizar todos sus procesos vitales y mantenerse en buen estado de salud. Se clasifica en:

1. Holótrofa es el tipo de nutrición mediante la cual los seres vivos obtienen sus nutrientes consumiendo, parcial o totalmente, otros seres vivos. Los seres vivos con este tipo de nutrición se clasifican en herbívoros, carnívoros y omnívoros. Fray Agustín Farfán (1532-1604) publicó (1592) en México el “Tratado Breve de Medicina y de Todas Sus Enfermedades” (Pardo-Tomás, 2022), Santorio Santorio (1561-1636), miembro del Colegio Médico de Venecia que se interesó en la digestión humana, 1614, es considerado el primero que introdujo el enfoque cuantitativo en las ciencias de la vida. James Lind (1716-1794) estudió, en un barco de la Marina Real, a tripulantes que por pasar mucho tiempo sin pisar tierra desarrollaban escorbuto. En un ensayo con 12 de esos pacientes, suministró naranja y limón a dos de ellos y encontró que se recuperaban de la enfermedad, este le permitió determinar (1753) la importancia de la vitamina C (ácido ascórbico) en la nutrición humana, e importantizó el consumo de naranja y limón como fuente de esta vitamina. Lind (1772) publicó un segundo tratado sobre escorbuto (Rizzi, 2010).
2. Simbiótica, asociación ecológica en la que dos organismos de especies diferentes se asocian para obtener beneficio mutuo de nutrición, e.g. corales y algas. Esta relación se puede dar entre un organismo autótrofo y uno heterótrofo o entre dos heterótrofos.
3. Saprotrofica, nutrición en la que un organismo se alimenta de material orgánico en descomposición, muy importante para limpiar el ecosistema y reincorporar elementos relevantes al mismo.
4. Parásita, un organismo se alimenta de otro haciéndole daño mientras está vivo y es diferente a la depreciación. El parásito usa la parte interna o externa del organismo denominado hospedero como su ambiente para protegerse y alimentarse. En ese sentido, debe tratarse como una relación entre el organismo y su entorno. Esto es que la parasitología estudia una relación ecológica entre el hospedero y el huésped, en el cual es muy importante la ecofisiología que si se entiende abre mayor probabilidad de tratar con éxito las parasitosis en seres vivos en cautiverio o en granjas de refugio de vida silvestre, así como al ser humano. Esto para que se tome en cuenta que el concepto de plaga no aplica a la naturaleza sino a la agropecuaria y a la salud.

Dinámica de las Poblaciones Humanas

La dinámica poblacional de cualquier especie de ser vivo depende de varias condiciones que son determinantes y viene dada por las fluctuaciones en la cantidad y la densidad de los organismos en el tiempo y el espacio. Esta dinámica está directamente relacionada con los factores limitantes que condicionan la capacidad de sostenimiento, que es la cantidad máxima de organismos que el sistema

puede albergar dada la disponibilidad de recursos. Los factores limitantes son aquellos componentes del sistema que se encuentran en cantidad limitada y condicionan la dinámica de las poblaciones en el ecosistema, *e.g.*, nutrientes del suelo, agua, oxígeno, comida, espacio, tóxicos, depredación, estresores ambientales y catástrofes. Es evidente que los principales factores limitantes son los imprescindibles que se encuentran en menor proporción en el ecosistema. Dentro de estos, los más importantes son el espacio disponible, la disponibilidad de alimentos, la competencia entre miembros de la misma especie y con miembros de otras especies, los depredadores, las enfermedades, la capacidad y estrategia de reproducción, así como la relación de esto último con la tasa de mortalidad. En ese sentido, estas son las condiciones para lo que se llama la capacidad de sostenimiento del sistema, que no es más que el límite de densidad a la que puede llegar en función de los recursos limitados de que dispone.

La dinámica poblacional, como parte de la ecología de una especie, está directamente relacionada con los cambios que se producen en el ambiente, en donde hay que contemplar la composición de edades en la misma, así como la tasa de natalidad y mortalidad. Para ello se trabaja con modelos que reflejan dicho cambio y permiten considerar el futuro de esta, para lo cual se construyen curvas de crecimiento (Fig I-11).

Los cálculos de las fluctuaciones en las poblaciones humanas se basan en los modelos de Thomas Robert Malthus (1766-1834), depredación y competencia; Alfred James Lotka (1880-1949), 1925, y Vito Volterra (1860-1940), 1926. Este último prestó atención a la matemática aplicada a la biología después de la I Guerra Mundial.

Los modelos acerca de la dinámica poblacional en la naturaleza toman en cuenta las variables tiempo (t), tamaño de la población (N), tasa intrínseca de crecimiento (r), capacidad de sostenimiento del sistema (k) y competencia intra e interespecífica. Las ecuaciones usadas son:

$$1. \frac{dN}{dt} = rN$$

donde r = tasa intrínseca de aumento (cantidad de individuos que nacen (n) versus la cantidad que fallecen (m), es decir $n-m$). Si $n > m$, la población crece; si $n = m$, se mantiene estable, sin cambios en N ; si $n < m$, la población disminuye y puede llegar a colapsar. Esta ecuación, corresponde al modelo de crecimiento exponencial en forma de J, asume que no hay ningún factor limitante. Ese supuesto parte de que cuando una población se establece en un lugar el alimento el espacio, son abundantes; el encuentro entre individuos de la misma especie, con los de otras especies que consumen el mismo alimento y con depredadores es poco frecuente. Sin embargo, en la medida que hay mayor cantidad de individuos, las condiciones descritas en la oración anterior cambian y el comportamiento de la población se ajusta más a la ecuación

$$2. \frac{dN}{dt} = rN (1-N/K)$$

Esta ecuación (2), corresponde a un modelo de crecimiento logístico, sigmoide, donde la población se puede acercar a la capacidad de sostenimiento del sistema, pero no la alcanza. Bajo esas condiciones y en un tiempo dado, sólo se toma en cuenta la competencia intraespecífica, es decir, entre organismos de la misma especie. Comprende una etapa inicial de crecimiento lento, seguida de una de crecimiento acelerado, para luego ralentizarse de nuevo sin llegar a alcanzar la capacidad K o de sostenimiento (Fig. I-11).

$$3. \frac{dN_1}{dt} = r_1 N_1 (1 - \alpha_{1,2} N_2 / K_1)$$

$$4. \frac{dN_2}{dt} = r_2 N_2 (1 - \alpha_{2,1} N_1 / K_2)$$

Los modelos 3 y 4, incorporan a la ecuación 2 la competencia interespecífica (con individuos de otras especies), por lo que $\alpha_{1,2}N_2$ y $\alpha_{2,1}N_1$ representan los efectos de la población 2 sobre la 1 y

de la población 1 sobre la 2, respectivamente. Como consecuencia, debido a que los recursos son limitados, la población competitivamente más fuerte excluirá a la otra; de no ser así, se repartirán el uso de los recursos para evitar competencia. Esta fue la base de los trabajos de Robert MacArthur (1958), que partió del principio de exclusión competitiva de George Frantsevich Gause (1910-1986) que establece que dos especies no pueden ocupar exactamente un mismo nicho porque una de ellas terminará excluyendo a la otra (Gause, 1932 y 1934), y la ecología evolutiva Pianka (1973) que permite inferir lo que ha ocurrido en un ecosistema para que la distribución de los recursos sea como en el momento que se producen los estudios o investigaciones.

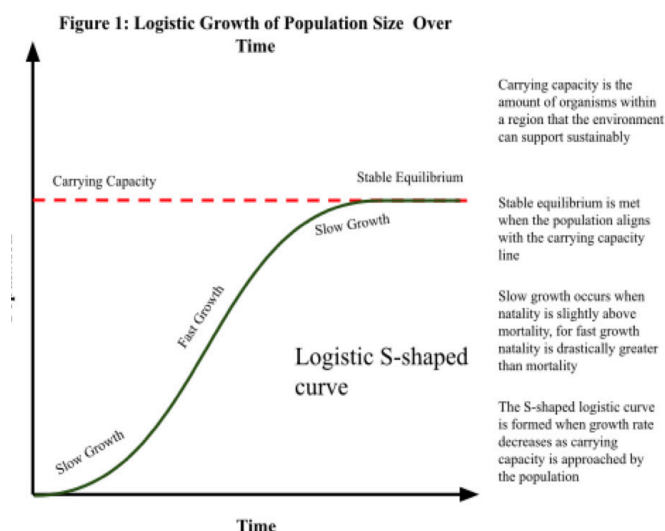


Figura I-11.-Modelo de crecimiento poblacional en presencia de factores limitantes para una capacidad de carga.

Vista la situación de los dos tipos de competencia, intraespecífica e interespecífica, es importante resaltar que esta es difícil de demostrar y siempre se basa en entender el solapamiento de los nichos entre las especies. Este nivel de coincidencia y separación de nichos ecológicos refleja cómo los seres vivos establecieron estrategias para usar los recursos, reducir la competencia y evitar la extinción mediante el uso equitativo de los recursos disponibles. Las consecuencias de la competencia interespecífica (Fig I-12).

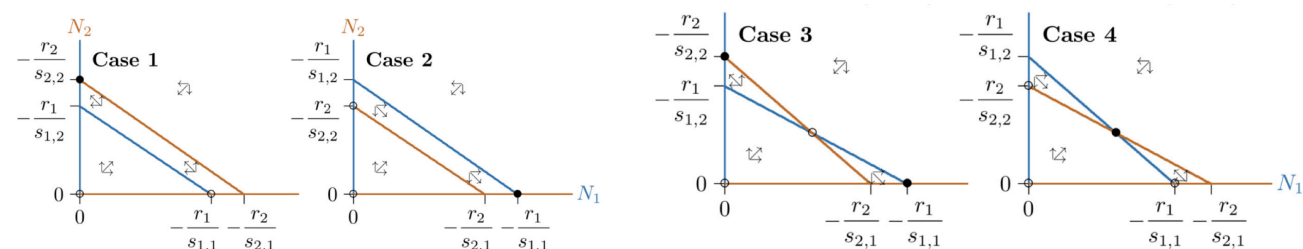


Figura I-12.- Modelos de las consecuencias de la competencia interespecífica, que se da cuando los recursos son limitados: Caso 1 en el cual la especie 2 es competitivamente superior a la 1, Caso 2 en el cual la especie 1 es competitivamente superior a la 2, Caso 3 hay un equilibrio inestable porque las condiciones pueden favorecer a cualquiera de las dos especies, y Caso 4 en la que ambas especies coexisten porque ninguna es competitivamente superior a la otra (formulación Lotka-Volterra por Clarence Lehman, Shelby Loberg, & Adam Clark licencia CC BY-NC 4.0. Fuente: <https://conservancy.umn.edu/handle/11299/204551>; <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/us/> 18 de junio de 2024).

Aunque en los seres humanos se dieron estas condiciones, muchas de ellas han cambiado en la medida que su vida social (el desarrollo científico y tecnológico) ha variado y con ello la capacidad de sostenimiento. Las poblaciones humanas se vieron ceñidas a este modelo mientras no hubo dominio de la agricultura para la alimentación, techo, sanidad, educación, procesamiento de los alimentos, etc. ¿Cuáles son entonces las acciones humanas que hacen variar la capacidad de sostenimiento? Pues, en sentido amplio, el desarrollo de la ciencia, la tecnología y la innovación. Concretamente, conocimiento y cuidado del ambiente, seguridad alimentaria y nutricional, servicios preventivos y remediales de salud, agua potable, calidad de la alimentación, edificaciones de calidad y verticales, condiciones en el hogar, vestimenta, economía, etc.

¿Hubo ciencia en el cambio de nómada, cazador-pescador-recolector a asentarse y luego generar la agricultura y la economía agrícola? Asentarse implicaba algo de conocimiento del ambiente y constituyó un gran reto, afrontar todas las adversidades desconocidas, depender en gran medida de un espacio más reducido para cubrir sus necesidades. Estos demandaban la sistematización de un proceso que implicó comprometerse mejor en cambiar las condiciones de vida, modificando el ambiente, para un mejor y mayor dominio del entorno y más allá. Esto no contradice lo ya señalado que la ciencia moderna se estableció después del renacimiento.

¿Cómo influye la capacidad de sostenimiento del sistema en el crecimiento y desarrollo de las poblaciones? ¿Rompió el ser humano las bases de la capacidad de sostenimiento? ¿Hasta dónde es eso posible?

La capacidad de sostenimiento o de carga (k) de una especie, viene dada porque el ambiente en que esta se desenvuelve posee recursos limitados. Los recursos disponibles le permiten a la población alcanzar un tamaño máximo, que es la mayor cantidad que el sistema puede tolerar, bajo determinadas condiciones espaciales y temporales. Aplicada al ecosistema, es la capacidad que tiene de sostener la vida que en él se encuentra. Debemos recordar que la tierra y todo el entorno que rodea un cultivo, constituyen su hábitat en el ecosistema.

Si la población alcanza la capacidad de sostenimiento y agota sus recursos, entonces sufrirá una crisis que se reflejará en pérdida de individuos y puede colapsar por completo si estos se terminaran. Esto es, que debe haber agua, comida suficiente y nutritiva, estrategia contra los depredadores, estrategia para el intercambio de gases, minimización de gases nocivos y espacio suficiente para que la población se mantenga. Es importante aclarar que la capacidad de sostenimiento no es constante, ya que variables ambientales pueden influir en la misma y la producción de alimentos en los seres humanos nos ha permitido aumentarla. En ese sentido, si la comida (nutrientes) se hace más abundante porque hay producción e importación de esta al ecosistema y el espacio no es limitante al punto que alcance, entonces la población logrará otra capacidad de sostenimiento. Suponga que una población (N) de lagartos se alimenta de insectos y, de repente, hay una producción o inmigración de los insectos de que estos se alimentan, muy por encima de la habitual. Esto puede provocar que la abundancia de comida genere mayor tasa de reproducción y menor tasa de mortalidad ($r = n-m$); por ende, mayor crecimiento y capacidad de sostenimiento que antes del evento, siempre tomando en cuenta la temporalidad o estacionalidad de este ejemplo.

Retos de la humanidad ante el caos ambiental. - En lo que respecta a los seres humanos, la curva de crecimiento poblacional sufrió un gran cambio entre los siglos XVIII y XIX y constituyó un gran reto para la producción de alimentos.

Durante el siglo XVIII, la población mundial pasó de unos 600 a 1000 millones de habitantes. En el siglo XIX aumentó hasta 1700 millones (Fig. I-13a-b) y se consideró que la Tierra estaba superpoblada,

que había llegado a su capacidad de sostenimiento, y era incapaz de producir alimento suficiente por la escasez de fertilizantes. Había un suelo que se empobrecía cada vez más, lo que se traducía en poca capacidad de producir alimento, porque los suelos tenían como factor limitante los nutrientes y había que dejarlos descansar para que el estiércol le devolviera los que había perdido.

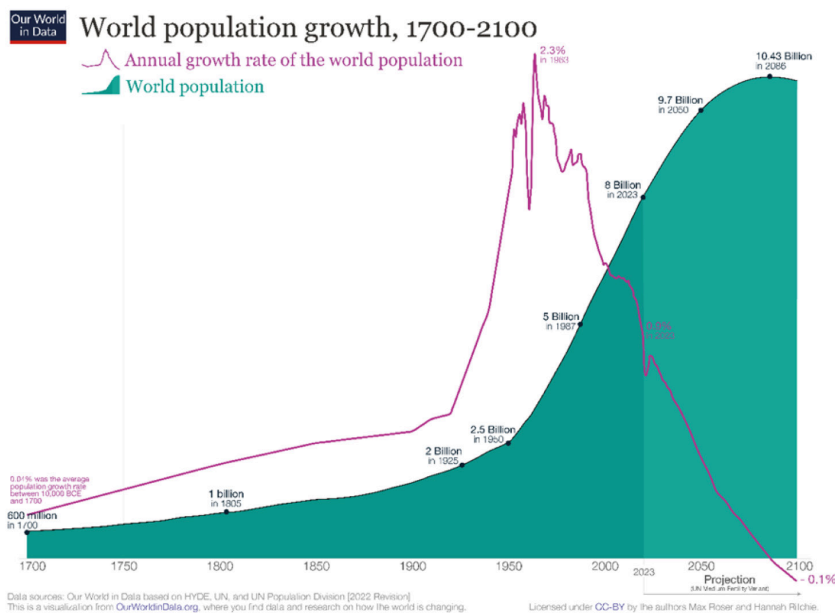


Figura I-13.- a) Cambios en las poblaciones humanas: a) desde 1500 y proyectada a 2050. <https://apuntesdedemografia.files.wordpress.com/2010/07/02pmundob.gif>; b) tasa de crecimiento (rosado) y cambios en el tamaño de la población (verde) desde 1700 proyectada al año 2100 (<https://ourworldindata.org/world-population-growth#:~:text=After%201800%20this%20changed%20fundamentally,number%20of%20people%20ever%20born> 18 de junio de 2024)

Considerando la fertilidad del suelo, la producción de alimento es un factor limitante que condiciona una capacidad de carga en las poblaciones humanas. La malnutrición, trae como consecuencia mayor susceptibilidad a las enfermedades, mayor tasa de mortalidad en los más vulnerables y menores expectativas de vida.

Para las poblaciones humanas, se tornó crítico encontrar soluciones a la pérdida de la fertilidad del suelo para poder producir mayor cantidad de alimentos que le permitieran cambiar la capacidad de carga o sostenimiento del sistema. Requería de mayor cantidad de comida que cubrieran sus necesidades. Como el factor limitante de los rubros a producir estaba en la fertilidad del suelo, se necesitaba entenderlo y buscar cuáles eran esos nutrientes que permitieran un suelo más fértil para el agro, que también hiciera posible producir alimento para los animales domésticos. Es importante aclarar que no se ignoran factores sanitarios, de depredación por parte de grandes depredadores, techo, educación, etc., solo es que la producción del suelo era crítica.

Durante este proceso, hubo translocación de especies, incluyendo las islas y un espectro amplio de animales domésticos, cultivos, malezas, microorganismos, entre otros. Los colonizadores de Chipre (hace unos 10.6 k años) introdujeron cereales domésticos, legumbres, ovejas, chivos, reses, cerdos, perros domésticos y gatos. También, animales de caza desde el continente como ciervos, zorros y jabalí. Hacia 1,500 aC, los polinesios se diseminaron por el pacífico e introdujeron diversos tipos de cultivos, entre ellos el ñame (*Dioscorea spp.*), yautía (*Colocasia esculenta*) y musáceas (*Musa spp.*), y animales como el cerdo, pollo, pato, perro y ratas (*Rattus exulans*). En el caso del Caribe, los pueblos nativos que se expandían (período Arcaico y Cerámico) introdujeron aguacate silvestre (*Persea americana*), yuca (*Manihot esculenta*), maíz (*Zea mays*), tabaco (*Nicotiana rustica*) y varios árboles, así como animales como perro, zarigüeyas (*Didelphis sp.*), conejillos de indias (*Cavia porcellus*) y musarañas (*Neophantes edithae*) (Boivin et al., 2016). Con la colonización de Europa a las Antillas, se expandieron los rubros agrícolas.

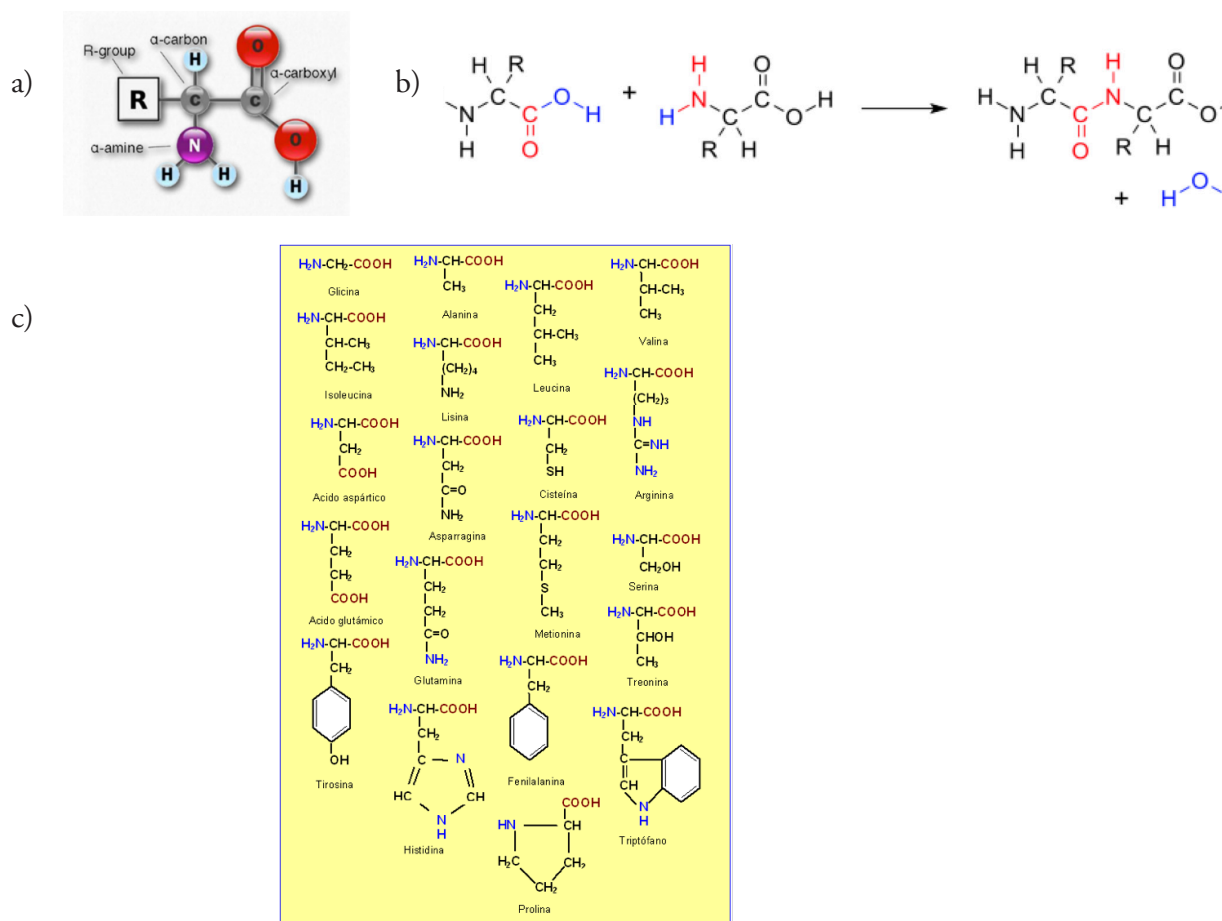
Abonos de minas en Bolivia, Chile y Perú y de guano de aves en Chile y Perú. - Ante esta situación, entran en escena los fertilizantes del suelo, de modo que se pueda enriquecer y proveer los nutrientes que las plantas cultivadas necesitan. El nitrógeno es un elemento químico que se encuentra en grandes cantidades en la atmósfera, pero no es aprovechable por las plantas por la forma en que está, por esto se denomina un factor crítico para las plantas. Es imprescindible para la formación de ácidos nucleicos y proteínas y sólo es asimilable por estas en forma de nitrato de sodio (NaNO_3) o de potasio (KNO_3). En ese sentido, se requerían fertilizantes del suelo con alto contenido de N asimilable por las plantas. Hacia finales del siglo XVII, se determinó que los campos usados para el cultivo de nabo ofrecían mayor fertilidad en cultivos posteriores, lo cual se asoció con el salitre o nitrato (Lloret Pastor, 2022).

En el siglo XIX se desarrolló una industria de fertilizantes en Sudamérica gracias al nitrato de minas (nitrato de sodio, NaNO_3 , o de potasio, KNO_3) de salitre presentes en Chile, Perú y Bolivia (1871-1905). El guano de las aves acuáticas de las islas de las costas de Pacífico de Sudamérica frente a Perú y Chile en la denominada era del guano (1840-1880) constituye extraordinario fertilizante. Hay que destacar que la guerra del Pacífico (1879-1883) entre estos tres países, tuvo como consecuencia que Chile dejara a Bolivia sin salida al mar. El interés por el guano se produjo luego de que Alexander von Humboldt llevara a Europa una muestra de guano de Perú y al ser analizada se encontró que era rico en fósforo, nitrógeno, potasio y magnesio, de esto se desprende que se empezara a explotar para exportar a Europa (Ceroni Galloso, 2012). No obstante, los nativos de Perú ya conocían y aplicaban el guano para fertilizar la tierra para sus cultivos (Colás, 2021).

“El empirismo y el atraso de las ciencias fisicoquímicas -decía Liebig -son responsables de que el empobrecimiento del suelo por la agricultura no haya tenido ni una explicación satisfactoria ni un remedio oportuno, pese a que su influencia sobre las naciones es tal que puede expresarse con este aforismo: “La prosperidad de los pueblos depende de la duración de la fertilidad del suelo (Liebig,

1854)” (González Gonzalez, 2003). Liebig (1843) descubre la importancia del N, P, K. Hermann Hellriegel (1831-1895) y Hermann Wilfarth (1853-1904) descubrieron la fijación del nitrógeno por parte de las leguminosas.

El nitrógeno es un elemento importante en la estructura de las proteínas, que están formadas por unidades moleculares denominadas aminoácidos (aa) de los cuales existen 20 en la naturaleza y cuyas cadenas pueden adquirir diferentes configuraciones para la formación de las proteínas con variados niveles de complejidad. Para formar las proteínas, estos se unen mediante enlaces peptídicos. Un **aa** está constituido por un grupo amino ($-\text{NH}_2$), un radical (R, ligado al átomo α de la cadena amida) y un grupo carboxilo ($-\text{COOH}$). Un ejemplo de aminoácido es la estructura de la serina (Fig. I-14a). En cada enlace peptídico se desprende una molécula de agua (Fig. I-14b). Cadenas largas de **aa** forman una proteína, que no requiere que estén presentes todos los **aa** naturales (Fig. I-14c).



Buscar permiso (<https://www.uco.es/zootecniaygestion/menu.php?tema=148>)

Figura I-14.-Estructura de un aminoácido, cómo se unen mediante un enlace peptídico para formar la cadena de aa que fabrican las proteínas. Esto es que los aa se unen mediante enlaces peptídicos, Nótese (en rojo) que en el enlace se desprende un -OH (azul) del COOH (rojo) y un H (azul) del NH₂ (rojo) para formar una molécula de agua (en azul) (<https://es.wikipedia.org/wiki/Amino%C3%A1cido> y https://es.wikipedia.org/wiki/Enlace_pept%C3%ADdico creative common, copiado el 20 de abril de 2023).

Saber que el suelo dedicado a la agricultura requiere que le adicionen nutrientes para sostener un cultivo, ya que estos no están presentes o se agotan porque las plantas los están absorbiendo para su nutrición. Para una producción de alimentos a gran escala, se requiere también suplirle nutrientes en la misma proporción. En ese sentido, producir masivamente demanda reponer estos nutrientes. Existía

la necesidad de determinar cómo producirlo que no fuera solo con el estiércol porque probablemente las fuentes de nitratos de Bolivia, Chile y Perú eran limitadas. El N₂ en el suelo es difícil de separar debido al triple enlace que se ha producido entre ellos, solo algunos microorganismos (bacterias) del suelo pueden usarlo y luego traspasarlo a las plantas.

Para suplir las necesidades de una población en crecimiento, era necesario determinar cómo generar a gran escala el N asimilable por las plantas. Se debe resaltar que las plantas no usan el nitrógeno como está en la atmósfera (que tiene 78% de N), para que sea útil para ellas se requiere que los microorganismos *diazotrofos* (di = dos, azo = nitrógeno y trofo = comer) del suelo (bacterias), *e.g. Bradyrhizobium*, *Frankia* y *Azospirillum*, lo transforman en asimilable. La fijación de nitrógeno, es decir, formación de compuestos nitrogenados a partir del N₂, es realizada por estas bacterias. Esto sugiere que, en la actualidad, hay que acudir a estudios metagenómicos del suelo para determinar la diversidad de microorganismos en el mismo. Hay que destacar que se ha determinado que un gramo de suelo dedicado a la agricultura posee entre 10⁸ y 10⁹ bacterias. No se debe olvidar que los avances en estudios de microorganismos, de todos los grupos (Bacteria, Archaea, Eukarya), permiten establecer las condiciones de este para los cultivos.

Entre finales del siglo XIX e inicios del XX surgieron nuevas fuentes de nitrógeno producido en laboratorio. Se considera que Joseph Henry Gilbert (1817-1901) y John Bennet Lawes (1814-1900) realizaron experimentos con fertilizantes inorgánicos y orgánicos (Lira de Medeiros, sin fecha), fosforados y nitrogenados, en el señorío de Rothamsted (entre 1843 y 1856), de los cuales hay muchos archivos de más de 300,000 muestras que tienen importancia para investigaciones actuales. Se asume un experimento continuo porque algunos resultados fueron relevantes y los archivos se pueden usar aún para investigaciones científicas. Estos son trabajos pioneros en estudios de la nutrición de las plantas, denominados experimentos clásicos a los cuales se introducen cambios cada 5 a 10 años porque aún mantienen vigencia (<https://rothamsted.ac.uk/long-term-experiments> 08 de agosto de 2023).

Gracias a los trabajos de Adolf Frank (1834-1916), Nikodem Caro (1871-1935) y Fritz Haber (1868-1934) se logró el primer producto comercial para la fijación de nitrógeno mediante la cianamida cálcica (Fig. I-15). El método para este es producido por estos científicos entre 1895 y 1899, de ahí el nombre de Frank-Caro. También emergieron nuevas tecnologías para la agricultura de precisión y ecológica, y discusiones en torno al monocultivo vs policultivo.

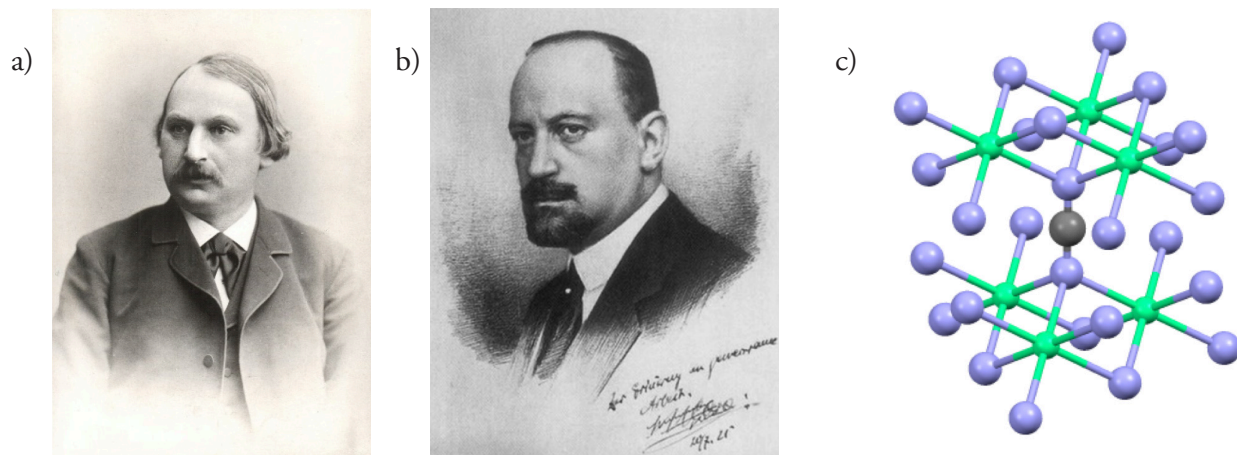


Figura I-15.-a) Adolf Frank (1834-1916) y b) Nikodem Caro (1871-1935), produjeron el primer producto comercial para la fijación de nitrógeno con la cianamida de calcio (fotos de public domain, Wikipedia). c) Cianamida cálcica-CaCN₂-(<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/deed.en>).



Fritz Haber (1868-1934), Premio Nobel de Química 1918 (otorgado en 1919) por su trabajo en la síntesis de amonio para fertilizantes (Fig I-16). También fue responsable de la guerra química durante la I Guerra Mundial, por lo que llegó a considerarse criminal de guerra por usar su descubrimiento en la producción de gas venenoso.

Además de alimento, se consiguieron avances significativos en el aspecto sanitario, educativo, social, nutricional, industrial, comercial, etc. No se pretende que, en el caso de los seres humanos, la alimentación fuera la única, pero tecnificarla para su producción en masa fue determinante. Todos estos avances en la producción y calidad de los alimentos contribuyeron a ampliar la capacidad de carga o sostenimiento, K (Fig. I-16).

Figura I-16.-Fritz Haber (1868-1934), premio Nobel de Química 1918 por sus logros en la síntesis de amonio.

Con el auge de la agricultura y la ganadería, aparecen y se incrementan las poblaciones de organismos que atacan a los cultivos y el ganado, y a los cuales se les ha denominado plagas. Los campesinos se vieron en la necesidad de buscar alternativas para combatirlos. Surgen entonces los pesticidas, que se remontan a hace 4,500.

Biodiversidad, nuevas tecnologías, agricultura de precisión, agricultura ecológica, monocultivo, policultivo

Biodiversidad. - Es sabido que la agricultura se basa en el uso de los componentes de la biodiversidad para provecho de la humanidad como alimento, transporte, vestirse, como mascotas para librar tensiones, etc.

La Sistemática. - Es la disciplina biológica que se encarga de caracterizar los componentes de la biodiversidad, organizar y establecer el parentesco de los seres vivos en la tierra. Esto es que estudia el descubrimiento, descripción, clasificación y relación filogenética de la vida en el planeta azul. Agrupa a los organismos de acuerdo con estructuras o moléculas que tengan en común, mediante las hipótesis de que dichos atributos han sido heredados del ancestro común más reciente. Mediante esta se determina la relación ancestro descendiente. El término estructura, es un concepto bien amplio ya que se puede referir a color, morfología, etc. (Rodríguez-Peña, 2009).

La sistemática ha demostrado ser muy relevante para el entendimiento de la biodiversidad en todas sus vertientes. Sus bases modernas se deben al ingenio de Carlos Linneo (1707-1778) quien en 1758 publica la X edición de *Systema Naturae* donde propone clasificar la vida en el planeta (Taylor, 2003). Propuso jerarquizar en grupos más y menos inclusivos, basado en atributos o caracteres comunes. Este aporte, hace posible que hoy con más de 1,750,000 especies de seres vivos descritos podamos tener una visión general de ellos y profundizar en su conocimiento, tanto como el interés lo permita. Antes de que existieran las computadoras se hizo esta propuesta.

La clasificación jerárquica que se desprende de la propuesta de Linneo comprende las categorías siguientes, siempre la posterior menos inclusiva que la anterior: -Dominio -Reino -Phylum o tipo -Clase -Orden -Familia -Género -Especie. Cabe aclarar que, aunque estos nombres siguen el sistema

propuesto por Linneo, este no usó todas las categorías que se acaban de enumerar. También, aunque no se discutirá aquí, un grupo de biólogos (liderado por Kevin de Queiroz, PD Cantino y JA Gautier) han propuesto, desde finales del siglo XX, sustituir este sistema por uno denominado Filocódigo (Phylocode), o Código Internacional de Nomenclatura Filogenética. Gracias al legado de Linneo y de Willi Hennig (1913-1976), Carl Woese (1977, 1985, 1998) propuso clasificar toda la vida en el planeta en tres grandes dominios, *i.e.* (Bacteria (Archaea Eukarya)), lo que afianza que fue un gran aporte a la humanidad (Fig I-17).

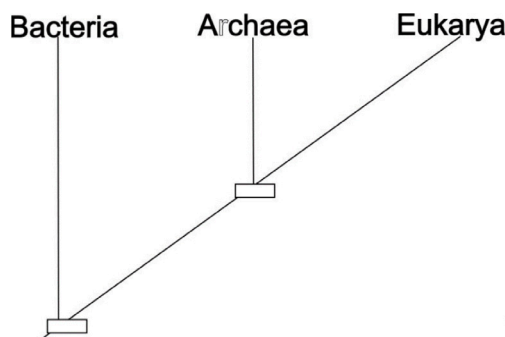


Figura I-17.- Cladograma que representa la filogenia de los seres vivos en sus tres categorías más inclusivas. Líneas que se unen representan hipótesis de homología del parentesco, que se debe interpretar como que Archaea y Eukarya son grupos hermanos porque comparten un ancestro común más reciente que con el dominio Bacteria: (Archaea Eukarya) Bacteria). (Figura 6.4, Rodríguez Peña, 2009)

Caracterizada la biodiversidad, es importante estudiar la distribución geográfica y tratar de explicar los patrones y procesos que han hecho posible que las especies se encuentren en determinado lugar. Esto es, su distribución en el planeta y cómo se explica ese patrón de presencia en cada lugar, a esto se llama biogeografía. Cuando se establece la composición y diversidad genética, así como la forma en que los caracteres se transmiten de padres a hijos, de manera que su morfología y funcionamiento se comporten como el de sus ancestros (aunque con variaciones debido a diferentes mecanismos) se hace alusión a la genética y biología molecular.

La genética estudia la transmisión de los atributos de los organismos a sus descendientes, así como la estructura molecular de esos atributos que denominamos genes, los patrones fenotípicos y genotípicos. Es importante tomar en cuenta que la expresión de los caracteres hereditarios transmitidos depende tanto del código genético como de las condiciones ambientales, ya que de este toman los organismos la materia prima para expresar lo codificado en el fenotipo; en otras palabras, el fenotipo depende de los genes y su ambiente. La genética y biología molecular nacieron como disciplinas separadas y convergieron de modo tal que son prácticamente una sola disciplina.

La ecología estudia la relación espacial y temporal de los seres vivos con su entorno biótico (otros seres vivos) y no bióticos (el entorno que no es un ser vivo). Este era uno de los primeros aspectos que el ser humano debía dominar para la domesticación de especies animales y plantas, inicialmente y luego de los demás componentes de la biodiversidad. Cuando se entiende que toda la vida sobre el planeta forma parte de un sistema, que por lo tanto hay una relación de interdependencia entre todos sus componentes lo cual nos obliga a conocerlo y protegerlo para nuestra propia subsistencia, se hace referencia a la conservación.

La ecología estudia la relación temporal y espacial de los seres vivos en determinado lugar mientras que la evolución estudia los cambios en el tiempo y en el espacio a través de los cuales ha surgido toda la diversidad de seres vivos en la Tierra. La teoría de la evolución establece que los cambios se producen y son responsables de la biodiversidad, cuando se tratan de explicar los mecanismos acerca de cómo opera

la evolución, entonces se hace referencia a los personajes más destacados: a) Jean Baptiste Lamarck (1744-1829) quien propuso el transformismo que es un mecanismo mediante el cual la necesidad hace que el órgano se desarrolle, bautizada luego como la herencia de los caracteres adquiridos; esto no debe prestarse a errores por cuanto esa herencia puede implicar una referencia a la genética, cuyas bases se sentaron en 1865 con Johann Gregor Méndel pero que no se aplicaron hasta 1900 con los trabajos de Hugo de Vries (1889, 1900), Carl Correns (1900) y Erich Von Tschermak-Seysenegg (1900). Charles Darwin (1859), quien propuso la selección natural como principal mecanismo, no el único, de la evolución; este supone cambios graduales que se van fijando en la población y a través de los cuales surgen nuevas variedades o especies. Eldredge y Gould (1972), propusieron la teoría de los equilibrios puntuados o intermitentes, como alternativa a la evolución gradual propuesta por Darwin. Kimura (1968) propuso la teoría de evolución neutral a nivel molecular, que consiste en que la mayoría de los polimorfismos moleculares en las poblaciones y las diferencias moleculares entre especies, se deben a cambios neutrales o cuasi neutrales.

La paleontología trabaja con los registros fósiles, que nos hace conocer la diversidad de lo ya desaparecido en la diversidad del planeta y la Evolución con los cambios en el tiempo y el espacio a través de los cuales se ha generado toda la biodiversidad, que nos permitió entender la pandemia de la Covid-19 y actuar en consecuencia.

Para llegar a realizar todo lo que se ha referido hasta ahora en este capítulo, la Sistemática, Biogeografía, Genética, Fisiología, Ecología, Paleontología, Evolución y Conservación, han sido cruciales. Sin ello no se entendieran las especies que se cultivan y crían, desde el punto de qué son, de dónde vienen, cuáles son sus requerimientos nutricionales, cómo resisten los retos ambientales, cómo funcionan sus partes y qué papel juega cada ser vivo en el ecosistema

Seguridad Alimentaria, Soberanía Alimentaria y Nutricional, Uso y Abuso de Pesticidas y Antibióticos

Dado que la inocuidad de los alimentos depende de que estos estén libres de pesticidas, antibióticos y microorganismos patógenos, abordar el tema del uso y abuso de pesticidas y antibióticos, resulta crucial, dadas las consecuencias que tiene en la salud humana y la adopción del criterio de Una Salud.

Regulaciones. -La búsqueda de soluciones a nuestras enfermedades, al ataque de otros organismos a los cultivos y a los animales domesticados, llevó al ser humano a investigar y descubrir los problemas reales o aparentes y a aplicar soluciones a estos. Al profundizar en las mismas, se descubrió que no se habían sistematizado lo suficiente las soluciones y esto creó una serie de problemas de intoxicación, resistencia a antibióticos, degradación de ambientes, baja o ninguna eficiencia en combatir plagas.

Uso y abuso de pesticidas. - El descubrimiento de sustancias químicas que permitieran atacar con éxito a los seres vivos que afectaban los cultivos, generó una dinámica de investigación y aplicaciones prácticas para combatirlos.

Hace 4,500 años, los Sumerios usaban compuestos de azufre para controlar poblaciones de insectos y ácaros (Unsworth, 2010). Documentos de la antigua Grecia y Roma dan cuentas del uso de métodos químicos para controlar enfermedades de plantas (Unsworth, 2010: https://agrochemicals.iupac.org/index.php?option=com_sobi2&sobi2Task=sobi2Details&catid=3&sobi2Id=31). Un recuento cronológico en la página de la Universidad Penn State (<https://extension.psu.edu/a-short-history-of-pest-management>) refleja que, desde 2,500 aC, los sumerios usaban compuestos de azufre para matar insectos; que los chinos y egipcios acudieron a las hierbas y aceites para controlar las plagas. En 1200

aC, los egipcios usaron cicuta y acónito (plantas venenosas) para el control de plagas (ver a Brief History of Pesticide Regulation, 2017, del Departamento de Regulación de Pesticidas de California: <https://www.cdpr.ca.gov/docs/pressrls/dprguide.htm> consultado 18-I-2024). Los chinos mezclaron arsénico con agua para el control de insectos (800 aC), también aprendieron a usar la fenología para establecer el tiempo idóneo para plantar sus cultivos de modo que se pudiera evitar el ataque de plagas; y la aplicación el jabón como plaguicida hacia 1,100 dC.

La fenología, un aspecto de la agroecología, se define como la disciplina que estudia el ciclo de vida de los seres vivos en relación con las estaciones del año. Tiene que ver con cambios cíclicos temporales en el ambiente.

En el siglo XVI, Paracelso (1493-1541: Philippus Aureolus Theophrastus Bombastus von Hohenheimborn, nombre de nacimiento) postula que sólo la dosis hace al veneno (<https://www.cdpr.ca.gov/docs/pressrls/dprguide.htm>), lo cual es relevante para el futuro. Vásquez Aldana (2020) resalta que, la aplicación en el siglo XVI de arsenicales como insecticidas por parte de los chinos, también se le añadió la nicotina del tabaco. En el siglo XVII se usaba la nicotina (infusión de tabaco) y arsénico como materiales principales en el control de plagas. Que en el siglo XIX se usaba el pelitre (una mezcla de la planta con sabor salino muy fuerte y queroseno), jabón, aplicación de lavatorios (una mezcla de tabaco, azufre y cal) contra insectos y hongos, uso de organoclorados como el DDT (<http://agroregion.com/articulo?id=188> 29 de mayo de 2023). Entre finales del siglo XIX e inicios del XX, se produce una explosión en la aplicación de insecticidas, lo que trajo como consecuencia que en las décadas de 1920 y 1930 los insecticidas se hicieran muy caros y poco eficientes. Esto llevó a probar la síntesis de otros compuestos que contribuyeran a paliar la situación hacia la década de 1930, cuando el médico Suizo Paul Hermann Müller (1899-1965) descubrió que el DDT (sintetizado por un estudiante alemán de postgrado) tiene efecto insecticida.

La revolución verde de las décadas de 1950 y 1960 asumió que los pesticidas sintéticos constituían la respuesta al hambre en el mundo. Sin embargo, en su libro “Silent Spring” o “Primavera Silenciosa”, Rachel Carson (1962: <https://nfcca.org/news/nn201506k.html>) llamó la atención en torno a los efectos nocivos del DDT en la vida silvestre, calidad del agua, la salud humana, que se encontró en la leche y otros alimentos; como punto relevante se destaca la resistencia de una serie de insectos a este pesticida.

Esto generó que iniciará un proceso de sistematización de las investigaciones hacia el manejo integrado de plagas (IPM, siglas en inglés). En EE. UU. hubo fondos para que las universidades y centros de investigación realizarán estudios sobre el problema. Como consecuencia de esta se crearon jurisdicciones para el registro y regulación de pesticidas y el establecimiento de programas académicos sobre pesticidas que implicaba concesión de tierra. Esto siguió su desarrollo en la década de 1990 en favor de comida más saludable, libre de pesticidas, que favoreciera a la comunidad, con énfasis en la salud infantil. En consulta a la página de Penn State sobre el tema se encontró que el control de pesticidas es muy dinámico y no se puede predecir cuál es el futuro que le espera (<https://extension.psu.edu/a-short-history-of-pest-management>). En la década de 2010, se desarrollaron por lo menos 105 nuevos pesticidas con baja toxicidad (Umetsu y Shirai, 2020).mm

Resistencia a los antibióticos. - Los microorganismos desarrollan resistencia a los medicamentos. La base de esta resistencia consiste en una serie de mecanismos mediante los cuales hay intercambio de material genético no ligado a la reproducción. Esta estrategia con el material genético es usado con frecuencia por los microorganismos para contrarrestar la acción de los antibióticos en su contra. La historia de los antibióticos inicia con el descubrimiento de la penicilina en 1928 por parte de Alexander Fleming (1881-1955), premio Nobel de medicina en 1945, y que empezó a usarse en el tratamiento

de infecciones en 1943 que fue clave en la II Guerra Mundial para salvar la vida de muchos soldados. En 1945 Fleming llamó la atención en torno a la demanda excesiva y el abuso de su uso, que podía conducir a la evolución de resistencia. El CDC (Centro para el Control y Prevención de Enfermedades de EE. UU.) aclara que la resistencia a antibióticos no quiere decir que nuestro organismo sea resistente a antifúngicos y antibacterianos, sino que determinados hongos y bacterias que causan infección son resistentes a estos tratamientos (<https://www.cdc.gov/drugresistance/about/how-resistance-happens.html> consultado 24 de febrero de 2023).

Los antibióticos han jugado un papel importante en el aumento de la capacidad de sostenimiento en las poblaciones humanas por cuanto ha permitido cambios sustanciales en la medicina y contribuido a salvar millones de vidas humanas y de animales. Sin embargo, se empezó a encontrar resistencia que cuestionó los avances logrados en el tratamiento de enfermedades infectocontagiosas, lo cual puso en peligro su uso por la falta de confianza de la gente (década de 1950). Este problema se disipó con el descubrimiento de los β -lactámicos, que hicieron retornar la confianza del público en el uso de antibióticos, sin embargo, en Reino Unido (1962) y en EE. UU. (1968) se encontró resistencia a estos β -lactámicos. Burgos Ovalles y Mena Leyba (2013) estudiaron este problema en 175 muestras de pacientes de la comunidad con infecciones urinarias, abscesos, oídos, heridas, úlceras, catéter y nasal, en las que agentes causantes de las afecciones eran sospechosos de presentar resistencia a antibióticos β -lactámicos. En general, se ha encontrado resistencia a casi todos los antibióticos desarrollados, lo que ha planteado diversos retos y la adopción de varias estrategias para enfrentarlo. Una muy importante es controlar su uso, tanto en la prescripción como en la disponibilidad sin recetas en las farmacias (ver Ventola, 2015) y seguir detrás de nuevos antimicrobianos como el control biológico de bacteriófagos (Pimienta Rodríguez, 2013; Jiang et al, 2024).

Habboush y Guzman, 2022, (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK513277/> consultado el 24 de enero de 2023) hacen referencia a la evolución de las bacterias para evadir el efecto de los antibióticos. La difusión de los genes de resistencia a antibióticos, una preocupación ecológica que repercute en la salud, explica en cuatro mecanismos:

1. **Resistencia intrínseca.** - Mecanismo mediante el cual la bacteria sobrevive gracias a cambios evolutivos en la estructura de sus componentes, *e.g.*, si un antibiótico como la penicilina afecta el mecanismo de formación de la pared celular y la célula en cuestión carece de esta, entonces no la puede afectar.
2. **Resistencia adquirida.** - La bacteria adquiere la condición de resistir la actividad de determinado agente antimicrobiano al que era susceptible. Se puede dar vía una mutación genética obtenida del ADN de una bacteria que ya era resistente a dicha sustancia, *e.g.*, la resistencia de *Mycobacterium tuberculosis* a la rifamicina.
3. **Cambio genético.** - Cambio que puede darse en el DNA de la bacteria, que altera su producción de proteína, que genera se transforme en un componente bacteriano que la hace no detectable por el antibiótico.
4. **Transferencia de ADN.** - Se puede producir la transferencia horizontal de genes de resistencia a algún agente, que se puede generar bajo tres condiciones:
 - Transformación, vía la incorporación de ADN desnudo;
 - Transducción, vía el proceso de fagocitosis; y
 - Conjugación, vía contacto directo

Frederick Griffith (1879-1941), en su experimento con la cepas lisas y rugosas de *Streptococcus pneumoniae*, estableció lo que denominó “Principio de transformación” que sentó las bases del descubrimiento de la transferencia horizontal de genes y para el experimento de Avery et al (1944) que permitía determinar que el ADN era el material genético, lo cual se afianzó con el trabajo de Hershey y Chase (1952) y que arrojaba luz acerca de la discusión que tenía dos candidatos para el material genético, las proteínas y los ácidos nucleicos.

La causa principal de la resistencia a antibióticos se debe al abuso en su uso en animales domésticos y en seres humanos. Hay una serie de aspectos sobre la evolución de microorganismos que se podría discutir para arrojar más luz en torno a la resistencia a antibióticos, pero escapa al objetivo de este libro (ver Celis Bustos et al., 2017).

Cambio Climático, Movimiento Ambientalista, Estudio y Conservación de la Biodiversidad y Animalistas

El calentamiento global y el cambio climático se prestan a controversias por cuanto hay muchos alegatos de que cambio en el clima hay siempre. Se usa cambio climático como una salida política que muestre al público en general que ese calentamiento global está generando cambios muy acelerados en el clima. Los efectos en el cambio climático que ha generado el calentamiento global debido a la emisión de gases de efecto invernadero (Fig. I-18), por lo que esta crisis que estamos sufriendo se considera de origen antrópico, a diferencia del calentamiento que puso fin a la última glaciación que fue determinante en asentamientos de los seres humanos y en el origen de la agricultura, o construcción de nicho (Boivin et al., 2016).

Por otro lado, con frecuencia se confunden estos conceptos. Sin embargo, existe un nivel de solapamiento considerable entre ambientalistas y ecologistas, y mucho más débil y a veces en conflicto con los protectores de animales. Para que el desarrollo sea sostenible, es imprescindible que se conozca la biodiversidad, concepto que vimos involucra el medio ambiente, esto es bosques, humedales (ríos, lagos, lagunas, pantanos, manglares), aire, montañas, llanuras, etc. También se requieren diferentes niveles de conocimiento de sistemática, biogeografía, ecología, fisiología, genética, salud, clima, ingeniería, economía, educación, sociología.

Se estima que, para los próximos 30 años, por efecto del CC se generen elevaciones considerables en el nivel del mar (Fig. I-19).

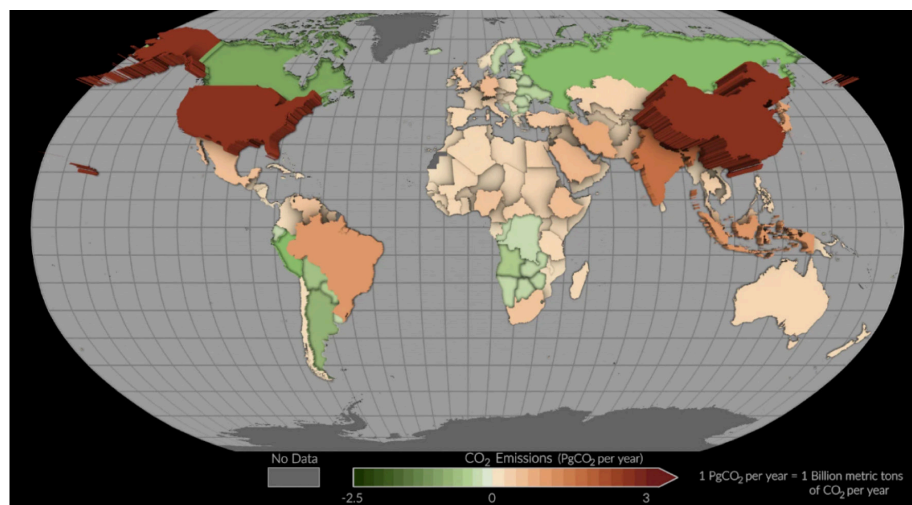


Figura I-18.-Mapa del promedio de emisión y remoción de CO₂ por año, desde 2015 a 2020 (https://climate.nasa.gov/news/3251/nasa-space-mission-takes-stock-of-carbon-dioxide-emissions-by-countries/?utm_source=newsletter&utm_medium=email&utm_campaign=monthly+newsletter).

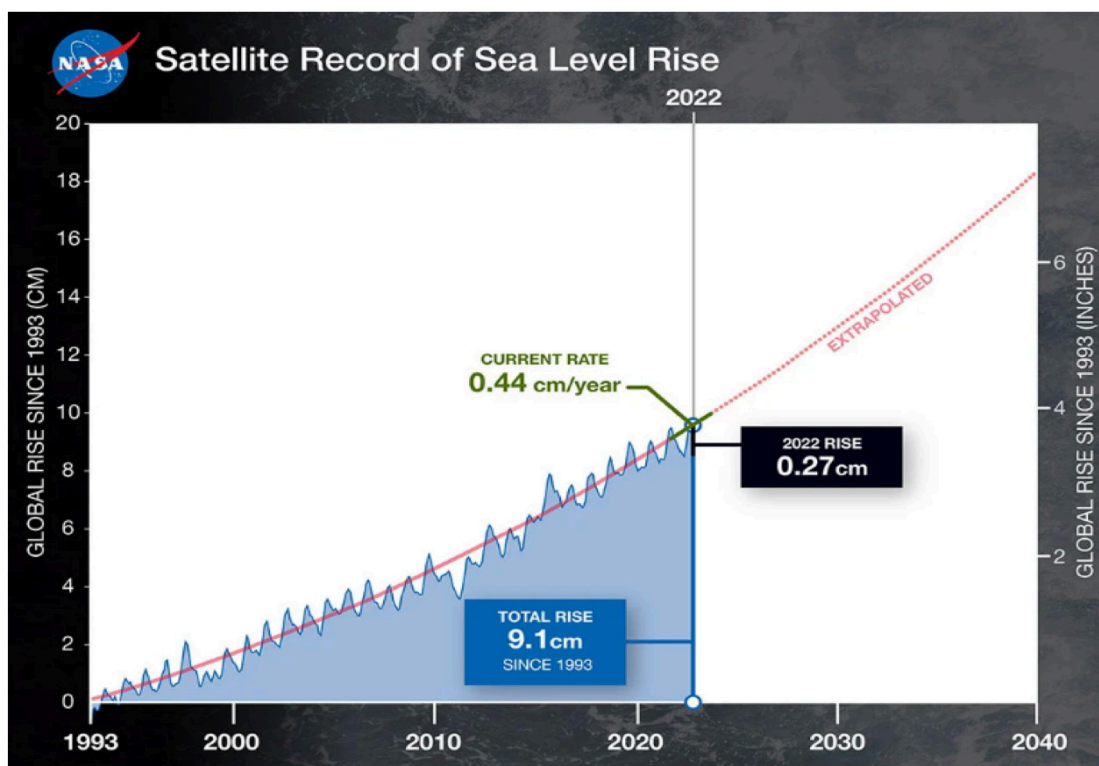


Figura I-19.-Cambios en el nivel del mar desde 1993 y proyectado a 2040, cuando se prevé que habrá aumentado 18cm (https://climate.nasa.gov/news/3257/nasa-uses-30-year-satellite-record-to-track-and-project-rising-seas/?utm_source=newsletter&utm_medium=email&utm_campaign=monthly+newsletter).

El movimiento ambientalista. -Tiene una filosofía político social, surge en la década de 1970. Sin embargo, sus raíces se remontan a dos o tres décadas antes, o quizás a finales del siglo XIX. Esta alerta acerca de los problemas ambientales de nuestro planeta actúa en la búsqueda de soluciones y trata de frenar el avance en la degradación del ambiente (Lauguer, 1998). Centra su atención en defender ecosistemas valiosos, territorios degradados, acceso a la tierra para cultivar y mejorar condiciones de salud a los obreros (Tobasura Acuña, 2007). Constituye una voz de alarma a la crisis ambiental porque se están superando los límites del planeta en relación con su capacidad de carga; siempre tomando en cuenta que las dos terceras partes de los servicios que presta la naturaleza se están deteriorando (Herrero, 2006).

Estudio y conservación de la biodiversidad. - Científicos en favor de la protección ambiental para beneficio de la humanidad, en el marco del desarrollo sostenible. El entendimiento de la biodiversidad y los ecosistemas del planeta, bajo el principio de que no se puede proteger lo que no se conoce, constituye el trato estrictamente científico a la protección, manejo y conservación de la biodiversidad. En ese sentido, diversas instituciones y los científicos que en ellas laboran, así como científicos independientes que establecen que las disciplinas que estudian la biodiversidad deben fortalecerse para que se puedan diseñar planes de desarrollo que tomen muy en cuenta que como sistemas estamos interconectados y somos interdependientes, esto es que lo que afecta un elemento del sistema repercute en todos sus demás componentes.

Estos científicos toman en cuenta que los conceptos de mejoramiento genético de los cultivos, nuevas variedades para la agropecuaria, plaga, calidad del suelo para el cultivo no aplican para la naturaleza. Tienen valor económico y para la salud humana, animal y vegetal.

Los investigadores que trabajan en manejo de áreas pueden tomar en cuenta el equilibrio en las poblaciones, conferir cuotas de caza y pesca en lugares naturales, que se confirman en base a años de investigación.

Animalistas. - Es un movimiento en favor de los animales, principalmente domésticos, que es un tipo de activismo que propugna por un trato digno a los animales. Es responsable del origen de leyes que penalizan el maltrato a estos. Sus miembros no tienen interés en la protección de la biodiversidad, defienden los animales domésticos y sus derechos, aunque hayan sido introducidos (intencional o accidentalmente) en ambientes naturales y estén contribuyendo a mermar la biodiversidad en dichos ambientes (ver: <https://nuso.org/articulo/america-latina-movimiento-animalista-y-luchas-contra-el-especismo>).

Desarrollo Sostenible

¿Qué significa desarrollo sostenible? - Se refiere al tipo de desarrollo mediante el cual se satisfacen las necesidades fundamentales actuales sin comprometer negativamente la capacidad de las futuras generaciones, de modo que se garantice un equilibrio entre el crecimiento económico, el cuidado del medioambiente y el bienestar social; “la satisfacción de «las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades” (ONU). Esta idea nace en la década de 1980 (Kates et al., 2001). En ese sentido, se debe propugnar por un desarrollo (económico y social) en el que se potencialice el conocimiento y protección de la biodiversidad, la producción sostenible, la seguridad social, así como la seguridad y soberanía alimentaria y nutricional de cada uno de los integrantes de nuestro planeta.

Para ello, en este libro se han considerado dos puntos de referencia: a) la Organización de las Naciones Unidas (ONU) y b) el volumen 120 de la revista PNAS (47) del 21 de noviembre de 2023 (<https://www.pnas.org/toc/pnas/120/47>), que publicó 15 artículos en una sección que denominó Transiciones Hacia la Sostenibilidad en los Sistemas de Producción-Consumo (SPC), un buen punto para establecer que el desarrollo sostenible es un concepto siempre ligado al ser humano.

En ese sentido, se plantea propugnar por la Ciencia para una República Dominicana Sostenible. Para ello, es importante insistir en unidades de investigación en CTI que conjuguen todos los esfuerzos económicos en infraestructura y recursos humanos, que pongan en marcha esos nexos de colaboración. Se ha planteado (Rodríguez Peña, 2023) que el país cuenta con cierta capacidad instalada para:

- A. Consorcio Científico Tecnológico para el Desarrollo de República Dominicana (CCTDRD).
- B. Red Académica para una República Dominicana Sostenible (RARDS).
- C. Unidad de Microbiología para el Desarrollo de República Dominicana

Red Académica para una República Dominicana Sostenible (RARDS). -Dada la complejidad del Desarrollo Sostenible, la multidisciplinariedad (el equipo de trabajo) e interdisciplinariedad (acción o ejecución) son críticas. Para Gannon (2006), un conglomerado multidisciplinario debe estar conformado por investigadores o profesionales con diferente formación, provenientes de diversos campos del conocimiento cuyo objetivo es la solución de problemas mediante el uso de las teorías y metodologías propias de sus disciplinas. Para Murphy (2006), la interdisciplinariedad involucra las teorías y metodologías de cada una de estas en forma novedosa, creando nuevas disciplinas, que funciona y se armoniza mediante el respeto al trabajo mutuo (Jar, 2010). Esto es, el trabajo coordinado entre todos los componentes del sistema académico, *i.e.* IES, CI, Sociedades Científicas.

Esta red debe asumir como filosofía abordar los problemas de formación, en ciencias básicas (matemáticas, física, química, biología), ingenierías (computacionales, inteligencia artificial, estructural, eléctrica, mecánica, etc.), ciencias agroalimentarias, nutrición, conocimiento y protección de la biodiversidad, salud, Una Salud (One Health), biología molecular, bioprospección, cultura de revisión de libros para publicar en revistas científicas, etc.

Debe organizarse de modo tal que:

- A. Tenga estrecha interacción con el CCTDRD, con el fin de fortalecer los nexos universidad-empresa (sector productor de bienes y servicios con el productor de conocimiento).
- B. Contar con células especializadas en diferentes tópicos, que se encargarían de abordar los temas desde una perspectiva de los expertos o especialistas, en los temas de interés para la ciencia, tecnología e innovación de República Dominicana.
- C. Contar con células de actualización en todos los temas científicos para discutir trabajos icónicos que sean publicados en revistas científicas de alto factor de impacto, en los cuartiles Q1, Q2. Esto no implica dejar de lado propuestas que se hagan en América Latina y en República Dominicana, que merezcan atención de la comunidad científica. Estas células constituirían el catalizador que contribuya a poner sobre el tapete, y discutir, descubrimientos, nuevos métodos y metodologías que requieran ser abordados también desde perspectivas epistemológicas.

Cabe señalar que este CCTDRD debe propiciar el desarrollo de Ciencia Abierta, siempre tomando en cuenta su conceptualización, alcances, el terreno recorrido en cada país, la aplicabilidad y la vigilancia constante por la calidad. Tener una lucha y vigilancia constantes de cómo llevar una revista local a los estándares internacionales.

Consortio Científico Tecnológico para el Desarrollo de República Dominicana (CCTDRD). - Velará por la transferencia tecnológica en el ámbito empresarial desde lo académico, que se transforme en búsqueda constante de innovación de base científico-tecnológica. Este contribuiría a ese nexo de interacción y acciones permanentes gobierno-academia-empresa, que implique apoyo a las investigaciones en base a las necesidades de la empresa, sin que esto afecte la investigación básica, solo que los fondos aportados por las empresas involucradas en este consorcio sean para uso de los problemas identificados dentro de este sector productivo que requieran solución al más alto nivel científico tecnológico.

También se fomentaría la revisión de descubrimientos científicos y tecnologías, que se produzcan en cualquier parte del mundo que sean transferibles a la industria nacional. Para esto, debe haber un alto grado de entendimiento sobre las implicaciones de esta alianza y el compromiso que adquieren las partes, que también incluya pasantías, proyectos de tesis de grado con problemas propios de las empresas. Se combinaría la experiencia de los profesionales que guíen a esos estudiantes o profesionales recién graduados, en esos estudios y la transferencia de tecnología. Se trabajaría además en el análisis de datos fríos que producen las instituciones para transformarlos en conocimiento y este en transferirlos tecnológicamente. Muchos resultados de investigación tienen un gran potencial de ser transferidos, pero no se someten a los análisis correspondientes para esos fines. También, las instituciones públicas arrojan información con un gran potencial para el desarrollo, pero solo se someten a análisis sencillos dentro de las mismas, sin explorar a mayor profundidad. República Dominicana ha generado estadísticas propias de sus funciones, pero no se toma en cuenta que gran parte de estos datos se pueden analizar a mayor profundidad para que se transformen en conocimientos transferibles.

Unidad de Microbiología para el Desarrollo de República Dominicana (UMDRD). - El mundo se mueve en una dinámica que busca encontrar componentes de la biodiversidad que puedan ser estudiados con fines de bioprospección. En ese sentido, los organismos extremófilos son muy buenos candidatos. Gracias a los avances en biología molecular, el mundo vuelve a prestar mucha atención a los microorganismos de los grupos Bacteria, Archaea, Eukarya (Protistas, microhongos, tardígrados, rotíferos, entre otros) y Virus.

Paoli et al (2022) reportan de las exploraciones oceánicas en más 1k muestras de aguas marinas que les permitió integrar 10k genomas microbianos en más de 25 genomas reconstruidos, que revela unos 40k conglomerados de genes putativos biosintéticos, esto es segmentos de ADN que se asumen como genes pero que merecen más estudios. Huang et al (2023) hacen un análisis de las investigaciones marinas llevadas a cabo por la comunidad científica para caracterizar la comunidad microbiana, utilizando técnicas moleculares. República Dominicana cuenta con las condiciones de infraestructura mínimas para el desarrollo de la biología molecular y una gran cantidad de recursos humanos que se pueden entrenar, se están entrenando, formados con varios niveles entrenamiento hasta el más alto nivel.

Es demostrable que los profesionales para manejo de técnicas de laboratorio se pueden entrenar a corto plazo, para manejo de bancos de genes (subir, buscar, alinear), realizar análisis de genes con diferentes softwares libres como MEGA, UGENE, Phylips. Los que hacen el trabajo científico y velan por la calidad, con maestría y doctorado (estos últimos con el liderazgo), dirigen el proceso y guían a los demás, aunque también se tome en cuenta la experiencia de los técnicos que también pueden tener incidencia en los servicios, las publicaciones científicas, las patentes y las innovaciones.

Los descubrimientos más recientes, producto de estudios de la diversidad de microorganismos, metagenómica, con ensamble de microbiota con inteligencia artificial (Michel-Mata et al., 2022), en comunidades microbianas (Chen y Pachter, 2005; Chiriack y Mirariu, 2021), de la microbiota intestinal en peces (Baldo et al., 2019), asociadas al metabolismo en *Drosophila melanogaster* (Fujita et al., 2024); maduración de la microbiota en el primer año de vida en niñas/os (Hoskinson et al., 2023), comparar la estructura y diversidad de la microbiota en las heces fecales de poblaciones humanas “salvajes” y urbana en África, y urbana California (Carter et al., 2023), de este estudio se encontraron muchos genomas putativos nuevos para la ciencia.

Los tres párrafos introductorios de esta sección permiten ilustrar lo que se espera de este tipo de investigaciones para procesos industriales y para la salud en todo el mundo. Esto apoya el punto de que República Dominicana necesita una entidad nacional para estudio básico, de bioprospección, industriales y de salud ambiental y humana. Es la razón por la que Rodríguez Peña (2020) propuso la creación de una UMDRD que se encargue de realizar estudios de los microorganismos desde el punto de vista básico, bioprospección, salud (cultivos, pecuaria, humana y ambiental), y transferencia tecnológica. Esto sin pasar por alto la infraestructura instalada en Dr. Defilló, IDIAF, IMPA-UASD, LAVECEN, entre otras instituciones. Se propuso que esa unidad contara con infraestructura y recursos humanos para Biodiversidad, Salud, Alimentos, Biología Molecular, Ecología y Ambiente y Bioprospección, todo ello dentro del marco del desarrollo sostenible.

Desarrollo Sostenible.- En la ONU se planteó la Agenda de los Objetivos de Desarrollo Sostenible 2015-2030 (ODS 2015-2030), que está conformada por 17 objetivos (<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>) y se articula y nutre de la literatura científica como los 15 artículos sobre desarrollo sostenible publicados en PNAS 120 (47): Geels et al (2023a,b), Pearson y Watson (2023), Hess (2023), Lockwood (2023), Wells (2023), Ryghaug y Skjølsvold (2023), Meelen y Münzel (2023), Lemine y Marsden (2023), Schiller et al (2023), Mylan

et (2023), Johnstone y Schot (2023), Turnheim (2023), Andersen et al (2023), y Meadowcroft y Rosenbloom (2023).

Geel et al. (2023a), introducen el tópico con la definición de desarrollo sostenible de la ONU (<https://www.un.org/es/ga/president/65/issues/sustdev.shtml#:~:text=Se%20define%20%C2%ABel%20desarrollo%20sostenible,para%20satisfacer%20sus%20propias%20necesidades%C2%BB>), establecen que nuestra época enfrenta como desafío central la forma en que el desarrollo sea sostenible, que se asegure promover el bienestar de las personas aquí y ahora sin limitar injustamente su capacidad en otros lugares, o en el futuro, para promover su propio bienestar. Que, en última instancia, para afrontar ese desafío los esfuerzos son políticos e implican luchas complejas sobre quién debe obtener qué y quién lo consigue. Puntualiza que la investigación tiene mucho que contribuir a esas luchas debido a que ilumina el camino para visualizar hacia dónde nos llevan las actuales rutas de desarrollo y cuáles intervenciones pueden desviar esos caminos hacia la sostenibilidad (Geels et al., 2023a).

Geels et al (2023a) señalan, basándose también en otros artículos que citan en este trabajo, que para entender los retos de transición hacia la sostenibilidad hay que enfocarse en tres aspectos fundamentales:

- A. Interacción multiniveles. - Se enfoca en la innovación y los cambios que acarrea en los sistemas de producción y consumo; investigación de transición que con frecuencia utiliza una perspectiva multinivel.
- B. Contribuciones especiales. - Plantea que la motivación para este artículo son los problemas creados por las interacciones complejas entre la naturaleza y la sociedad, esto nos lleva a dirigir esfuerzos al desarrollo e implementación de soluciones posibles que permitan configurar (en lo fundamental) los sistemas de consumo y producción.
- C. Procesos de cambio. - Un análisis más fuerte y diferenciado de estos, de manera que aborden tanto los patrones de cambio como la delimitación de los procesos y mecanismos causales, esto es, los patrones y procesos, imprescindibles en todo lo que involucre la ciencia y la tecnología.

Geels et al (2023a: <https://doi.org/10.1073/pnas.220623012>) Ilustran con algunos ejemplos para promover la sostenibilidad en la movilidad, alimentación y en los sistemas de energía.

Geels et al (2023b) establecen que la forma de conocer más rápido y a mayor profundidad la necesidad de transición hacia una ruta de desarrollo más sostenible ha estado en el centro del cuerpo de crecimiento de la investigación académica y la implementación de políticas en el mundo real. La vía de abordaje de lo anterior es la base de sustentación del artículo en cuestión. En este se conceptualiza, en términos de sostenibilidad:

1. Las transiciones

- a) ¿Hacia qué? Una ruta de desarrollo más sostenible
- b) ¿De qué? Sistemas de producción-consumo (SPC): se sitúan en la convergencia entre la naturaleza y la sociedad. Se interpreta que el escenario final en el que se desenvuelve la búsqueda de la sostenibilidad está constituido por el sistema entrelazado naturaleza-sociedad, que coevolucionan y son extraordinariamente complejos. En este solapamiento la gente busca satisfacer sus necesidades aprovechando los recursos de la tierra y el ingenio humano en formas trazadas por los mercados y otras instituciones, las políticas y el poder de alimentación, energía, movilidad y salud, entre otros. Gracias al conocimiento, la infraestructura, la tecnología, la industria, las prácticas de uso, las políticas, los mercados y los valores. Se aprovechan los recursos de la tierra, con los residuos de bienes y servicios (Fig. I-20).

- c) ¿A qué escala? La amplitud
2. ¿Cómo trabajan las transiciones hacia la sostenibilidad?
 - a) Perspectiva multinivel sobre transiciones e innovación (Fig. I-21)
 - a. niveles y fases
 - b) Reconfiguración en vez de sustitución
 - c) Conexiones horizontales en las transiciones hacia la sostenibilidad
 - d) Ritmo de transiciones: aceleración
 - e) Tensiones entre la velocidad y profundidad de las transiciones
3. Gobernar las transiciones hacia la sostenibilidad
 - a) Combinación de políticas para fomentar transiciones hacia la sostenibilidad
 - b) Estrategias políticas para fomentar la transición
 - c) Evaluación de las políticas de transición a la sostenibilidad
 - d) Cambios de paradigma político

En sus conclusiones, Geels et al (2023b) destacan el progreso logrado en la investigación dentro de los sistemas de transición de sostenibilidad producción-consumo (SPC), que fueron discutidas en su artículo de perspectivas.

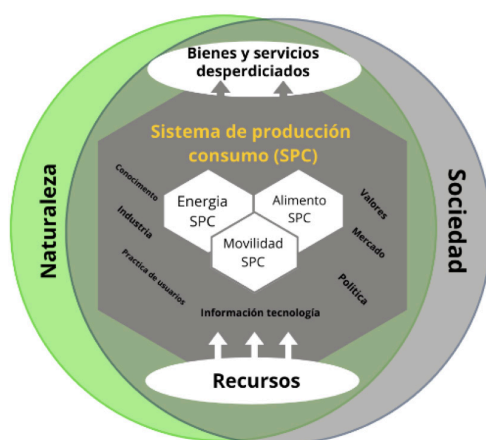


Figura I-20.- Diagrama modificado de Geels et al. (2023b), a su vez adoptado de Geels et al (2015) y Miller et al. (2014). Sistemas de producción-consumo (SPC) que refleja la interacción entre la naturaleza y la sociedad.

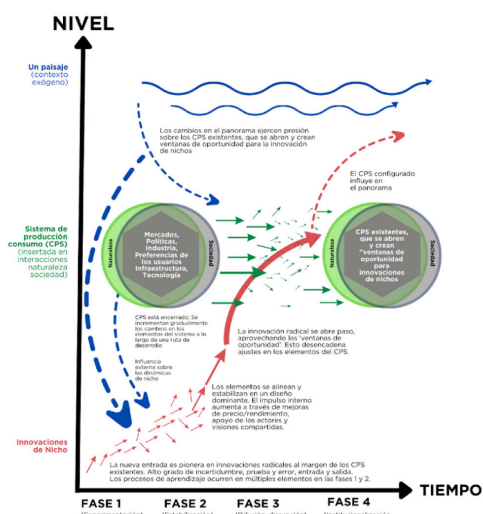


Figura I-21.-Perspectivas a diferentes niveles acerca de la transición en los sistemas de producción-consumo (SPC) (copiada de Geels et al., 2023b:adapted from ref. 17 to emphasize the embeddedness of CPS in nature-society systems)

Pearson y Watson (2023) desglosan la transición hacia la baja de carbon en el sistema eléctrico (SE) del Reino Unido. Lockwood (2023) abordó el tema de la transición de la matriz hacia un SE sostenible ambiental y socialmente en el Reino Unido en donde el proceso es lento y desigual. Hess (2023) trató el tema del conflicto y desarrollo desigual durante varias décadas de transición a la distribución de energía solar en los EE. UU., centrando la atención en el problema para lograr la meta de descarbonización. Wells (2023) discutió acerca del sistema de confluencia y reinversión de la automovilidad, desde una perspectiva de producción, uso y eliminación de autos en un sistema omnipresente de movilidad global; mientras Ryghaug y Skjølsvold (2023) lo hacen acerca de cómo las políticas y estrategias de los actores afectan la difusión de los vehículos eléctricos y la gama de transiciones hacia la sostenibilidad. Meelen y Münzel (2023) analizan la ardua lucha en la implementación del compartimiento de la densidad de vehículos y el tránsito en Holanda.

Turnheim (2023) aborda el problema del desmantelamiento histórico de los tranvías como caso de desestabilización y desensamble del sistema establecido. Presta atención a información clave de estos objetos de información y gobernanza en el que ilustra un dato empírico (los tranvías eléctricos en Francia) y discute aspectos de la desestabilización desde la perspectiva de temporalidad, toma de decisiones y vínculos con la innovación.

Andersen et al (2023) tratan acerca de la construcción de nexos multisistema en transiciones bajas en carbono desde la óptica de los conflictos y ajustes asimétricos en la electrificación de los ferris en Noruega.

Lemine y Marsden (2023) abordan el problema de la forma de desarrollo de las transiciones en los sistemas alimentarios, desde las perspectivas de las trayectorias de Francia y el Reino Unido. En este punto, es importante aclarar que no se pretende que se traslade integra ninguna experiencia de las que se reseñen y citen aquí, solo es para que se tenga una amplia visión del significado de sostenibilidad para el momento en que nos toque incidir para asuntos de políticas nacionales o institucionales, ya que el desarrollo sostenible siempre es humano. Schiller et al. (2023) enfocan el desarrollo del nicho agroecológico en Nicaragua en relación con el papel de los flujos de conocimiento y los intermediarios. Mientras Mylan et al. (2023) lo hacen desde la perspectiva del negocio de la producción y consumo sostenible de alimentos y exploran la transición a proteínas alternativas.

Johnstone y Schot (2023) se centran en las conmociones, los cambios institucionales y las transiciones hacia la sostenibilidad, partiendo del papel que juegan las guerras, las crisis financieras y los desastres naturales en los sistemas sociotécnicos como la energía, la alimentación y la movilidad. Meadowcroft y Rosenbloom (2023) abordan el tema de transición neta cero en estrategia, de política y políticas.

Kate et al (2001) señalan que en las estrategias científicas se requiere una ciencia de la sostenibilidad que aborde las preguntas que han surgido, el grado de diferencia en estructura, métodos y contenido científico como lo conocemos. Que esta, en lo particular, requerirá:

1. Abarcar el rango de escalas espaciales entre fenómenos tan diversos como la globalización económica y las prácticas agrícolas;
2. Explicar la inercia temporal y en la urgencia de procesos como el agotamiento de la capa de ozono;
3. Abordar la complejidad funcional como se evidencia en análisis recientes de la degradación ambiental que se derivan de múltiples tensiones y

4. El reconocimiento de una amplia gama de perspectivas acerca de la utilidad del conocimiento, tanto en la ciencia como en la sociedad.

Que las acciones pertinentes no están organizadas de forma lineal en la secuencia familiar de la investigación científica, donde la acción cae fuera del dominio científico. En áreas como cambio climático, exploración científica, y aplicación práctica esto debe ocurrir de manera simultánea, tomando en cuenta que suelen influir y conectarse entre ellas.

En cada etapa de la sostenibilidad de la investigación científica, es necesario acudir al uso de técnicas y esquemas nuevos, inventados y extendidos. Esto implica métodos de observación que mezclan teledetección con trabajo de campo, de forma conceptualmente rigurosa, modelos integrados que se basan en representaciones semicualitativas de clases enteras de comportamiento dinámico y enfoques inversos que parten de conocimientos generados que trabajan en retrospectiva para identificar resultados relativamente seguros, que apuntan hacia una transición a la sostenibilidad (Kate et al., 2001).

Agradecimiento. - Mi gratitud a Staling Cordero, José David Hernández Martich y Sixto J. Inchaustegui, porque sus valiosas revisiones críticas contribuyeron a enriquecer este trabajo. A Leyra Matos y Penélope Leger Peña, quienes contribuyeron con los diagramas.

Literatura Citada

- Acevedo-Díaz, José Antonio, Antonio García-Carmona, María del Mar Aragón (2016) La controversia Pasteur vs. Pouchet sobre la generación espontánea: un recurso para la formación inicial del profesorado en la naturaleza de la ciencia desde un enfoque reflexivo. *Ciência & Educação* (Bauru) 22 (4): 913-933 <http://dx.doi.org/10.1590/1516-731320160040006>
- Andersen, A. D., Geels, F. W., Steen, M., & Bugge, M. M. (2023). Building multi-system nexuses in low-carbon transitions: Conflicts and asymmetric adjustments in Norwegian ferry electrification. *PNAS* 120(47). <https://doi.org/10.1073/pnas.2207746120>
- Arranz-Otaegui, Amaia, Lara Gonzalez Carretero, Monica N. Ramsey, Dorian Q. Fuller, and Tobias Richter (2018) Archaeobotanical evidence reveals the origins of bread 14,400 years ago in northeastern Jordan. *PNAS* 115 (31): 7925-7930 <https://doi.org/10.1073/pnas.1801071115>
- Avery, Oswald T., Colin M. MacLeod, and Maclyn McCarty (1944) Studies on the chemical nature of the substance inducing transformation of pneumococcal. Induction of transformation by a desoxyribonucleic acid fraction isolated from pneumococcus type iii. *Journal of Experimental Medicine* 79 (2): 137-158 <https://doi.org/10.1084/jem.79.2.137>
- Baldo, L., J. L. Riera, W. Salzburger, and M. Barluenga (2019). Phylogeography and Ecological Niche Shape the Cichlid Fish Gut Microbiota in Central American and African Lakes. *Frontiers in Microbiology*, 10. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2019.02372>
- Bar-Yosef, Ofer and Anna Belfer-Hunter (1991) From sedentary hunter to territorial farmers in the Levant, pp 181-202 en: Susan A. Gregg (ed) *Between bands and states*. Center for Archeological Investigations, Occasional Paper # 9 by the Board of Trustees, Southern Illinois University XIX + 450PP.
- Bethancourt Dalmasí, Helmut (2024) Formulación y evaluación de alimentos y suplementos para la producción animal formulados con ingredientes locales como alternativa a ingredientes importados, p81. En: Carlos Manuel Rodríguez Peña y Edian F. Franco (2024) XIV Seminario de Investigación Científica. FONDOCYT 2022. MESCYT, 137pp

- Boivin, Nicole L., Melinda A. Zeder, Dorian Q. Fuller, Alison Crowther, Greger Larson, Jon M. Erlandson, Tim Denham, and Michael D. Petraglia (2016) Ecological consequences of human niche construction: Examining long-term anthropogenic shaping of global species distributions. *PNAS* 113(23):6388-6396 <https://doi.org/10.1073/pnas.152520011>
- Bocquet-Appel, J-P (2011) When the world's population took off: The springboard of the Neolithic Demographic Transition. *Science* 333(6042):560–561. DOI: [10.1126/science.1208880](https://doi.org/10.1126/science.1208880)
- Brandenburger, Adam M and Barry J. Nalebuff (1996). *Coopetition*. 304pp. ISBN -385-47950-6
- Bueno López, Santiago W., Luís René Caraballo, Juan Gilberto Torres (2022a) Medición y predicción de biomasa aérea y contenido de carbono en árboles individuales de *Pinus occidentalis*, Swartz. Elvira Press, ISBN 978-99949-8-391-9. 82pp.
- Bueno López, Santiago W., Luís René Caraballo, Miriam Judit Dominguez, Luis Eduardo Peralta y Pablo Ovalles (2022b) Efecto de la cobertura y uso del suelo en la calidad y cantidad de agua en ríos y arroyos. Elvira Press. ISBN 978-99949-8-451-0. 118pp.
- Burgos Ovalles, Mariel Mercedes y Virkin Yordania Mena Leyba (2015). Determinación de β -lactamasas de Espectro Extendido en Bacilos Gram Negativos Aislados en Pacientes de la Comunidad de Dos Laboratorios Públicos y Dos Privados de Santo Domingo, R.D. Octubre - Noviembre 2013. Tesis de grado para optar por el título de licenciada en microbiología, Escuela de Microbiología y Parasitología, Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Santo Domingo, 61pp.
- Carbonero Zalduegui, Pilar (1984) Química del suelo y fertilizantes. Monografías de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos, Universidad Politécnica de Madrid, 201pp. (https://oa.upm.es/54493/1/QUIMICA_3.pdf).
- Carter, Matthew M., Matthew R. Olm, Bryan D. Merrill, Dylan Dahan, Surya Tripathi, Sean P. Spencer, Feiqiao B. Yu, Sunit Jain, Norma Neff, Aashish R. Jha, Erica D. Sonnenburg, and Justin L. Sonnenburg (2023) Ultra-deep sequencing of Hadza hunter-gatherers recovers vanishing gut microbes, *Cell* 186:1-14. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2023.05.046>
- Ceccon, Eliane (2008) La revolución verde tragedia en dos actos *Ciencias*, 1 (91): 21-29.
- Celis Bustos, Yamile Adriana, Vivian Vanesa Rubio, María Marcela Camacho Navarro Perspectiva histórica del origen evolutivo de la resistencia a antibióticos. *Revista Colombiana de Biotecnología* 19 (2):105-117 <https://doi.org/10.15446/rev.colomb.biote.v19n2.69501>
- Ceroni Galloso, Mario (2012) Perú, el país de las oportunidades perdidas en ciencia: el caso de los fertilizantes. *Rev Soc Quím Perú*. 78 (2): 144-152.
- Chambers, J. D. and G. E. Mingay. (1966) *The Agricultural Revolution, 1750–1880*. London: B. T. Batsford, 1966. x + 222 pp.
- Chen, K., and Pachter, L. (2005). *Bioinformatics for Whole-Genome Shotgun Sequencing of Microbial Communities*. <https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.0010024.t001>
- Chiriac, L. S., and Murariu, D. (2021). Application of Metagenomics in Ecology: A Brief Overview. *Current Trends in Natural Sciences*, 10(19), 346–353. <https://doi.org/10.47068/ctns.2021.v10i19.045>

- Chu, Ka Hou, Ji Qi, Zu-Guo Yu, and Vo Anh (2004) Origin and Phylogeny of Chloroplasts Revealed by a Simple Correlation Analysis of Complete Genomes. *Mol. Biol. Evol.* 21(1):200–206. 2004 <https://doi.org/10.1093/molbev/msh002>.
- Clark, Gregory (1992) The Economics of Exhaustion, the Postan Thesis, and the Agricultural Revolution. *The Journal of Economic History* 52 (1): 61-84. <https://doi.org/10.1017/S0022050700010263>
- Colás, Pol (2021) El litoral y el estado boliviano ante el desafío del guano. *Boletín Americanista*, 71, 2 (83): 79-99. <https://doi.org/10.1344/BA2021.83.1016>
- Cole, W. A. (1966) The Agricultural Revolution, 1750–1880, *The Economic Journal*, 76 (303):616–618, <https://doi.org/10.2307/2229531>. Book reviews: Chambers, J. D. and G. E. Mingay. (1966) *The Agricultural Revolution, 1750–1880*. London: B. T. Batsford, 1966. x + 222 pp.
- Crawford, Gary W. (2011) Advances in Understanding Early Agriculture in Japan. *Current Anthropology* 52 (Supplement 4): S331-S345. <https://doi.org/10.1086/658369>
- Dagnino, G. B., Leroy, F., & Yami, S. (2007). La dynamique des stratégies de coopération. *Revue Française de Gestion*, 33(176), 87–98. <https://doi.org/10.3166/rfg.176.87-98>.
- Echavarría, Virgilnio Iommi (2010) Girolamo Fracastoro y la invención de la sífilis. *História, Ciências, Saúde* 17 (4): 877-884.
- Eguiarte, Luis E., Helena S. Hernández-Rosales, Josué Barrera-Redondo, Gabriela Castellanos-Morales, Leslie M. Paredes-Torres, Guillermo Sánchez-de la Vega, Karen Y. Ruiz-Mondragón, Alejandra Vázquez-Lobo, Salvador Montes-Hernández, Erika Aguirre-Planter, Valeria Souza, Rafael Lira (2018) Domesticación, diversidad y recursos genéticos y genómicos de México: El caso de las calabazas. *TIP Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas*, 21(Supl. 2):85-101. <https://doi.org/10.22201/fesz.23958723e.2018.0.159>
- Ellis, Erle C., Jed O. Kaplan, Dorian Q. Fuller, Steve Vavrus, Kees Klein Goldewijk, and Peter H. Verburg (2013) Used planet: A global history. *PNAS* 110 (20): 7978-7985. <https://doi.org/10.1073/pnas.1217241110>
- Fernández-Quintanilla, Cesar (2002) Agricultura de precisión. *Ciencia y Medioambiente-CCMA-CSIC*: 187-194 (<https://digital.csic.es/handle/10261/118267>)
- Ferreira, Leonel (2014) Elaboración de cerveza: Historia y evolución, desarrollo de actividades de capacitación e implementación de mejoras tecnológicas para productores artesanales. Trabajo final, Cátedra de Agroindustrias y Laboratorio de investigación en Productos Agroindustriales, Facultad de Cs. Agrarias y Forestales UNLP, 69pp <https://lipa.agro.unlp.edu.ar/wp-content/uploads/sites/29/2020/03/Trabajo-Final-Leonel-Ferreira-.pdf>
- Franco, Gabriel (1962). Las leyes de Hammurabi. *Revista de Ciencias Sociales*, (3), 331–356. Recuperado a partir de <https://revistas.upr.edu/index.php/rscs/article/view/9466>
- Frank, Richard M (2008) The science of Kalām. *Arabic Sciences and Philosophy* 2(1): 7-37 <https://doi.org/10.1017/S0957423900001557>
- Fujita, Y., Kosakamoto, H., & Obata, F. (2024). Microbiota-derived acetylcholine can promote gut motility in *Drosophila melanogaster*. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 379(1901). <https://doi.org/10.1098/rstb.2023.0075>

- Galinat, Walton C. (1995) El Origen del Maiz: el Grano de la Humanidad the Origin of Maize: Grain of Humanity. *Economic Botany*, 49 (1):3-12.
- Garrabou, R. (1994). Revolución o revoluciones agrarias en el siglo xix: su difusión en el mundo mediterráneo. En: Sánchez Picón, A. (ed.), *Agriculturas mediterráneas y mundo campesino: cambios históricos y retos actuales. Actas de las Jornadas de Historia Agraria: Almería, 19-23 de abril de 1993* (95-109). Almería: Instituto de Estudios Almerienses
- Gallego, Julián (2004) La agricultura en la Grecia antigua. Los labradores y el despegue de la Polis. *Historia Agraria* 32: 15-35.
- Gannon, Frank (2006). Multidisciplinary: by fiat or need. *Embo* 6(12): 1105. <https://doi.org/10.1038/sj.embor.7400590>
- Gause, G.F. (1932) Experimental Studies on the Struggle for Existence: I. Mixed Population of Two Species of Yeast. *J Exp Biol* (1932) 9 (4): 389–402. <https://doi.org/10.1242/jeb.9.4.389>
- Gause 1934. The struggle for existence. Baltimore, MD: Williams & Wilkins
- Geels, F. W., Kern, F., & Clark, W. C. (2023a). Sustainability transitions in consumption-production systems. *PNAS* 120(47). <https://doi.org/10.1073/pnas.2310070120>
- Geels, F. W., Kern, F., & Clark, W. C. (2023b). System transitions research and sustainable development: Challenges, progress, and prospects. *PNAS* 120(47). <https://doi.org/10.1073/pnas.2206230120>
- Geels, F. W., A. McMeekin, J. Mylan, D. Southerton (2015). A critical appraisal of sustainable consumption and production research: The reformist, revolutionary and reconfiguration positions. *Glob. Environ. Change* 34: 1–12.
- Gómez-Díaz, Javier, Alejandro García-Garnica, and Curiel-Avilés, Gustavo (2019). Coopetencia, interaction of two antagonist relations. *Dimensión Empresarial*, 17(1), 130-137. DOI: <http://dx.doi.org/10.15665/dem.v17i1.1506> . ID: <http://ojs.uac.edu.co/index.php/dimension-empresarial/issue/view/99>
- González Gonzalez, Gaspar (2003) Liebig: un hito en la agronomía del siglo XIX. *Anal. Real Acad. Nal. Farm.* 69 (4): 21-42.
- González Rodríguez, Concepción, Cristina Martínez Losada y Susana García Barros (2014) El modelo de nutrición vegetal a través de la historia y su importancia para la enseñanza. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 11(1): 2-12 http://dx.doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2014.v11.i1.02
- Goldewijk, Arthur Bauen, Gerard van Drecht, and Martine de Vos (2011). The HYDE 3.1 spatially explicit database of human-induced global land-use change over the past 12,000 years. *Glob Ecol Biogeogr* 20(1):73-86 <https://doi.org/10.1111/j.1466-8238.2010.00587.x>
- Griffith, Fred (1928). The significance of pneumococcal types. *J. Hyg.* 27 (2): 113-159. <https://doi.org/10.1017/S0022172400031879>
- Hassan, Laura (2014). The Encounter of Falsafa and Kalām in Sayf al-Dīn al-Āmidī's Discussion of the Atom: Asserting Traditional Boundaries, Questioning Traditional Doctrines. *The SOAS Journal of Postgraduate Research* 6: 78-98.

- [Hershey](#), A D and [M. Chase](#) (1952). Independent functions of viral protein and nucleic acid in growth of bacteriophage. *J Gen Physiol* 36(1):39-56 <https://doi.org/10.1085/jgp.36.1.39>
- Hess, D. J. (2023). Conflict and uneven development in the multidecade distributed solar energy transition in the United States. *PNAS* 120(47). <https://doi.org/10.1073/pnas.2206200119>
- Hoskinson, C., Dai, D. L. Y., del Bel, K. L., Becker, A. B., Moraes, T. J., Mandhane, P. J., Finlay, B. B., Simons, E., Kozyskyj, A. L., Azad, M. B., Subbarao, P., Petersen, C., and Turvey, S. E. (2023). Delayed gut microbiota maturation in the first year of life is a hallmark of pediatric allergic disease. *Nature Communications*, 14(1). <https://doi.org/10.1038/s41467-023-40336-4>
- Huang, Zhishan, Fang Fang, Lingyun Ding, Ke Yu, Lijuan Zhang, and Hailong Lu (2023). Technological Advancements in Field Investigations of Marine Microorganisms: From Sampling Strategies to Molecular Analyses. *J. Mar. Sci. Eng.* 2023, 11(10): 1981. <https://doi.org/10.3390/jmse11101981>
- Ishino, Y., Krupovic, M., & Forterre, P. (2018). History of CRISPR-Cas from encounter with a mysterious repeated sequence to genome editing technology. *Journal of Bacteriology*, 200 (7). <https://doi.org/10.1128/JB.00580-17>
- Ishino, Y., Shinagawa, H., Makino, K., Amemura, M., & Nakata, A. (1987). Nucleotide Sequence of the iap Gene, Responsible for Alkaline Phosphatase Isozyme Conversion in *Escherichia coli*, and Identification of the Gene Product. In *JOURNAL OF BACTERIOLOGY* 169 (12). <https://journals.asm.org/journal/jb>
- Jar, Ana M. (2010). Trabajo interdisciplinario e interinstitucional: ser o no ser. *Revista Argentina de Microbiología* 42 (1): 1-3.
- Johnstone, P., and J. Schot (2023). Shocks, institutional change, and sustainability transitions. *PNAS* 120(47). <https://doi.org/10.1073/pnas.2206226120>
- Jiang, A.; Liu, Z.; Lv, X.; Zhou, C.; Ran, T.; Tan, Z. (2024). Prospects and Challenges of Bacteriophage Substitution for Antibiotics in Livestock and Poultry Production. *Biology* 13, 28. <https://doi.org/10.3390/biology13010028>
- Kaplan, Jed O, Kristen M. Krumhardt, Erle C. Ellis, William F. Ruddiman, Carsten Lemmen, and Kees Klein Goldewijk (2010). Holocene carbon emissions as a result of anthropogenic land cover change. *The Holocene*, 21(5): 775–791. <https://doi.org/10.1177/0959683610386983>
- Kates RW, W. C. Clark, R. Corell, J.M. Hall, C.C. Jaeger, I. Lowe, J.J. McCarthy, H.J. Schellnhuber, B. Bolin, N.M. Dickson, S. Faucheux, G.C. Gallopin, A. Grübler, B. Huntley, J. Jäger, N.S. Jodha, R.E. Kasperson, A. Mabogunje, P. Matson, H. Mooney, B. Moore 3rd, T. O’Riordan, and U. Svedlin (2001) Environment and development. Sustainability science. *Science* 292(5517): 641-642. <https://doi.org/10.1126/science.1059386>
- Kimura, Motoo (1968) Evolutionary rate at the molecular level. *Nature* 217:624-626. <https://doi.org/10.1038/217624a0>
- Krug, Aubrey Streit, Emily B. M. Drummond, David L. Van Tassel, and Emily J. Warschefsky (2023) The next era of crop domestication starts now. *PNAS* 120 (14): e2205769120 <https://doi.org/10.1073/pnas.2205769120>

- Kubota, Kaoru, Yusuke Yokoyama, Tsuyoshi Ishikawa, Stephen Obrochta, and Atsushi Suzuki (2014) Larger CO₂ source at the equatorial Pacific during the last deglaciation. Sci. Rep. 4:5261 <https://doi.org/10.1038/srep05261>
- Kutscheraa, Ulrich and Karl J. Niklasb (2018) Julius von Sachs' forgotten 1897-article: sexuality and gender in plants vs. humans. PLANT SIGNALING & BEHAVIOR, 13 (7): e1489671 (7 pages) <https://doi.org/10.1080/15592324.2018.1489671>
- Lamine, C., & Marsden, T. (2023). Unfolding sustainability transitions in food systems: Insights from UK and French trajectories. PNAS 120(47). <https://doi.org/10.1073/pnas.2206231120>
- Latham, Katherine J. (2013) Human Health and the Neolithic Revolution: an Overview of Impacts of the Agricultural Transition on Oral Health, Epidemiology, and the Human Body. Nebraska Anthropologist, 28: 95-102
- Lawler, A (2015) Why Did the Chicken Cross the World? The Epic Saga of the Bird That Powers Civilization (Duckworth Overlook, London). <https://archive.org/details/whydidchickencro0000lawl>
- Lee Ventola, C (2015) The Antibiotic Resistance Crisis Part 1: Causes and Threats. P&T 40 (4): 277-283.
- Lira de Medeiros, Priscila () Ppgcfl – Nutrição Florestal o Primeiro Experimento Da Estação Experimental De Rothamsted (https://www.academia.edu/28768294/O_PRIMEIRO_EXPERIMENTO_DA_ESTA%C3%87%C3%83O_EXPERIMENTAL_DE_ROTHAMSTED consultado 08 agosto 2023).
- Llauguer, Aine (1998) El ecologismo, una estrategia de educacion ambiental. Centro Nacional de Educacion Ambiental (CENEAM), Mallorca, España, 4pp.
- Lloret Pastor, Francesc (2022) Fijación biológica de nitrógeno y síntesis del nitrato: usos y aplicaciones. Anales de Química 118 (4):248-257
- Lockwood, M. (2023). Transforming the grid for a more environmentally and socially sustainable electricity system in Great Britain is a slow and uneven process. PNAS 120(47). <https://doi.org/10.1073/pnas.2207825120>
- López y Sebastián, Lorenzo E. y Justo L. del Río Moreno (1999) La ganadería vacuna en la isla Española (1508-1587). Revista Complutense de Historia de América 25: 11-49.
- López, Margarita María y Andrés Felipe Cardona Zorrilla (2020) (<https://revistamedicina.net/index.php/Medicina/article/download/1514/1914?inline=1> enero 15, 2024)
- Lotka, A. J. (1925). Elements of physical biology. Baltimore: Williams & Wilkins Co.
- Maar, Juergen Heinrich (2006) Justus Von Liebig, 1803-1873. Parte 1: vida, personalidad, pensamiento. Quim. Nova 29(5):1129-1137. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422006000500039>
- Mannaa, Mohamed, Gil Han, Young-Su Seo, and Inmyoung Park (2021) Evolution of Food Fermentation Processes and the Use of Multi-Omics in Deciphering the Roles of the Microbiota. Foods 10 (11): 2861. <https://doi.org/10.3390/foods10112861>
- Martínez Castillo, Róger (2004) Fundamentos culturales, sociales y económicos de la agroecología. Ciencias Sociales I-II (103-104): 93-102 <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=15310407>

- Meadowcroft, J., & Rosenbloom, D. (2023). Governing the net-zero transition: Strategy, policy, and politics. *PNAS* 120(47). <https://doi.org/10.1073/pnas.2207727120>
- McGovern, Patrick E., Juzhong Zhang, Jigen Tang, Zhiqing Zhang, Gretchen R. Hall, Robert A. Moreau, Alberto Nuñez, Eric D. Butrym, Michael P. Richards, Chen-shan Wang, Guangsheng Cheng, Zhijun Zhao, and Changsui Wang (2004) Fermented beverages of pre- and proto-historic China *PNAS* 101 (51):17593-17598 <https://doi.org/10.1073/pnas.0407921102>
- Meelen, T., & Münzel, K. (2023). The uphill struggles of carsharing in the Netherlands. *PNAS* 120(47). <https://doi.org/10.1073/pnas.2206197120>
- Michel-Mata, S., Wang, X. W., Liu, Y. Y., and Angulo, M. T. (2022). Predicting microbiome compositions from species assemblages through deep learning. *IMeta*, 1(1). <https://doi.org/10.1002/imt2.3>
- Miller, T. R., Wiek, A., Sarewitz, D., Robinson, J., Olsson, L., Kriebel, D., & Loorbach, D. (2014). The future of sustainability science: A solutions-oriented research agenda. *Sustainability Science*, 9(2):239–246. <https://doi.org/10.1007/s11625-013-0224-6>
- Milner, George R. (2019) Early agriculture's toll on human health. *PNAS* 116 (28):13721-13723. <https://doi.org/10.1073/pnas.1908960116>
- Mojica FJM, Juez G and Rodríguez-Valera F (1993). Transcription at different salinities of *Haloferax mediterranei* sequences adjacent to partially modified PstI sites. *Mol Microbiol* 9: 613–621
- Mulage, Bheemabai S. (2017) History of Agriculture System in India: A Legal Perspective” *International Journal of Humanities Social Sciences and Education* 4 (7): 25-30. <http://dx.doi.org/10.20431/2349-0381.0407004>
- Murphy, Mark T. (2006) Collaborative interdisciplinary agreements: a new paradigm in laboratory and specialist communication and patient care. *J Am Dent Assoc* 137 (8):1164-1167 <https://doi.org/10.14219/jada.archive.2006.0358>
- Mylan, J., Andrews, J., and Maye, D. (2023). The big business of sustainable food production and consumption: Exploring the transition to alternative proteins. *PNAS* 120(47). <https://doi.org/10.1073/pnas.2207782120>
- Paoli, Lucas, Hans-Joachim Ruscheweyh, Clarissa C. Forneris, Florian Hubrich, Satria Kautsar, Agneya Bhushan, Alessandro Lotti, Quentin Clayssen, Guillem Salazar, Alessio Milanese, Charlotte I. Carlström, Chrysa Papadopoulou, Daniel Gehrig, Mikhail Karasikov, Harun Mustafa, Martin Larralde, Laura M. Carroll, Pablo Sánchez, Ahmed A. Zayed, Dylan R. Cronin, Silvia G. Acinas, Peer Bork, Chris Bowler, Tom O. Delmont, Josep M. Gasol, Ivar D. Gossert, André Kahles, Matthew B. Sullivan, Patrick Wincker, Georg Zeller, Serina L. Robinson, Jörn Piel and Shinichi Sunagawa (2022). Biosynthetic potential of the global ocean microbiome. *Nature* 607: 111–118 <https://doi.org/10.1038/s41586-022-04862-3>
- Pardo-Tomás, José (2022) Fray Agustín Farfán. Tratado breve de medicina y de todas las enfermedades. Estudio, selección y notas de Marcos Cortés Guadarrama, Madrid-Fránkfort, Iberoamericana-Vervuert, 2020. 501 p. ISBN 978-84-9192-114-1. 35 €. Books Review. *Asclepio* 74(1): 593-594.
- Pearson, P. J. G., & Watson, J. (2023). The unfolding low-carbon transition in the UK electricity system. *PNAS* 120(47). <https://doi.org/10.1073/pnas.2206235120>

- Pérez Mínguez, Rafael (2006) Aspectos del Mundo Rural Romano en el Territorio Comprendido entre los Ríos Turia y Palancia. Servicio de Investigación Prehistórica, Serie de Trabajos Varios # 106, Valencia, X+137pp
- Pérez D, Mora R, López-Carrascal C. (2019), Conservación de la diversidad de yuca en los sistemas tradicionales de cultivo de la Amazonía. *Acta biol. Colomb.* 24(2):202-212. <http://dx.doi.org/10.15446/abc.v24n2.75428>
- Pianka, Erick R. (1973). The structure of lizard communities. *Annual Review of Ecology and Systematics* 4: 53-74.
- Rizzi, Milton (2010) Historia del Escorbuto. Especial referencia a las epidemias acaecidas en los sitios de Montevideo. *Revista FASO* 17 (2): 52-58.
- Rodríguez, Luís Ernesto (2010). Origen y evolución de la papa cultivada. Una revisión. *Agronomía Colombiana* 28 (1): 9-17.
- Pimienta-Rodríguez, Elsa T. (2013). Tratamiento con bacteriófagos como una alternativa antimicrobiana potencial. *Revista CENIC. Ciencias Biológicas*, 44 (2) <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181227534003>
- Ritchie. E.G., C.R. Letnic and A.T. Vanak (2014) Dogs as predators and trophic regulators. *Free-Ranging Dogs and Wildlife Conservation*, ed Gompper ME (Oxford Univ Press, Oxford), pp 55–68.
- Ryghaug, M., and T. M. Skjølsvold (2023). How policies and actor strategies affect electric vehicle diffusion and wider sustainability transitions. *PNAS* 120(47). <https://doi.org/10.1073/pnas.2207888119>
- Schiller, K. J. F., Klerkx, L., Salazar Centeno, D. J., and Poortvliet, P. M. (2023). Developing the agroecological niche in Nicaragua: The roles of knowledge flows and intermediaries. *PNAS* 120(47). <https://doi.org/10.1073/pnas.2206195120>
- Sampedro, A y JJ Barbón (2009) Los Ojos en el Código de Hammurabi. *Arch Soc Esp Oftalmol* 84: 221-222
- Sato, Naoki (2021) Are Cyanobacteria an Ancestor of Chloroplasts or Just One of the Gene Donors for Plants and Algae? *Genes* 12 (6): 823. <https://doi.org/10.3390/genes12060823>
- Schoijet, Mauricio (2005) La recepción e impacto de las ideas de Malthus sobre la población. *Estudios Demográficos y Urbanos* 20 (3): 569-604
- Schotsmans, E. M. J., G. Busacca, S. C. Lin, M. Vasić, A. M. Lingle, R. Veropoulidou, C. Mazzucato, B. Tibbetts, S. D. Haddow, M. Somel, F. Toksoy-Köksal, C. J. Knüsel, and Milella (2022) New insights on commemoration of the dead through mortuary and architectural use of pigments at Neolithic Çatalhöyük, Turkey. *Scientific Report* 12:4055 <https://doi.org/10.1038/s41598-022-07284-3>
- Simon, M. F., Mendoza Flores, J. M., Liu, H. L., Martins, M. L. L., Drovetski, S. v., Przelomska, N. A. S., Loiselle, H., Cavalcanti, T. B., Inglis, P. W., Mueller, N. G., Allaby, R. G., Freitas, F. de O., and Kistler, L. (2022). Phylogenomic analysis points to a South American origin of Manihot and illuminates the primary gene pool of cassava. *New Phytologist*, 233(1): 534–545. <https://doi.org/10.1111/nph.17743>
- Solbrig, O.T., y Solbrig, D.J. (1994). So shall you reap: Farming and crops in human affairs. Island Press, Washington, D.C., USA.

- Taylor, F. J. R. M. (2003). The collapse of the two-kingdom system, the rise of protistology and the founding of the International Society for Evolutionary Protistology (ISEP). In *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology* 53 (6): 1707–1714). <https://doi.org/10.1099/ijs.0.02587-0>
- Tobasura Acuña, Iasías (2007) Ambientalismos y ambientalistas: una expresión del ambientalismo en Colombia. *Ambiente y Sociedad* 10 (2):45-60.
- Turnheim, B. (2023). The historical dismantling of tramways as a case of destabilization and phase-out of established system. *PNAS* 120(47). <https://doi.org/10.1073/pnas.2206227120>
- Wells, P. E. (2023). System confluence and the reinvention of automobility. *PNAS* 120(47). <https://doi.org/10.1073/pnas.2206233119>
- Thompson, F.M.L. (1968) The Second Agricultural Revolution, 1815–1880. *The Economic History Review*, 21(1):62-77. <https://doi.org/10.1111/j.1468-0289.1968.tb01002.x>
- Umetsu, Noriharu and Yuichi Shirai (2020) Development of novel pesticides in the 21st century. *J. Pestic. Sci.* 45(2):54–74 DOI: <https://doi.org/10.1584/jpestics.D20-201>
- Volterra, V. (1926). Variazioni e fluttuazioni del numero d'individui in specie animali conviventi. *Mem. R. Accad. Naz. dei Lincei. Ser. VI*, vol. 2.
- Wang, Zhang and Martin Wu (2015) An integrated phylogenomic approach toward pinpointing the origin of mitochondria. *Scientific Report* 5:7949 <https://doi.org/10.1038/srep07949>
- Wells, Jonathan C. K. and Jay T. Stock (2020) Life History Transitions at the Origins of Agriculture: A Model for Understanding How Niche Construction Impacts Human Growth, Demography and Health. *Frontiers in Endocrinology* 11:325. <https://doi.org/10.3389/fendo.2020.00325>
- Wisniak, Jaime (2018) Nicolas Theodore Saussure: Contributons to chemistry and physical chemistry. *Revista CENIC, Ciencias Químicas* 49(1): 1-17. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181661081001>
- Wu, Shuanglei, Yongping Wei, Brian Head, Yan Zhao, and Scott Hanna (2019) The development of ancient Chinese agricultural and water technology from 8000 BC to 1911 AD. *Palgrave Commun* 5: 77. <https://doi.org/10.1057/s41599-019-0282-1>
- Zeder, Melinda A. (2008) Domestication and early agriculture in the Mediterranean Basin: origins, diffusion, and impact. *PNAS* 105 (33):11597-11604 <https://doi.org/10.1073/pnas.080131710>
- Zeder, Melinda A. (2015) Core questions in domestication research. *PNAS* 112(11):3191-3198 <https://doi.org/10.1073/pnas.1501711112>
- Bar-Yosef, O and R.H. Meadow (1995) The origins of agriculture in the Near East. *Last Hunters, First Farmers*, eds TD Price, A-B Gebauer (School of American Research Press, Santa Fe, NM), pp. 39–94.
- Uerpmann, H-P(1979) Problems of the Neolithization of the Mediterranean Region (original in German). *Supplements to the Tuebingen Atlas of the Near Orient, series B* (Ludwig Reichert, Weisbaden, 1979).

Citar:

Rodríguez Peña, Calos M. (2024) CAPÍTULO I. Introducción, de contextualización, conceptualización y organización del evento, método trabajos seminario. Pp 19-71. En: Carlos M. Rodríguez Peña, Francisco Roberto Arias Milla y Modesto Reyes (editores) Seminario Actualidad y Futuro para Lograr la Soberanía y Seguridad Alimentaria y Nutricional en la República Dominicana: Generación y Transferencia de Conocimientos y Tecnología. MESCYT, 258 pp

CAPITULO II

PRODUCCIÓN DE COMBUSTIBLES SOSTENIBLES DE AVIÓN: BALANCE DELICADO ENTRE BENEFICIOS ECONÓMICOS Y AMBIENTALES

Robert J. Macias, Aidan Garcia, Manuel Garcia-Perez

Departamento de ingeniería de los procesos Biológicos, Universidad del Estado de Washington, Pullman, WA, 99164, USA

Resumen:

El desarrollo de nuevas tecnologías para la producción de combustibles sostenibles para la aviación (SAF) se ha convertido en todo un reto. Durante la última década se han realizado diversos esfuerzos por parte de los entes gubernamentales y la comunidad científica, que con el objetivo de reducir las emisiones de CO₂, han llevado a cabo análisis técnico-económicos a diferentes rutas de producción de combustibles que combinan tecnologías de aprovechamiento bioquímico y/o termoquímico. Alternativas como la producción de queroseno parafínico sintético de ésteres y ácidos grasos hidro procesados (HEFA) representan un avance significativo desde el punto de vista económico debido a su rendimiento (86%-91%) en comparación con otras tecnologías basadas en aprovechamiento de celulosa (9%-23%) por su alto contenido de oxígeno. El futuro de los combustibles sostenibles para avión está determinado por el avance tecnológico, la mejora en las eficiencias de los procesos y la sinergia entre las diferentes vías de producción y los costos de operación y la integración con la infraestructura existente.

INTRODUCCIÓN

La aviación es una de las industrias más importantes a nivel mundial. No solo desde el punto de vista comercial sino también económico, ambiental, tecnológico, y cultural siendo uno de los más destacados el turismo y el transporte de carga. Es una industria global que ha permitido el desarrollo de países industrializados y de economías emergentes mediante el intercambio de mercancías, exportaciones e importaciones, convirtiendo la aviación en una industria indispensable (Icf, 2021; Wittmer et al., 2021).

La Asociación Internacional de Transporte Aéreo (International Air Transport Association IATA) estimo que en 2022 los ingresos de la industria de la aviación alcanzaron los 782 mil millones de dólares con un total de 33.8 millones de vuelos operados, sin embargo, pese a estas cifras, el combustible sigue siendo uno de los factores fundamentales y de mayor costo rondando los 192 millones de dólares (International Air Transport Association (IATA), 2022). No obstante, y pese a diferentes factores geopolíticos que se ven reflejados en la variación de los precios del petróleo, es una industria que cada vez más está obligada no solo a reducir costos, sino también, a reducir su impacto ambiental. Los compromisos adquiridos respecto a la reducción de emisiones que deben alcanzar el cero neto a 2050 (United Nations, 2022), representan un reto importante para la industria de la aviación. Conforme avanzan las políticas públicas de los diferentes gobiernos alrededor del mundo incrementa la presión sobre la industria para reducir la huella de carbono, esto se suma a que está previsto que la demanda se duplique para los próximos 15 años (International Civil Aviation Organization, 2023), lo que conlleva a la búsqueda de alternativas sostenibles y sustentables para los combustibles tradicionales.

El uso de la biomasa se postula como una de las principales fuentes renovables para la producción de combustibles sostenibles para la aviación (Sustainable Aviation Fuels – SAF). Esto engloba los combustibles sintéticos y biocombustibles los cuales representan una de las mejores alternativas hasta la fecha (Cabrera & Melo de Sousa, 2022). Según la Oficina de Bioenergía del Departamento de Energía de los Estados Unidos, solo allí se pueden recuperar más de 1000 millones de toneladas por año lo que representaría una producción de 60 mil millones de galones por año de combustibles bajos en carbono. El consumo global de combustibles de avión es hoy de unos 106 billones de galones y está programado que incremente a 230 billones en el 2050 (U.S Department of Energy & Technologies Office, 2020). Aunque el consumo de combustibles de avión es relativamente pequeño (solo representa 7 % en los Estados Unidos, o 1.4 millones de barriles por día), comparado con el consumo de gasolina (8.8 millones de barriles por día) y de diésel (3.9 millones de barriles por día) (U.S Energy Information Administration (EIA), 2022), es el combustible más difícil de remplazar (Tanzil et al., 2021). Este tiene un número limitado de suministradores. El 50 % del combustible de aviación consumido en los Estados Unidos se produce en los 10 aeropuertos más importantes (Energy Information Administration - EIA, 2022). Los Estados Unidos ha identificado la producción de 100 % del combustible de aviación del país con 50% menos de impacto ambiental comparado con los derivados del petróleo para el 2050 como uno de los grandes retos (Tanzil et al., 2021).

Aunque se han realizado grandes progresos en el desarrollo de tecnologías limpias para la producción de electricidad y a partir de este el hidrogeno que puede ser usado en la producción de combustibles de avión, el carbono verde que se necesita para producir combustible de avión alternativos tiene que venir de la biomasa, nuestra única fuente de carbono verde (renovable).

De acuerdo con lo anterior, los esfuerzos a nivel mundial se centran en el desarrollo de tecnologías que permitan producir combustibles bajos en carbono y a un precio aceptable de tal forma que la industria siga siendo sostenible y competitiva. El objetivo de este capítulo es revisar el estado del arte de las diferentes tecnologías para producir combustibles de aviación y discutir los retos que tienen que ser resueltos para llevarlos al mercado. A continuación, se presentan las principales tecnologías para que esta producción sea sostenible y técnicamente viable.

Tecnologías de producción de combustibles alternativos

La producción de biocombustibles a partir de recursos renovables como la biomasa ha sido estudiada ampliamente y se han obtenido resultados considerables a nivel mundial que permiten suplir parcial o totalmente los combustibles tradicionales. Sin embargo, para que este se considere adecuado debe cumplir con una serie de características, normas y cualidades similares a combustibles convencionales (Heyne et al., 2021; Yilmaz & Atmanli, 2017). Estas normativas y regulaciones están propuestas por la Sociedad Estadounidense para Pruebas y Materiales (American Society for Testing and Materials – ASTM).

Las tecnologías para la producción de combustibles de aviación alternativos a partir de compuestos lignocelulosicos en general tienen una etapa de despolimerización en la cual las biomoléculas (celulosa, hemicelulosa y lignina) son convertidas a intermediarios de bajo peso molecular (gas de síntesis, azúcares, aceite pirolítico) que luego son sometido a procesos de de-oxigenación para producir hidrocarburos (Figura 1).

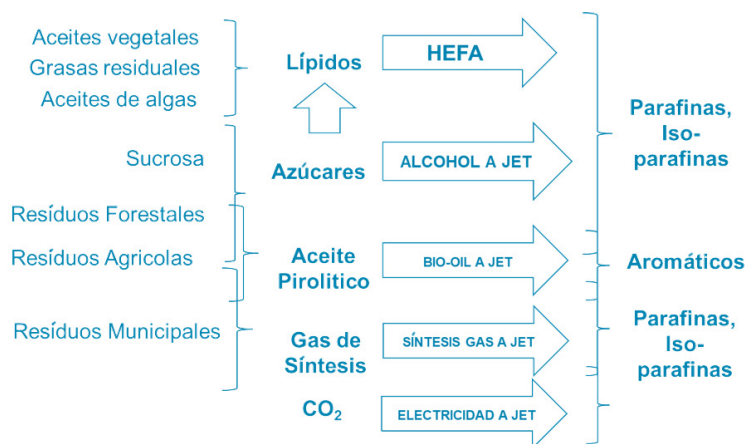


Figura 1. Conversión de biomoléculas en hidrocarburos

Actualmente, existen una serie de rutas para la producción de combustible sostenible para avión como lo son: a) el Queroseno Parafínico Sintético Fischer-Tropsch (FT-SPK) por sus siglas en inglés, b) el Queroseno Sintético con Aromáticos de Fischer-Tropsch (FT-SKA), c) Queroseno Parafínico Sintético de Ésteres y Ácidos Grasos Hidro procesados (HEFA-SPK), Isoparafinas Sintéticas de Azúcar Fermentada Hidro procesada (SIP-HFS), Queroseno Parafínico Sintético a base de Alcohol para Reactores o Motores de Propulsión a Chorro (ATJ-SPK), Queroseno Sintetizado por Hidrotermólisis Catalítica (CH-SK o CHJ), Queroseno Sintetizado Hidrodesoxigenado o bioformado de Virent (HDO-SK), Pirólisis Rápida (FP) y Combustible para Reactores Celulósico Despolimerizado Hidrotratado (HDCJ)(Cabrera & Melo de Sousa, 2022; Heyne et al., 2021; Mawhood et al., 2016; Tanzil et al., 2021; Yilmaz & Atmanli, 2017). En la Figura 2 se presentan las rutas para la obtención de estos combustibles.

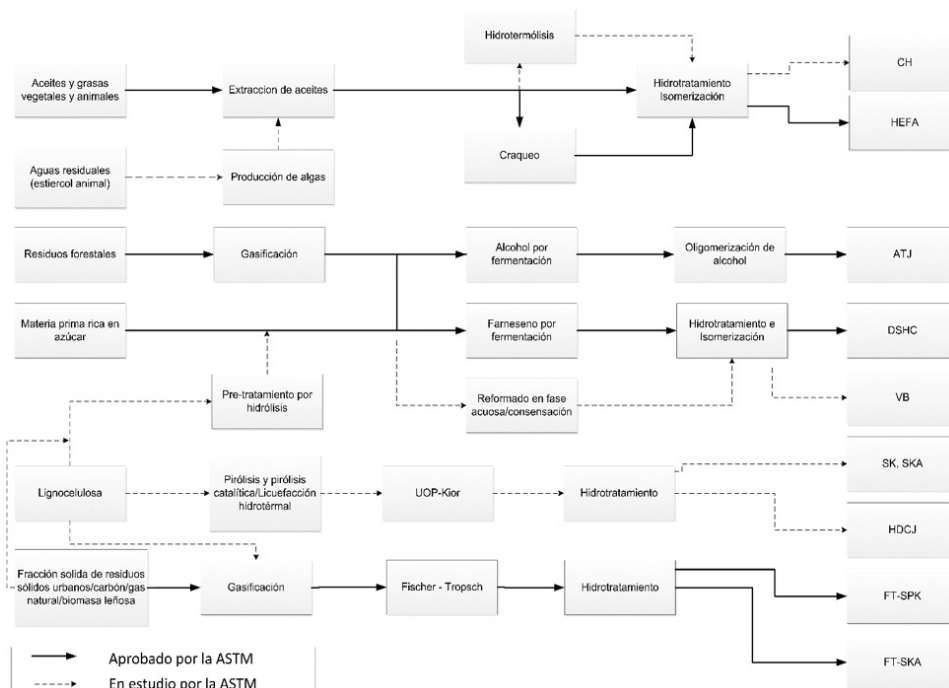


Figura 2. Esquema de las rutas disponibles para la producción de combustibles para avión. Adaptado de Morgan et al.,(2019); Zhang et al.,(2020)

Estas rutas pueden ser divididas en tres categorías dependiendo de la materia prima de la tecnología usada (Srivastava & Prasad, 2000; Tanzil et al., 2021).

1. A base de triglicéridos
2. Producidos mediante procesos bioquímicos
3. A partir de tecnologías de procesamiento termoquímico

A la fecha, la ASTM ha aprobado 7 tecnologías o procesos de conversión para la producción de combustibles sostenibles para la aviación (SAF) (*Tabla 1*).

Tabla 1
Procesos aprobados internacionalmente para la producción de combustible de avión. Adaptado de (Air Transportation Action Group ATAG, 2017)

Vías y procesos	Materias primas	Fecha de aprobación	Límite de mezcla
Queroseno parafínico sintético Fischer-Tropsch (FT-SPK)	Biomasa (residuos forestales, pastos, residuos sólidos urbanos)	2009	hasta 50%
Ésteres y Ácidos Grasos Hidroprocesados (HEFA-SPK)	Algas, jatrofa, camelina, canola, soja, grasas animales	2011	hasta 50%
Azúcares Fermentados Hidroprocesados a Isoparafinas Sintéticas (HFS-SIP)	Conversión microbiana de azúcares a hidrocarburos	2014	Hasta 10%
FT-SPK con aromáticos (FT-SPK/A)	Biomasa renovable como residuos sólidos urbanos, residuos agrícolas y residuos forestales, cultivos madereros y energéticos	2015	Hasta 50%
Queroseno parafínico sintético de alcohol para motores de propulsión a chorro (ATJ-SPK) - Isobutanol	Productos de desecho agrícola (restos, pastos, tala forestal, paja de cultivos)	2016	Hasta 30%
Queroseno parafínico sintético de alcohol para motores de propulsión a chorro (ATJ-SPK) - Etanol	Productos de desecho agrícola (restos, pastos, tala forestal, paja de cultivos)	2018	Hasta 50%
Hidrotermólisis catalítica combustible sintético para aviones (CHJ)	Materias primas a base de triglicéridos (aceites vegetales, aceites usados, aceites de algas, aceite de soja, aceite de jatrofa, aceite de camelina, aceite de carinata y aceite de tung)	2020	Hasta 50%
Queroseno parafínico sintético con alto contenido de hidrógeno (HHC-SPK)	Hidrocarburos de origen biológico	2020	Hasta 10%

Descripción de las tecnologías

Queroseno Parafínico Sintético de Ésteres y Ácidos Grasos Hidro procesados (HEFA-SPK): mediante esta tecnología es posible transformar el aceite de los lípidos a hidrocarburos a través de una serie de etapas. El primer paso consiste en la purificación del material biogénico, luego es necesario escindir la cadena de propano del glicerol mediante hidrogenación, posteriormente se craquean e isomerizan hasta lograr cadenas de longitud deseada seguido de un proceso de hidrodeshidrogenación para finalmente ser destilados y obtener los productos finales (Cabrera & Melo de Sousa, 2022; Tanzil et al., 2021). En la Figura 3 se presenta un esquema general del proceso HEFA para la obtención de combustible sintético para aviones.

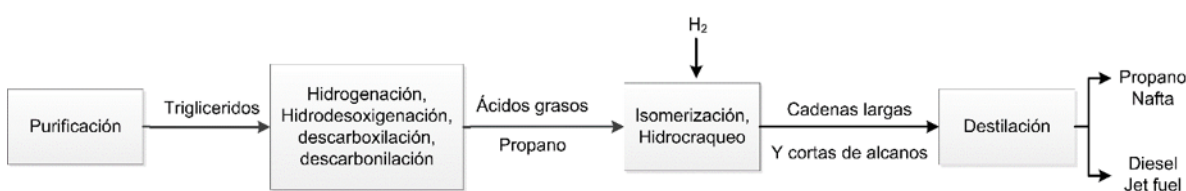


Figura 3. Esquema general del proceso HEFA. Fuente: adaptado de (Tanzil et al., 2021)

Este proceso representa una de las opciones más factibles comercialmente debido a la facilidad que representa su integración a una refinería de petróleo tradicional. Así mismo, el Queroseno parafínico sintético con alto contenido de hidrógeno (HHC-SPK) es un proceso similar al HEFA, hidro desoxigenación, craqueo e isomerización, sin embargo, la materia prima usada en este caso es una especie de alga específica, la *Botryococcus Braunii*, precursora de los hidrocarburos bioderivados obtenidos a partir de sus aceites (Banerjee et al., 2002). En la *Tabla 2* se presenta un comparativo para la producción de HEFA teniendo en cuenta la materia prima, los productos principales y los costos asociados.

Tabla 2
Productos y reactivos del proceso HEFA (Tanzil et al., 2021)

	Aceite de cocina usado	Aceite de frijol de soya
Materia prima and Products		
Aceite (MT/h)	6	7
Agua (MT/MT biomasa)	5.83	5.00
Hidrógeno (MT/ MT biomasa)	0.0500	0.0429
Electricidad requerida (kWh /MTh ⁻¹ aceite)	27.833	23.857
Productos principales		
Jet (MTcombustible/ MT aceite)	0.683	0.586
Diesel (MTcombustible/ MT aceite)	0.317	0.271
Gasolina (MTcombustible/ MT aceite)	0.100	0.086
LPG (MTcombustible/ MT aceite)	0.083	0.071
Costos		
TCI (USD MM\$)	69	77
OPEX (USD MM\$)	44	56

MT: tonelada métrica

TCI (Inversión total de capital) incluye inversión de capital fijo y capital de trabajo que es el 20% del OPEX

Queroseno Parafínico Sintético a base de Alcohol para Reactores o Motores de Propulsión a Chorro (ATJ-SPK): esta ruta permite convertir alcoholes como etanol, isobutanol, acetona-butanol-etanol (ABE) o mezcla de alcoholes, en hidrocarburos. El alcohol se deshidrata catalíticamente (eliminación de agua) y se convierte en olefinas. Posteriormente, mediante reacciones de oligomerización, dichas olefinas se convierten en olefinas de cadena larga, luego en hidrocarburos saturados mediante desoxigenación e hidrogenación. La destilación es el paso final produciendo un combustible aviones y otros subproductos como el diésel.

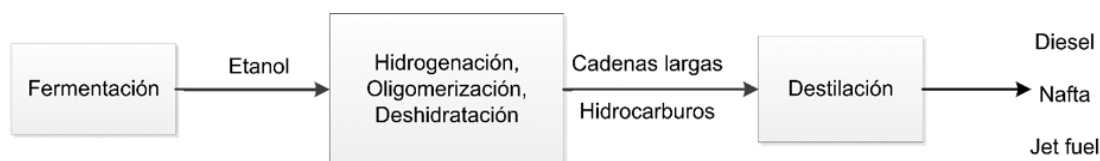


Figura 4. Esquema general del proceso ATJ. Fuente: adaptado de (Tanzil et al., 2021)

En la Figura 4, se muestra un esquema del proceso ATJ que sigue una ruta bioquímica para la producción de alcohol y posterior conversión del alcohol en combustible para aviones. Adicionalmente, (Tabla 3) presenta un comparativo para la producción de ATJ teniendo en cuenta la materia prima, los productos principales y los costos asociados.

Tabla 3
Productos y reactivos del proceso ATJ (Tanzil et al., 2021)

	Biomasa	Astillas de pino	Rastrojo de maíz
Materia prima			
Biomasa seca (MT/h)		42	39
Agua (MT/MT biomasa)		3.86	4.15
Hidrógeno (MT/ MT biomasa)		0.0017	0.0018
Productos principales			
Electricidad generada (kWh /MTh-1)		551.857	594.308
Jet (MTcombustible/ MT biomasa)		0.100	0.108
Diesel (MTcombustible/ MT biomasa)		0.031	0.033
Gasolina (MTcombustible/ MT biomasa)		0.014	0.015
Costos			
TCI (USD MM\$)		435	417
OPEX (USD MM\$)		90	86

Queroseno Parafínico Sintético Fischer-Tropsch (FT-SPK) (Figura 5): El proceso FT fue ideado por los alemanes Franz Fischer y Hans Tropsch en los años veinte para la producción de combustibles líquidos mediante reacciones catalíticas a partir de mezclas gaseosas de monóxido de carbono (CO) e hidrógeno (H₂), también conocido como gas de síntesis o syngas. La obtención del gas de síntesis se realiza mediante el proceso de gasificación del material carbonoso a alta temperatura (800°C a 1200°C). Catalizadores de cobalto o hierro son necesarios para convertir el gas en cadenas de hidrocarburos de diferentes longitudes que luego son llevadas a etapas de refinamiento, hidro craqueo e isomerización, y finalmente, destilación siendo uno de los productos finales el combustible para avión (Dry, 2002; Xu et al., 2013).

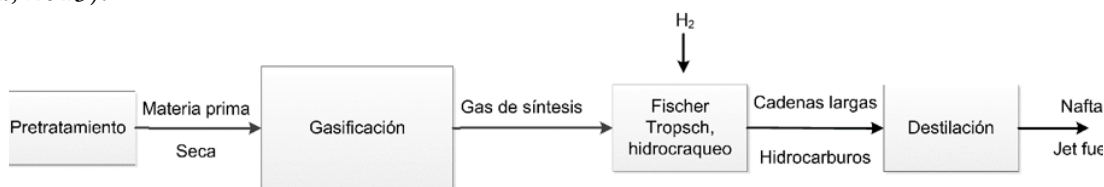


Figura 5. Esquema general del proceso FT. Fuente: adaptado de (Tanzil et al., 2021)

Por otra parte, el Queroseno Sintético con Aromáticos de Fischer-Tropsch (FT-SKA) utiliza el mismo proceso de síntesis FT, que incluye la alquilación de aromáticos ligeros, principalmente benceno (Cabrera & Melo de Sousa, 2022). La tecnología FT ha sido ampliamente explorada y sus productos atractivos para la industria de la aviación puesto que las propiedades termoquímicas de los combustibles obtenidos son similares a las de los combustibles tradicionalmente usados (Tabla 4).

Tabla 4
Productos y reactivos en el proceso FT (Tanzil et al., 2021)

	Biomasa	Astillas de pino	Rastrojo de maíz
Materia prima			
Biomasa (MT/h)		77	43
Agua (MT/MT biomasa)		1.66	2.98
Hidrógeno (MT/ MT biomasa)		0.0081	0.0144
Electricidad requerida (kWh /MTh ⁻¹ biomasa)		293.740	526
Productos principales			
Jet (MTcombustible/ MT biomasa)		0.039	0.070
Nafta (MTcombustible/ MT biomasa)		0.021	0.037
Costos			
TCI (USD MM\$)		457	342
OPEX (USD MM\$)		108	73

Isoparafinas Sintéticas de Azúcar Fermentada Hidro procesada (SIP-HFS o DSHC): comprende una vía bioquímica en la que se utiliza una plataforma biológica (levaduras o microorganismos modificados genéticamente) donde la lignocelulosa o una corriente de azúcar derivada del almidón se fermenta para producir hidrocarburos de cadena larga, particularmente un alqueno C15 llamado Farneseno. La caña de azúcar es la principal materia prima en este proceso (Figura 6).

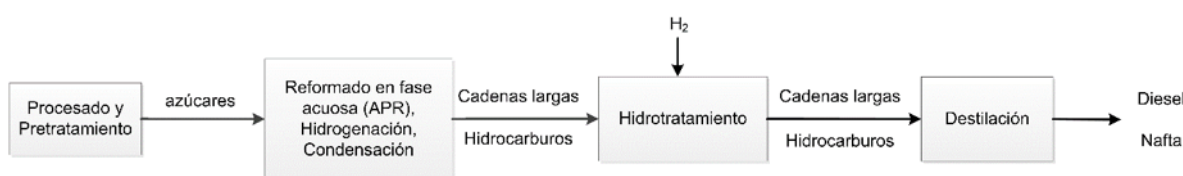


Figura 6. Esquema general del proceso SIP. Fuente: adaptado de (Tanzil et al., 2021)

En la Tabla 5 se presenta un comparativo para la producción de DSHC teniendo en cuenta la materia prima, los productos principales y los costos asociados.

Tabla 5
Productos y reactivos en el proceso de DSHC (Tanzil et al., 2021)

	Biomasa	Astillas de pino	Rastrojo de maíz
Materia prima			
Biomasa (MT/h)		76	56
Agua (MT/MT biomasa)		1.68	2.29
Hidrógeno (MT/ MT biomasa)		0.0082	0.0111
Electricidad requerida (kWh /MTh ⁻¹ biomasa)		297.605	403.893
Productos principales			
Jet (MTcombustible/ MT biomasa)		0.039	0.054
Diesel (MTcombustible/ MT biomasa)		0.005	0.007
Gasolina (MTcombustible/ MT biomasa)		0.008	0.011
Nafta (MTcombustible/ MT biomasa)		0.021	0.029
Costos			
TCI (USD MM\$)		677	654
OPEX (USD MM\$)		146	136

Queroseno Sintetizado por Hidrotermólisis Catalítica (CH-SK o CHJ): consiste en una hidrotermólisis catalítica donde los ésteres de ácidos grasos se combinan con agua precalentada para posteriormente, bajo condiciones de alta temperatura y presión, los aceites se convierten en n-parafinas, isoparafinas, ciclo parafinas y compuestos aromáticos que después pasan por un hidrotratamiento y eliminación de oxígenos residuales para finalmente ser destilados y fraccionados en productos finales dentro de los cuales se destaca el combustible para aviones (Figura 7).

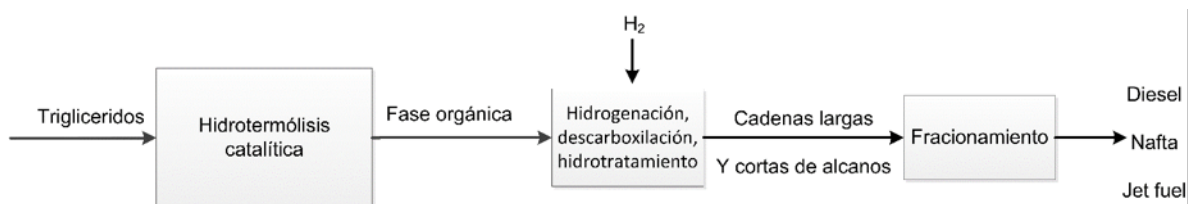


Figura 7. Esquema general del proceso CHJ. Adaptado de Wang et al., (2016)

En la Tabla 6 se presenta un comparativo para la producción de FT teniendo en cuenta la materia prima, los productos principales y los costos asociados.

Tabla 6
Reactivos y productos para la producción de CHJ (Eswaran et al., 2021)

	Aceite de cocina usado	Aceite de frijol de soya
Materias primas y Productos		
Aceite (MT/h)	35	35
Agua (MT/MT biomasa)	26.03	26.03
Hidrógeno (MT/ MT biomasa)	0.0020	0.0020
Electricidad requerida (kWh /MTh ⁻¹)	83.408	83.408
Productos principales		
Jet (MTcombustible/ MT biomasa)	0.00025	0.000
Gasolina (MTcombustible/ MT biomasa)	0.00025	0.000
Diesel (MML combustible/ MT biomasa)	0.00018	0.000
Costos		
TCI (USD MM\$)	179	196
OPEX (USD MM\$)	192.2	246.3

Otras tecnologías

Pirólisis rápida (FP): es un proceso termoquímico en el que el material carbonoso es sometido a elevadas tasas de calentamiento en un reactor con atmosfera inerte a temperaturas entre 450°C a 550°C con tiempos de residencia cortos, lo que permite generar vapores para maximizar la producción de líquidos conocidos como bioaceites o aceite de pirólisis. Posteriormente es sometido a un proceso de hidrotratamiento que consiste en hidrodesoxigenación y craqueo. A partir de este proceso también se pueden obtener gases combustibles y productos sólidos de valor energético (Figura 8).

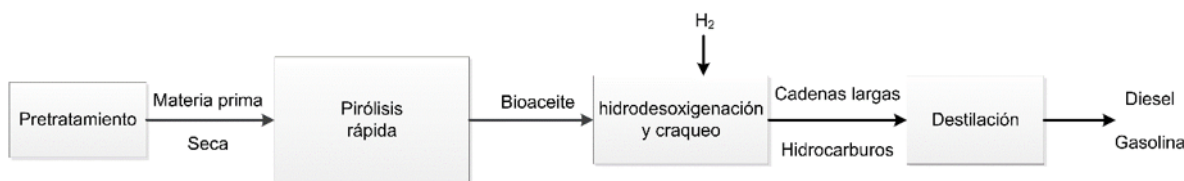


Figura 8. Esquema general del proceso FP

En la Tabla 7 se presenta un comparativo del proceso de fast pirólisis teniendo en cuenta la materia prima, los productos principales y los costos asociados.

Tabla 7
Productos y reactivos para el proceso de pirólisis rápida (Tanzil et al., 2021)

Biomasa	Astillas de pino	Rastrojo de maíz
Materia prima		
Biomasa seca (MT/h)	29	29
Agua (MT/MT biomasa)	1.03	0.86
Hidrógeno (MT/ MT biomasa)	0.0038	0.031
Electricidad requerida (kWh /MTh ⁻¹ Biomasa)	225.655	300.793
Productos principales		
Jet (MTcombustible/ MT biomasa)	0.093	0.093
Diesel (MTcombustible/ MT biomasa)	0.062	0.062
Gasolina (MTcombustible/ MT biomasa)	0.031	0.031
Bunker oil	0.034	0.034
Costos		
TCI (USD MM\$)	249	257
OPEX (USD MM\$)	69	74

Queroseno Sintetizado Hidrodesoxigenado o bioformado de Virent (HDO-SK): es una tecnología patentada por la compañía Virent conocida como BioForming la cual consiste en un proceso termoquímico catalítico para la producción de hidrógeno y alcanos a partir de los azúcares de la biomasa (Figura 9). Este puede ser clasificado en tres etapas: desacetilación, pretratamiento y acondicionamiento. El BioForming permite producir una gama de productos similares a una refinería tradicional dentro de los cuales se destacan hidrocarburos como gasolina, diésel, combustible para aviones y productos químicos (Virent, 2022).

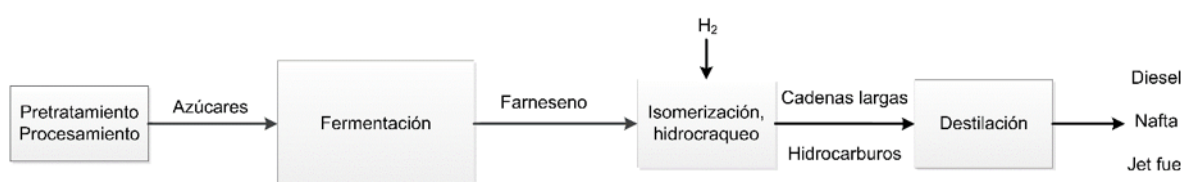


Figura 9. Esquema general del proceso HDO o Virent-BioForming

En la Tabla 8 se presenta un comparativo para el proceso de Virent teniendo en cuenta la materia prima, los productos principales y los costos asociados.

Tabla 8
Productos y reactivos para el proceso de Virent-BioForming

	Biomasa	Astillas de pino	Rastrojo de maíz
Materia prima			
Biomasa (MT/h)		39	29
Agua (MT/MT biomasa)		1.90	2.07
Hidrógeno (MT/ MT biomasa)		0.0508	0.0517
Productos principales			
Jet (MTcombustible/ MT biomasa)		0.128	0.172
Nafta (MTcombustible/ MT biomasa)		0.026	0.026
Electricidad (kWh/MTh-1 biomasa)		538.462	538.462
Costos			
TCI (USD MM\$)		425	398
OPEX (USD MM\$)		99	89

Producción de Hidrogeno y la relevancia en la producción de SAF

La organización de aviación civil internacional, OACI por sus siglas en inglés, reconoce como SAF aquellos combustibles que tienen “el potencial de generar emisiones de carbono más bajas que el queroseno convencional sobre la base del ciclo de vida”; específicamente, SAF debe lograr al menos una reducción del 50% (~44,5 gCO₂e/MJ) en la evaluación del ciclo de vida (LCA) en comparación con el combustible para aviones a base de petróleo (89 gCO₂e/MJ). Por lo tanto, la contribución más significativa del uso de SAF es la reducción de las emisiones generadas en su LCA (transporte, materia prima, proceso de fabricación).

El hidrogeno tiene un gran potencial para reducir las emisiones de carbono en este proceso. Los productores de SAF pueden disminuir su intensidad de carbono (CI) y recibir créditos más altos del Estándar de Combustibles Bajos en Carbono (LCFS) si adquieren hidrógeno que se produce de manera más sostenible (Reid-kay & Blanshard, 2021). Por ejemplo, el hidrógeno tiene una huella de carbono de alrededor de 6,7 g CO₂e/MJ en el LCA para el proceso de HEFA con soja, pero existe un potencial significativo para reducir la huella de carbono a lo largo de la cadena de producción mediante el uso de hidrógeno más limpio. Es importante tener en cuenta toda la cadena de producción para que los SAF tengan un impacto ambiental realmente positivo, en el caso de los SAF, la cadena de producción también involucra hidrógeno.

Sin embargo, todavía existen preocupaciones sobre el impacto ambiental generado por la producción de hidrógeno en relación con las emisiones de gases de efecto invernadero. Según un analista de Bloomberg NEF, aún no existe un consenso internacional para definir un proceso de producción de hidrógeno como ambientalmente limpio, y cada país utiliza diferentes métricas para definir la limpieza de los procesos (Longden et al., 2022; The Washington Post, 2022). La Ley de Inversión en Infraestructura y Empleos, IIFA por sus siglas en inglés, ha establecido una definición de hidrógeno limpio que incluye cualquier hidrógeno producido con una intensidad de carbono igual o inferior a dos kilogramos de dióxido de carbono equivalente producido por kilogramo de hidrógeno en el lugar de producción. Esta definición engloba tanto el hidrógeno verde, que se produce con energía renovable, como el hidrógeno azul, que se genera usando combustibles fósiles y empela adicionalmente

la captura de carbono, y el hidrógeno rosa, que se produce mediante la electrólisis de agua empleando energía nuclear (U.S. Department of Energy, 2022). En este sentido, la Tabla 9 presenta la clasificación del hidrógeno con base a su intensidad en emisiones de carbono, además de algunos datos promedio del precio mínimo de venta de combustible.

Tabla 9
Códigos de colores de hidrógeno, modificados de (Bhardwaj et al., 2022; Reid-kay & Blanshard, 2021).

Color	Fuente de H ₂	Fuente de energía	Proceso de producción	Tons CO ₂ / Ton H ₂ ⁺	Precio \$/kg ^a
Verde	B i o m a s a / Agua	Energía renovable	Gasificación/Electrólisis	0.3-1	2.27-6.98
Amarillo	Agua	Electricidad de la red, energía solar	Electrólisis	16.4	5.50-6.10
Turquesa	Gas natural	Gas natural	Pirólisis	0	1.00
Turquesa++	Bio-metano	Bio-metano	Pirólisis	-10.9	
Azul	Agua + Gas natural	Gas natural o carbón	Reformado, principalmente SMR + CCS	1-4	2.16-3.38
Morado	Agua	Energía nuclear	Electrólisis (SOEC)	0	3.23
Rosa	Agua	Energía nuclear	Electrólisis (AWE)	0	4.15
Rojo	Agua	Energía nuclear	Conversión termoquímica	0	-
Gris	Gas natural	Gas natural	Principalmente SMR	9-11	1.00-1.50
Café	Carbón de lignito	Carbón de lignito	Principalmente SMR	19	2.38
Negro	Carbón bituminoso	Carbón bituminoso	Principalmente gasificación	13.4	0.92-2.83
Blanco	Hidrógeno geológico natural	No reportado	Fracking + CCS	~0	1.30-2.50

**El CO₂ emitido con la gasificación de biomasa se considera neutro en emisión de CO₂ porque se utilizaría posteriormente para el crecimiento de la biomasa.*

+ El límite del sistema no incluye el transporte ni la fabricación de energía.

□ Promedio tomado para varios análisis económicos desarrollados en la última década (precio mínimo de venta de combustible).

Precio competitivo actual del mercado \$ 1/kg

SMR: Steam methane reforming

CCS: carbon capture and storage

Es notable que las tecnologías de producción de hidrógeno más económicas son aquellas que producen mayor cantidad de CO₂. Por tal razón, alrededor del 96% del hidrógeno producido en todo el mundo se deriva de combustibles fósiles, principalmente por medio de SMR y gasificación de carbón (Chan et al., 2019; U.S. Department of Energy, 2020; Weger et al., 2017). Sin embargo, como se evidencio en la tabla anterior su manufactura produce grandes cantidades de CO₂ que se liberan en la atmósfera, sin dejar a un lado el problema adicional del agotamiento de las reservas de combustibles fósiles a nivel mundial. Adicionalmente, la producción de hidrógeno a partir de recursos de combustibles fósiles (gas natural y carbón) y su posterior incorporación en procesos de producción de SAF puede tener un impacto ambiental significativo, incluso más negativo que el de los combustibles

derivados del petróleo (Longden et al., 2022; The Washington Post, 2022; Yusaf et al., 2022). Esto se debe a que en todos los procesos de producción de SAF como los mencionados en la Figura 2, hay una etapa de isomerización, hidrocrackeo o hidrotratamiento. Estos pasos requieren aproximadamente de 6 a 8 moléculas de hidrógeno por molécula de combustible producida (Tanzil et al., 2021).

En este contexto, el papel del hidrógeno en la producción de combustibles sostenibles para aviones es significativo. Existen diversas tecnologías que pueden utilizarse para producirlo, cada una con sus propias desventajas. Por ejemplo, la tecnología de electrolisis presenta un alto costo de producción, mientras que la tecnología de SMR emite grandes cantidades de gases de efecto invernadero. No obstante, cada tecnología también tiene sus ventajas. La electrolisis con energía nuclear produce hidrógeno con una baja huella de carbono, mientras que la tecnología de SMR o gasificación de carbón ofrece precios competitivos que les permiten participar en el mercado actual. Además, la elección de la tecnología de producción de hidrógeno depende en gran medida de factores contextuales específicos, tales como la ubicación geográfica, la disponibilidad y el costo de la materia prima (gas natural, biomasa, carbón, entre otros), el costo de la energía (electricidad, energía nuclear, energía solar, entre otros), y la existencia de incentivos para la producción de hidrógeno limpio. Por consiguiente, para tomar decisiones informadas sobre los métodos de producción de hidrógeno más sostenibles y rentables para una ubicación determinada, se requiere una evaluación exhaustiva de estos factores contextuales.

Varios analistas han estimado que para cumplir con los objetivos de reducción de la intensidad de carbono establecidos para 2035 y 2050 va a ser necesario el uso en paralelo de tecnologías de producción de hidrógeno gris y azul mientras se logran avances significativos respecto a tecnologías más limpias como hidrógeno verde y turquesa. Por tal razón, es fundamental continuar con la investigación e innovación para reducir los costos y mejorar la eficiencia de estos procesos. Al mismo tiempo, mientras se busca encontrar soluciones más deseables, es importante aprovechar la infraestructura existente y ofrecer soluciones adecuadas.

La exploración de nuevas tecnologías y el desarrollo de nuevos combustibles son un factor determinante para la transición energética. Pese a que los costos de los combustibles tradicionales siguen siendo bajos por la madurez de la tecnología y la logística existente, los combustibles a partir de tecnologías con materias primas de origen bioquímico como la HEFA proporcionan una alternativa interesante, aun así, sus costos y la logística de producción a gran escala siguen siendo un desafío que se podrá superar a la par de vencer las barreras tecnológicas existentes.

Por otra parte, las rutas termoquímicas como la gasificación y producción de combustibles líquidos ganan terreno al ser tecnologías probadas pero que también presentan márgenes distantes relativos al costo de los combustibles tradicionales pero que tienden a decrecer a medida que se logran superar aspectos tecnológicos e integración de diferentes tecnologías bajo el esquema de biorrefinerías que permitirán equilibrar costos a partir de los ahorros o beneficios medio ambientales por concepto de combustibles con intensidad de carbono inferior a los usados actualmente.

Finalmente, tecnologías como la producción de hidrógeno a partir de electrolisis, reformado de metano, celdas de combustible, metanol para la producción de gasolina, energía solar para la síntesis de hidrocarburos son solo algunos de los nuevos conceptos que se introducen para fortalecer el campo de la investigación en torno a los combustibles para la aviación. Estas tecnologías requieren esfuerzos conjuntos por parte de la comunidad académica, el sector privado y las políticas públicas para lograr los objetivos planteados a 2050 y salvaguardar las dinámicas económicas y sociales entorno a tan importante industria.

LITERATURA CITADA

- Banerjee, A., Sharma, R., Chisti, Y., & Banerjee, U. C. (2002). *Botryococcus braunii*: A Renewable Source of Hydrocarbons and Other Chemicals. *Critical Reviews in Biotechnology*, 22(3): 245–279.
- Air Transportation Action Group ATAG. (2017). *Beginner's Guide to Sustainable Aviation Fuel*. www.enviro.aero.
- Bhardwaj, R., van der Waal, J. K., Linders, M., Konemann, J. W., & Goetheer, E. (2022). Turquoise hydrogen: the potential for combined hydrogen and carbon production via methane cracking. *23rd Edition of the International Conference on Analytical and Applied Pyrolysis*.
- Cabrera, E., & Melo de Sousa, J. M. (2022). Use of Sustainable Fuels in Aviation; A Review. *Energies* 2022, Vol. 15, Page 2440, 15(7): 2440. <https://doi.org/10.3390/EN15072440>
- Chan, Y. H., Cheah, K. W., How, B. S., Loy, A. C. M., Shahbaz, M., Singh, H. K. G., Yusuf, N. R., Shuhaili, A. F. A., Yusup, S., Ghani, W. A. W. A. K., Rambli, J., Kansha, Y., Lam, H. L., Hong, B. H., & Ngan, S. L. (2019). An overview of biomass thermochemical conversion technologies in Malaysia. *Science of The Total Environment*, 680: 105–123. <https://doi.org/10.1016/J.SCITOTENV.2019.04.211>
- Dry, M. E. (2002). The Fischer-Tropsch process: 1950-2000. *Catalysis Today*, 71(3–4): 227–241. [https://doi.org/10.1016/S0920-5861\(01\)00453-9](https://doi.org/10.1016/S0920-5861(01)00453-9)
- Eswaran, S., Subramaniam, S., Geleynse, S., Brandt, K., Wolcott, M., & Zhang, X. (2021). Techno-economic analysis of catalytic hydrothermolysis pathway for jet fuel production. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 151. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.111516>
- Herrero, Yayo (2006) El movimiento ecologista ante el deterioro global: retos y utopías. *Intervención Psicosocial* 15 (2):149-166.
- Heyne, J., Rauch, B., Le Clercq, P., & Colket, M. (2021). Sustainable aviation fuel prescreening tools and procedures. *Fuel*, 290. <https://doi.org/10.1016/J.FUEL.2020.120004>
- International Air Transport Association (IATA). (2022). *IATA - Travel Recovery Rebuilding Airline Profitability*. <https://www.iata.org/en/pressroom/2022-releases/2022-06-20-02/>
- Icf. (2021). *Fueling Net Zero How the aviation industry can deploy sufficient sustainable aviation fuel to meet climate ambitions An ICF Report for ATAG Waypoint 2050*.
- International Civil Aviation Organization. (2023). *Future of Aviation*. Future of Aviation. <https://www.icao.int/Meetings/FutureOfAviation/Pages/default.aspx>
- Longden, T., Beck, F. J., Jotzo, F., Andrews, R., & Prasad, M. (2022). 'Clean' hydrogen? – Comparing the emissions and costs of fossil fuel versus renewable electricity based hydrogen. *Applied Energy*, 306: 118145. <https://doi.org/10.1016/J.APENERGY.2021.118145>
- Mawhood, R., Gazis, E., de Jong, S., Hoefnagels, R., & Slade, R. (2016). Production pathways for renewable jet fuel: a review of commercialization status and future prospects. *Biofuels, Bioproducts and Biorefining*, 10 (4): 462–484. <https://doi.org/10.1002/BBB.1644>

- Morgan, T. J., Youkhana, A., Turn, S. Q., Ogoshi, R., & Garcia-Pérez, M. (2019). Review of Biomass Resources and Conversion Technologies for Alternative Jet Fuel Production in Hawai'i and Tropical Regions. *Energy and Fuels*, 33 (4): 2699–2762. https://doi.org/10.1021/ACS.ENERGYFUELS.8B03001/ASSET/IMAGES/LARGE/EF-2018-03001P_0025.JPEG
- United Nations. (2022). *Net Zero Coalition | United Nations*. UNEP Emissions Gap Report 2022. <https://www.un.org/en/climatechange/net-zero-coalition>
- Reid-kay, A., & Blanshard, A. (2021). Hydrogen's Essential Role in Decarbonization of Aviation | ICF. *ICF*.
- Srivastava, A., & Prasad, R. (2000). Triglycerides-based diesel fuels. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 4(2): 111–133. [https://doi.org/10.1016/S1364-0321\(99\)00013-1](https://doi.org/10.1016/S1364-0321(99)00013-1)
- Tanzil, A. H., Brandt, K., Wolcott, M., Zhang, X., & Garcia-Perez, M. (2021). Strategic assessment of sustainable aviation fuel production technologies: Yield improvement and cost reduction opportunities. *Biomass and Bioenergy*, 145: 105942. <https://doi.org/10.1016/J.BIOMBIOE.2020.105942>
- Virent, I. (2022). *Technology | Virent, Inc.* BioForming® Technology. <https://www.virent.com/technology/>
- The Washington Post. (2022, March 17). *What to know about hydrogen in the fight to curb climate change*.
- U.S. Department of Energy. (2020). *Department of Energy Hydrogen Program Plan*.
- U.S. Department of Energy. (2022, February 15). *DOE Establishes Bipartisan Infrastructure Law's \$9.5 Billion Clean Hydrogen Initiatives | Department of Energy*. <https://www.energy.gov/articles/doe-establishes-bipartisan-infrastructure-laws-95-billion-clean-hydrogen-initiatives>
- U.S Department of Energy, & Technologies Office, B. (2020). *Sustainable Aviation Fuel: Review of Technical Pathways Report*.
- Energy Information Administration - EIA. (2022). *U.S. Energy Information Administration - EIA - Independent Statistics and Analysis*. <https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=46556>
- U.S Energy Information Administration (EIA). (2022). *Use of oil*. <https://www.eia.gov/energyexplained/oil-and-petroleum-products/use-of-oil.php>
- Wang, W.-C., Tao, L., Markham, J., Zhang, Y., Tan, E., Batan, L., Warner, E., & Biddy, M. (2016). *Review of Biojet Fuel Conversion Technologies*. www.nrel.gov/publications.
- Weger, L., Abánades, A., & Butler, T. (2017). Methane cracking as a bridge technology to the hydrogen economy. *International Journal of Hydrogen Energy*, 42(1): 720–731. <https://doi.org/10.1016/J.IJHYDENE.2016.11.029>
- Wittmer, A., Bieger, T., & Müller, R. (2021). *Aviation systems: management of the integrated aviation value chain* (2021st ed.). https://books.google.com/books/about/Aviation_Systems.html?id=rThIEAAQBAJ
- Xu, J., Yang, Y., & Li, Y.-W. (2013). Fischer–Tropsch synthesis process development: steps from fundamentals to industrial practices. *Current Opinion in Chemical Engineering*, 2(3): 354–362. <https://doi.org/10.1016/J.COCHE.2013.05.002>

- Yilmaz, N., and Atmanli, A. (2017). Sustainable alternative fuels in aviation. *Energy*, 140: 1378–1386. <https://doi.org/10.1016/J.ENERGY.2017.07.077>
- Yusaf, T., Fernandes, L., Talib, A. R. A., Altarazi, Y. S. M., Alrefae, W., Kadirgama, K., Ramasamy, D., Jayasuriya, A., Brown, G., Mamat, R., Dhahad, H. Al, Benedict, F., and Laimon, M. (2022). Sustainable aviation-hydrogen is the future. *Sustainability* 2022, 14(1): 548. <https://doi.org/10.3390/SU14010548>
- Zhang, H., Fang, Y., Wang, M., Appels, L., & Deng, Y. (2020). Prospects and perspectives foster enhanced research on bio-aviation fuels. *Journal of Environmental Management*, 274: 111214. <https://doi.org/10.1016/J.JENVMAN.2020.111214>

Citar:

Macias, Robert J., Aidan Garcia, Manuel Garcia-Perez (2024) CAPÍTULO II Producción de Combustibles Sostenibles de Avión: Balance Delicado entre Beneficios Económicos y Ambientales. Pp 72-87. En: Carlos M. Rodríguez Peña, Francisco Roberto Arias Milla y Modesto Reyes (editores) Seminario Actualidad y Futuro para Lograr la Soberanía y Seguridad Alimentaria y Nutricional en la República Dominicana: Generación y Transferencia de Conocimientos y Tecnología. MESCYT, 258 pp

CAPÍTULO III

CONFERENCIA MAGISTRAL

EXPERIENCIAS DE LA INNOVACIÓN EN LAS POLÍTICAS PÚBLICAS APLICADAS A LA AGRICULTURA FAMILIAR

Arturo Enrique Bisonó Rodríguez
artubiso@gmail.com

La agricultura familiar es definida por la Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación (FAO), como una forma de organizar la producción agrícola, forestal, pesquera, ganadera y acuícola que es gestionada y administrada por una familiar y depende principalmente de la mano de obra familiar, comprendidos tanto mujeres como hombres. La familiar y la granja están relacionadas entre sí, evolucionan conjuntamente y combinan funciones económicas, ambientales, sociales y culturales. En América Latina y el Caribe, la agricultura familiar abarca más del 80% de los agricultores, genera entre el 57% y 77% del empleo agrícola y sostiene gran parte de la alimentación de la región, y constituye así una opción sostenible para la alimentación y nutrición de las familias rurales y urbanas. Por estas razones, la agricultura familiar debe ser un actor fundamental en las políticas públicas de los países, sobre todo en aquellos donde la agricultura familiar es la base de la alimentación con en la República Dominicana. En la conferencia titulada “Experiencias de la innovación en las políticas públicas aplicadas a la agricultura familiar”, se presentarán acciones ejecutadas desde la dirección de agricultura familiar de Progresando con Solidaridad del gobierno dominicano. Estas acciones responden a políticas de innovación con la finalidad de acelerar la salida de la pobreza de agricultores familiares que son beneficiarios de los programas sociales del gobierno dominicano. En estas acciones se han tomado prioridad el manejo del agua con perspectiva de cambio climático, producción orgánica como ente diferenciador en nichos de mercado Premium y sistemas de circuito corto de comercialización.

Citar:

Bisonó Rodríguez, Arturo Enrique (2024) CAPÍTULO III: Experiencias de la innovación en las políticas públicas aplicadas a la agricultura familiar. Pp 88. En: Carlos M. Rodríguez Peña, Francisco Roberto Arias Milla, Modesto Reyes, Mario Grullón, Luis Matos, César López, Ángel Pimentel (editores) Seminario Actualidad y Futuro para Lograr la Soberanía y Seguridad Alimentaria y Nutricional en la República Dominicana: Generación y Transferencia de Conocimientos y Tecnología. MESCYT, 258 pp

CAPÍTULO IV

MESA 1

SOBERANÍA Y SEGURIDAD ALIMENTARIA Y NUTRICIONAL DE TODOS LOS ESTRATOS POBLACIONALES DOMINICANOS, POLÍTICAS, ORGANIZACIÓN, Y ROLES INSTITUCIONALES

Ámbar Rodríguez¹, Mariella Ortega², Altagracia Fulcar³, Yomaira Tejeda⁴, Marleny Perez⁴, Awilda Leticia Santana⁵, Raysa Grullart⁵, Paul Rivero⁶, Karina Vargas⁷, Mario Castro⁷, Patricia Grullón⁸, Marielka Vicente⁸, Yenni Medina⁸, Lucila Beriguete⁹, Víctor Urraca García¹⁰, Marino Tejada¹¹, Ángel Adames¹¹, José López¹¹, Daris Sánchez¹², Lenny Gerónimo¹², Ana Cristina Guzmán¹², Maribel Grullón¹³ Y Ninette López¹⁴

¹secretaría Técnica Para La Soberanía y Seguridad Alimentaria y Nutricional (Setessan); ²organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO); ³programa Mundial de Alimentos (PMA); ⁴instituto Nacional De Bienestar Estudiantil (INABIE); ⁵pro Consumidor; ⁶ministerio De Industria y Comercio y Mipymes (MICM); ⁷instituto Nacional De Atención Integral a la Primera Infancia (Inaiipi); ⁸ministerio De Salud Pública; ⁹universidad Nacional Evangélica (UNEV); ¹⁰universidad Federico Henríquez y Carvajal (UFHEC -Campus Moca); ¹¹universidad Católica Del Cibao (UCATECI); ¹²Ministerio de La Mujer; ¹³Sociedad Dominicana De Nutrición Clínica y Metabolismo (SODONUCLM); ¹⁴instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP)

INTRODUCCIÓN

Este documento es el resultado final de la Mesa de trabajo en el marco del Seminario en que se basa este libro.

Objetivos

1. Describir el impacto de la pandemia COVID-19 y del conflicto bélico Rusia-Ucrania, sobre la SSAN a nivel mundial, regional y nacional.
2. Detallar la situación alimentaria y nutricional de los estratos poblacionales dominicanos, (primera infancia de 0 a 5 años; escolares de 6 a 17 años; adultos de 18 a 65 años; mayores de 66 años).
3. Realizar un análisis situacional de las políticas, organización, sistema de coordinación y roles institucionales, logros a la fecha.
4. Presentar conclusiones y sugerencias para fortalecer, actualizar y/o desarrollar estrategias y políticas actuales de la SSAN.

Plan de Trabajo

La estrategia seguida, con las fechas de encuentros de los equipos correspondientes (tabla 1), se condujo en base a un plan de trabajo, en consenso con los integrantes de la mesa y se decidió dividirla en pequeños comités para trabajar cada subtema descrito en los objetivos anteriores.

Tabla 1
Ejecución del plan de trabajo de la mesa 1

No	Subtemas	Responsables de desarrollar el tema.	Fechas de reuniones
1	Describir el impacto de la pandemia COVID-19 y del conflicto bélico Rusia-Ucrania, sobre la SSAN a nivel nacional, Haití, América Central y mundial.	FAO y PMAFAO-PMA	o 1era reunión sostenida el 25 de agosto 2022, 12:00pm
2	Definir la situación nutricional de los estratos poblacionales dominicanos, (primera infancia de 0 a 5 años; escolares de 6 a 17 años; adultos de 18 a 65 años; mayores de edad 66+ años).	MSP, INAIPI, INABIE, UNEV, UFHEC, SODONUCLM, UCATECI, INCAP.	o 2da reunión sostenida el 30 de agosto 2022, 10:30am
3	Realizar un análisis situacional de las políticas, organización, sistema de coordinación y roles institucionales logros a la fecha.	SETESSAN/PRO CONSUMIDOR/ MICM/ MINISTERIO DE LA MUJER/ todos los participantes.	o 3ra reunión sostenida el 6 de septiembre 2022, 9:00am.
4	Presentar conclusiones y sugerencias para fortalecer, actualizar y/o desarrollar estrategias y políticas actuales de la SSAN.	Todos los participantes	- o 4ta reunión sostenida el 13 de Septiembre 2022, 9:00am - o 5ta reunión sostenida el 15 de Septiembre 2022, 9:00am

I. Impacto de la Pandemia Covid-19 y del Conflicto Bélico Rusia-Ucrania, Sobre la SSAN a Nivel Mundial, Regional y Nacional

La SSAN es un fenómeno multidimensional en el que inciden cuatro pilares, que deben garantizar la disponibilidad, el acceso (físico y económico), la utilización adecuada de los alimentos y la estabilidad. Las tendencias actuales de crecimiento poblacional, migración hacia las zonas urbanas, el cambio climático, la desigualdad y la exclusión social, así como la sostenibilidad en el uso de los recursos naturales, ponen de manifiesto, retos importantes para salvaguardar la SSAN del mundo.¹

La situación de la SSAN en el Mundo (SOFI 2022, por sus siglas en inglés), permitió concluir, que el número de personas con hambre aumentó por segundo año consecutivo. Las proyecciones para 2030 están a los mismos niveles que en 2015 cuando fueron aprobados los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). El mundo está retrocediendo en sus esfuerzos por erradicar el hambre y reducir la malnutrición en todas sus formas, debido a la pandemia Covid-19, conflictos, el cambio climático, desaceleraciones y contracciones económicas. Tras permanecer relativamente estable desde 2015, la prevalencia de la subalimentación se incrementó del 8.0% al 9,3% de 2019 a 2020, y creció a un ritmo más lento en 2021 hasta llegar al 9.8%. Entre 702 y 828 millones de personas padecían

1 CRNA Impacto Humano, 2021 MEPyD

hambre en 2021, 103 millones más que entre 2019 y 2020 y 46 millones más en 2021. En 2021, el hambre afectaba a 278.0 millones de personas en África, 56.5 millones en América Latina y el Caribe y 425.0 millones en Asia; esto nos dice que las previsiones apuntan a que cerca de 670.0 millones de personas seguirán padeciendo hambre en 2030, es decir, el 8.0% de la población mundial, igual que en 2015, cuando se puso en marcha la Agenda 2030. Tras experimentar un incremento en 2020, la prevalencia mundial de la inseguridad alimentaria moderada o grave permaneció en general estable en 2021, pero la inseguridad alimentaria grave alcanzó niveles más elevados. Cerca de 2,300 millones de personas en el mundo, se encontraban afectadas por la inseguridad alimentaria moderada o grave en 2021. La brecha de género en relación con la inseguridad alimentaria, que había aumentado en 2020, debido a la pandemia por coronavirus (COVID-19), se amplió todavía más entre 2020 y 2021, a causa principalmente de las crecientes diferencias registradas en América Latina y el Caribe, así como en Asia. En 2021, el 31.9% de las mujeres del mundo padecían inseguridad alimentaria moderada o grave, en comparación con el 27.6% de los hombres.

El mismo informe (SOFI, 2022) reporta en el contexto regional, que se ha experimentado un retroceso importante en las cifras de hambre e inseguridad alimentaria durante los últimos años. Esta viene aumentando sostenidamente desde 2015, sin embargo, desde el 2020 el aumento fue bastante más pronunciado, en el contexto de la pandemia del COVID-19. Entre 2015 y 2021 el número de personas afectadas por el hambre aumentó de 35.9 a 56.5 millones, es decir un incremento de 20.6 millones, de los cuales 13.2 millones fueron entre 2019 y 2021. De igual forma, entre 2014 y 2021, la cantidad de personas con inseguridad alimentaria moderada o grave aumentó en un 76 por ciento, es decir, pasó de 151.7 a 267.7 millones en los últimos siete años. Entre 2019 y 2021 se registró el alza más importante, aumentando 62,5 millones.

Los efectos de la inflación en los precios de los alimentos al consumidor, derivados de las repercusiones económicas de la pandemia de la COVID-19 y las medidas adoptadas para contenerla han incrementado los costos de una dieta saludable y aumentado su inaccesibilidad en todo el mundo. Casi 3,100 millones de personas no podían permitirse una dieta saludable en 2020 (112 millones más que en 2019). Esta cifra se explica principalmente por Asia, donde 78 millones de personas más no podían permitirse una dieta saludable, seguida de África (25 millones más), mientras que América Latina y el Caribe al igual que América del Norte y Europa contabilizaron 8 millones y 1 millón de personas más, respectivamente.

En el informe SOFI (2020) se incluyeron por primera vez estimaciones mundiales del costo y la asequibilidad de las dietas saludables. Ambos son indicadores útiles del acceso económico de las personas a alimentos nutritivos y dietas saludables. Entre 2019 y 2020, Asia registró el incremento más elevado del costo de una dieta saludable (4.0%), seguida de Oceanía (3.6%), América Latina y el Caribe (3.4%), América septentrional y Europa (3.2%) y África (2.5%).

Actualmente, se cierne sobre el mundo otra crisis, que es probable que repercuta en la trayectoria de la SSAN, es decir, el conflicto bélico entre Ucrania y Rusia; el cual tendrá múltiples implicaciones para los mercados agrícolas mundiales, a través de los canales del comercio, la producción y los precios. Esta situación proyecta un impacto sobre el estado de la SSAN en numerosos países, en un futuro cercano. Los mayores precios de los alimentos afectan más a la población de los países de ingreso bajo y mediano, que gasta en alimentos un porcentaje mayor de sus ingresos que la de los países de ingreso alto.

Según la edición de abril de 2022 del informe “Perspectivas de los mercados de productos básicos” del Banco Mundial, la guerra en Ucrania ha alterado los patrones mundiales de comercio,

producción y consumo de productos básicos, de forma tal que los precios se mantendrán en niveles históricamente altos hasta fines de 2024, exacerbando la inseguridad alimentaria y la inflación.²

El Boletín de Monitoreo de Precios de Alimentos del Programa de Sistemas de Información para la Resiliencia en Seguridad Alimentaria y Nutricional de la Región del Sistema de Integración Centroamericano (SICA) segunda fase (PROGRESAN-SICA II), correspondiente a julio de 2022, mantiene la alerta regional ante la persistencia del encarecimiento de los precios internacionales de los alimentos y de los combustibles, ocasionado por la continuidad de la presencia de los factores geopolíticos, económicos y ambientales, que permiten anticipar con bastante probabilidad que los riesgos de inseguridad alimentaria y nutricional se mantendrán en lo que resta de 2022, con perspectivas de que sus secuelas en los países del SICA se puedan extender incluso hasta 2024. A julio de 2022, se mantuvo el impacto del alza de los precios internacionales de los alimentos, y aunque hay señales de que tienden a atenuarse, se ha generado una situación, en la que millones de personas caerán inevitablemente en pobreza extrema, aumentando el riesgo de hambre y desnutrición.

Según las estimaciones publicadas por el Banco Mundial (BM: 29 de julio de 2022), la inflación interna de los precios de los alimentos continúa siendo alta en la mayor parte de los países de ingresos bajo y medio. Con la información disponible a junio de 2022, el BM identificó que la tasa de inflación de los alimentos superó el 5% en la gran mayoría de países, independientemente de su nivel de ingresos; incluso en algunos países los precios de los alimentos llegaron a repuntes inflacionarios de dos dígitos.

En el análisis del BM, los precios internacionales de los productos básicos están expuestos a riesgos alcistas mediante los siguientes canales de transmisión: menor suministro de cereales, incremento de los precios de la energía derivada de petróleo, gas y carbón, alza de los precios de los fertilizantes y perturbación del comercio debido al cierre de puertos en el mar Negro. Esto ha afectado los precios del trigo, el maíz, los aceites comestibles y los fertilizantes

En el análisis de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) “*El estado de la Inseguridad Alimentaria en el Mundo, 2022*” se estudian las alzas históricas de los precios de los fertilizantes desde 2021 a la fecha, a partir de los factores que han incidido en el mercado mundial de fertilizantes. Desde la oferta, dichos factores están asociados a: i) los altos y crecientes precios de la energía, ii) las perturbaciones del comercio mundial y las alzas en los costos del transporte, iii) las restricciones a las exportaciones; mientras que, por el lado de la demanda, y iv) los subsidios a la importación y los altos precios de los cultivos, lo que genera una asequibilidad elevada (que permite tolerar el aumento en el precio de los fertilizantes).

A raíz de los altos precios registrados desde 2021 en el mercado mundial de los fertilizantes, se ha desestimulado su demanda, particularmente en los países emergentes y en desarrollo. Según el subíndice de precios de fertilizantes que se incluye en el Índice de Precios de Productos Básicos que publica el BM (año base 2010), en julio de 2022 se reportó la tercera contracción consecutiva de precios, -3.7 %, en lo que va de año; no obstante, respecto a julio de 2021 los precios están 67.8 % más caros, alza que se suma al notable aumento de 81.8 % registrado en julio de 2021.

Es necesario entender, que el mundo está experimentando una transformación que no tiene vuelta atrás. El último Informe sobre Desarrollo Humano (IDH) 2022 del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), en el documento **“Tiempos inciertos, vidas inestables: configurar nuestro futuro en un mundo en transformación”**, advierte de la existencia de múltiples capas de

2 <https://www.bancomundial.org/es/topic/agriculture/brief/food-security-update>

incertidumbre interconectadas que están provocando una desestabilización sin precedentes. Según el informe, más del 90 % de los países registran un deterioro de los niveles de su IDH en 2020 o en 2021, y más del 40 % en ambos años, mostrando que la crisis sigue agudizándose para las mayorías.

Lo anterior guarda relación con lo identificado en el Informe Panorama de la SAN 2022 en donde se hace referencia a las exacerbadas desigualdades entre países y dentro de ellos por un patrón desigual de recuperación económica entre los países y a las pérdidas de ingresos no recuperadas entre los más afectados por la COVID-19.

Este panorama Mundial también afecta a República Dominicana. Durante 2022, la FAO ha venido alertando sobre una escalada en los precios de los alimentos. Estos ya eran altos antes de la guerra en Ucrania y las cifras del reporte del monitoreo de FAO lo confirman. En marzo de 2022, los precios internacionales de las materias primas de los alimentos acumularon un 12.6% de incremento comparado con febrero pasado de este año, alcanzando su nivel más alto desde 1990.

El conflicto bélico Ruso-Bielorruso agravó la situación alimentaria postpandemia, pero lo más preocupante son las complicaciones que traerá para las próximas temporadas de cosecha. La FAO está advirtiendo que “el problema más serio no es este año”, sino “las cosechas del próximo”, que “afectará en todos los países de América”.

Según el Banco Central de la República Dominicana, el rubro de Alimentos y Bebidas No Alcohólicas fue uno de los de mayor influencia en la inflación general con un alza de 1.18% respecto al mes pasado (especificar mes y año). En general esa tendencia se mantendrá y el país debe prepararse para una escalada de precios prolongada. Al ser una isla, dependemos de la importación de algunos alimentos que no se producen aquí, pero, sobre todo, de los insumos agrícolas, principalmente los fertilizantes, que es el factor central en esta ecuación.

Lo más probable es que el precio de los alimentos va a aumentar, especialmente, el trigo y el maíz. Incluso si el país no compra trigo o maíz de Rusia ni de Ucrania, los precios internacionales subirán de igual manera.

Esto impactará la situación de seguridad alimentaria del país. En este sentido, tenemos tres crisis simultáneas: efectos económicos de la pandemia, cambio climático y efectos actuales de la guerra. El desempleo, la inflación y pobreza de los hogares (hoy en 23.85%) hizo que haya más personas que no alcanzan la seguridad alimentaria. La última medición de FAO registra que, como efecto de la pandemia, en el país hay más de un millón de personas en condición de hambre.

Es importante recordar que esta hambre no se produce por falta de alimentos, ya que en el país hay una producción suficiente, sino por falta de acceso económico, específicamente de personas que están en condiciones de pobreza o muy cercanas a la línea de la pobreza. Además, si los alimentos están más caros, las personas abandonan los alimentos más nutritivos, por lo cual también podrá contribuir al aumento del sobrepeso y la obesidad.

II. Situación nutricional de los estratos poblacionales dominicanos por edad (primera infancia, 0 a 5 años; escolares, 6 a 17 años; adultos, 18 a 65 años; mayores, 66+ años).

La malnutrición en todas sus formas es un problema a nivel global. Datos de la última Encuesta Demográfica y de Salud (ENDESA 2013) reflejan que la prevalencia de la desnutrición infantil crónica ha declinado de 16.5% (1991) a 3.0% (Enhogar, MICS 2019). La desnutrición infantil aguda, que

supone un bajo peso en la talla o extrema delgadez, ha permanecido estable en un 2.0% de la población total desde 2002; aunque actualmente la mayor problemática es el exceso de peso reportado en un 8.0% (Enhogar, MICS 2019).

A pesar de que durante las últimas décadas hemos tenido una tendencia sostenida a la reducción de la desnutrición, el sobrepeso y obesidad continúan en aumento. En República Dominicana para el 2017, el costo de la doble carga de la malnutrición ascendió a 1,961 millones de dólares, lo que equivale al 2.6 % del PIB del país; 499,7 millones de estos son atribuibles a la desnutrición y 1,461 millones al sobrepeso y la obesidad.

En América Latina y el Caribe el sobrepeso y la obesidad están aumentando con rapidez entre los niños mayores de 5 años y los adolescentes. Más del 30% están afectados por sobrepeso y 12 % con obesidad, lo que significa que 69 millones de niños y adolescentes viven con esa condición.

En la República Dominicana, según los resultados del estudio Fill the Nutrition Gap, el Consejo para la Soberanía y Seguridad Alimentaria y Nutricional (CONASSAN) y el Programa Mundial de Alimentos (PMA) demuestran que el acceso económico continúa siendo una barrera importante en materia de SSAN para los hogares. Una dieta que cubriría los requerimientos de energía, proteína, grasa, y de micronutrientes (según la definición de FAO) y la Organización Mundial de la Salud (OMS), sigue siendo inasequible para alrededor del 33% de los hogares en el país.

En el país existe poca información sobre el actual entorno alimentario y cómo la transición nutricional y epidemiológica ha impactado de forma diferenciada a segmentos poblacionales distintos. Según datos del estudio sobre la Carga Mundial de la Morbilidad, Lesiones y Factores de Riesgo, del Instituto para la Medición y la Evaluación de la Salud (*Global Burden of Disease, Injuries and Risk Factors* o GBD), las personas dominicanas tienen un consumo inadecuado de distintos alimentos. La ingesta de vegetales, legumbres y alimentos de origen animal es bajo, mientras que el consumo de bebidas azucaradas es casi 70 veces superior al consumo recomendado. Asimismo, el consumo de sodio, grasas saturadas y grasas trans es alto.

La creciente prevalencia de sobrepeso y obesidad, y las deficiencias de micronutrientes, tienen consecuencias negativas sobre la productividad y salud en el país. Según el estudio realizado por el PMA, en asociación con la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) y el Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP) en 2017, la malnutrición le costó a la República Dominicana casi 2 mil millones de dólares por los impactos negativos sobre la productividad, salud y educación (PMA, 2019). Esta cifra equivale al 2.6% del PIB. En Chile, el costo total estimado para 2014 es de USD 493 millones (equivalente a 0,2% del PIB), USD 7,3 mil millones en México (0,6% del PIB) y USD 1,7 mil millones en Ecuador (1,7% del PIB).

Primera Infancia (0 A 5 Años)

La lactancia materna sigue siendo un gran desafío para la salud pública. República Dominicana, reporta un 16% de lactancia materna exclusiva, siendo esta la más baja en la Región de América Latina (ENHOGAR-MICS, 2019). Con relación a lactancia continua hasta los dos años, se muestran incremento de 12.4% a 14.0% (ENHOGAR 2014-2019).

La encuesta Nacional Micronutrientes (2009) reporta que los niños menores de 5 años reflejan un retraso en el crecimiento de 7.0% debido a desnutrición crónica y una prevalencia de 28.0%

de anemia. ENHOGAR-MICS (2019) reporta un retraso de 3.0%, desnutrición aguda es de 2.0%, sobrepeso de 8.0%.

Escolares (6 A 17 Años)

En 2012, el Instituto Nacional de Bienestar Estudiantil (INABIE) del Ministerio de Educación, realizó la Segunda Encuesta Nacional de Micronutrientes en Escolares de 6 a 14 años. Se pesaron y midieron 2,972 niños distribuidos en toda la geografía nacional. El estudio sobre el crecimiento y desarrollo de los niños evidenció, que un 1.9% presentaron déficit de talla para la edad y el mínimo de 0.1% déficit de peso para la edad. Por otro lado, el exceso de peso (sobrepeso y obesidad) en esta población fue de un 15.2%. Es importante destacar que se identificó que 13.9% de los escolares de 12 a 14 años presentaron anemia.

En el período 2021-2022, el INABIE junto al Ministerio de Salud Pública implementaron el proyecto Estado Nutricional de los Escolares beneficiarios del Programa de Alimentación Escolar (PAE) de la República Dominicana-ENPARD. Este proyecto evaluó 53 centros educativos, un total de 8,177 escolares, de los cuales 249 (3%) estaban en bajo peso moderado, 5,376 (65.7%) eran eutróficos/normopeso y 2,642 (31.2 %) se encontraron con sobrepeso y obesidad.

En cuanto a la prevalencia de anemia en niños de 6 a 14 años, se evidencia una mejora de 29.0% (2009) a 16.7% (2012), siendo el grupo de edad de 6 a 9 años (21.9%) el más afectado en comparación con el grupo de 10 a 14 años (12.1%) (Encuesta Nacional de Micronutrientes 2009-2012).

Adultos de 18 A 65 Años

En este grupo de edad, la obesidad y el sobrepeso tienden al aumento. La prevalencia de la obesidad en la población adulta alcanza el 27.6% (SOFI, 2020).

En 2021, el Ministerio de Salud Pública llevó a cabo la Primera Jornada Nacional de Hipertensión Arterial: Prevención Diabetes y Obesidad. En esta jornada participaron 7,949 adultos, se pudo determinar que un 34.0 % tenía sobrepeso y un 37.0% obesidad. En la Encuesta Nacional de Micronutrientes 2009, se evidenció en mujeres en edad reproductiva una prevalencia de 34.0% de anemia y 3,0% de deficiencia de ácido fólico.

III. Realizar un análisis situacional de las políticas, organización, sistema de coordinación y roles institucionales, logros a la fecha.

El país cuenta con la Ley de Soberanía y Seguridad Alimentaria y Nutricional (Ley SSAN 589-16), que fue promulgada en el 2016 por el Poder Ejecutivo e impulsada por el Foro Parlamentario para la Seguridad Alimentaria y Nutrición, y apoyados por la FAO y el PMA.

La ley SSAN 589-16 tiene el objetivo de *“Establecer el marco institucional para la creación del Sistema Nacional para la Soberanía y Seguridad Alimentaria y Nutricional (SINASSAN), el cual tiene la responsabilidad de elaborar y desarrollar, así como de mantener actualizadas las políticas de soberanía y seguridad alimentaria y nutricional, como instrumentos orientados a respetar, proteger, facilitar y ejercer el derecho a la alimentación adecuada en conformidad con los principios de los derechos humanos para mejorar la calidad de vida de la población dominicana”*.

La mencionada Ley, establece la creación del **Sistema Nacional para la Soberanía y Seguridad Alimentaria y Nutricional (SINASSAN)** con el fin de articular la formulación y aplicación de políticas y planes orientados al establecimiento de la soberanía y seguridad alimentaria y nutricional de la población.

Constituido el SINASSAN se crearon cuatro órganos para la gobernanza de la Ley, que son:

1. **El Consejo Nacional para la Soberanía y Seguridad Alimentaria y Nutricional (CONASSAN)**, órgano rector y coordinador del SINASSAN, que tiene como responsabilidad la implementación, monitoreo y evaluación del Plan Nacional para la Soberanía y Seguridad Alimentaria y Nutricional. El CONASSAN está adscrito al Ministerio de la Presidencia, quien lo preside, cuenta con tres vicepresidencias, que son los Ministerios de Educación, Salud Pública y Agricultura; también forman parte de este consejo: el Ministerio de Hacienda, Ministerio de Educación Superior, Ciencia y Tecnología (MESCYT), Ministerio de la Mujer, Ministerio de Industria y Comercio y MiPyMes (MICM), Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones, Ministerio de Economía, Planificación y Desarrollo (MEPYD), Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MMARN), el presidente de la Federación Dominicana de Municipios (FEDOMU), el Director del Instituto Nacional de Protección a los Derechos del Consumidor (PRO-CONSUMIDOR), el Secretario Técnico de la SETESSAN y el representante de la Red Nacional SSAN.
2. **La Secretaría Técnica para la Soberanía y Seguridad Alimentaria y Nutricional (SETESSAN)**, ofrece apoyo operativo al CONASSAN que tiene como propósito gestionar el Plan, a través de la articulación de todas las partes e instituciones involucradas del Poder Ejecutivo, así como otros actores sociales y organismos internacionales.
3. **La Red Nacional para la Soberanía y Seguridad Alimentaria y Nutricional (Red SSAN)**, integrada por instituciones de gobierno y organizaciones de la sociedad civil, que trabajan en el diseño y ejecución de planes de seguridad alimentaria y nutricional a nivel local, monitorea la implementación del Plan y entrega información clave sobre la situación de la SAN en el país.
4. Por último, se encuentran **las instituciones de apoyo**, conformados por agencias de cooperación internacional, ONG y otras de relevancia.

Para la implementación de la ley SSAN 589-16, se hace necesario la formulación y ejecución de un Plan Nacional para la Soberanía y Seguridad Alimentaria y Nutricional, denominado Plan SSAN. Su propósito es articular las acciones, tiempos y presupuestos de las instituciones que conforman el SINASSAN. El mismo considera un plan de trabajo que se ejecuta por regiones, provincias y municipios, tomando en consideración las especificaciones de los territorios. Esta establece que su periodicidad sea por cuatro años y así se hizo con un enfoque participativo y su período de implementación previsto para los años 2019-2022.

Programas, Proyectos e Iniciativas Orientadas a la SSAN

En República Dominicana se han puesto en marcha planes, programas, proyectos e iniciativas específicas que han contribuido a la soberanía y la seguridad alimentaria y nutricional; las mismas están incorporadas como líneas de acción en el Plan SSAN 2018-2022, siendo coordinadas e implementadas por instituciones públicas, organismos internacionales y por organizaciones no gubernamentales, sector privado y sociedad civil. Estas acciones tienen la finalidad de mitigar la inseguridad alimentaria

y la subalimentación, y a su vez están vinculadas a los Objetivos de Desarrollo Sostenible, la Estrategia Nacional de Desarrollo (END 2030) y el Plan Nacional Plurianual del Sector Público (PNPSP).

Dentro de los programas, proyectos e iniciativas que se han puesto en marcha y que se relacionan a las dimensiones de la seguridad alimentaria y nutricional en el país, se destacan los siguientes:

- **Conformación de las Redes SSAN.**

En el marco de las actividades de conformación de las Redes SSAN que iniciaron en el año 2021; en la actualidad han sido conformadas y sensibilizadas en el marco de la Ley 589-16, veintinueve (29) redes municipales y ocho (8) redes provinciales, de la cuales, en seis (6) provincias (Monte Plata, El Seibo, Elías Piña, San Juan, Dajabón e Independencia) fueron realizados levantamientos de necesidades para la formulación de Proyectos o iniciativas relacionadas a la SSAN, contando con la asistencia técnica de la FAO e identificar las siglas (CESAL) (específicamente en la Provincia de Independencia).

- **Campaña de Dietas Saludables “Alimentos esenciales para tu salud”.**

En el marco del año de las Frutas y Verduras 2021, junto a la SETESSAN y bajo la coordinación de la FAO, en alianza con el Ministerio de Salud Pública, INABIE, INCAP, OPS, SODONUCLIM, SUPÉRATE, Ministerio de Agricultura, PMA, alcaldías, gobernación y las redes municipales SSAN, se lanzó una campaña en redes sociales con unos mensajes que promovían una dieta saludable y la reducción del desperdicio de alimentos, impactando a más de 1500 personas a nivel nacional.

En ese contexto, la campaña igualmente fue dirigida a **29 municipios de la Región Suroeste** con la integración de las Redes Municipales SSAN, a través de talleres de promoción de dietas saludables: “*Frutas y verduras, alimentos esenciales para tu salud*”, con la finalidad de sensibilizar la población y promover la selección y consumo de frutas y verduras; la misma incluyó talleres de capacitación, así como una demostración culinaria con recetas fáciles para alimentos locales. En estas actividades participaron las alcaldías, la gobernación e instituciones gubernamentales y ONGs para una posterior divulgación a las comunidades, impactando un total de 567 participantes, de los cuales 299 fueron mujeres.

Estas actividades fueron incorporadas a la **Ruta de la Salud**, iniciativa del Ministerio de Salud Pública para fomentar un estilo de vida saludable en las provincias identificadas con alta prevalencia en hipertensión arterial, Diabetes Mellitus tipo 2, sobrepeso y obesidad, que son: *Distrito Nacional, El Seibo, Montecristi, Hato Mayor, María Trinidad Sánchez, San Pedro de Macorís y Santiago*. El cual tiene como objetivo la promoción y prevención de un estilo de vida saludable que incorpora servicios de salud cardiovascular, bucal, ginecológico, mental, entre otros. En esta iniciativa se incorporan el Servicio Nacional de Salud (SNS), Agencias de las Naciones Unidas, sector público, privado y organizaciones de la sociedad civil. La FAO ha realizado dentro de este marco, 9 talleres de Dietas Saludables en la Ruta de la Salud, impactando un aproximado de 480 participantes.

- **Coaliciones Sistemas Alimentarios**

En septiembre de 2021, en el marco de la **Cumbre de Sistemas Alimentarios**, se crean 8 Coaliciones de Sistemas Alimentarios: *Acción por la nutrición y el hambre cero, Comidas escolares; pérdida y desperdicio de alimentos; Agroecología y sistemas ganaderos y agrícolas sostenibles; Alimentos acuáticos y azules;*

Ingresos dignos y trabajo decente; Resiliencia y cambio climático y, la última, corresponde a *medios de aplicación, financiación, innovación y tecnología de datos y gobernanza*. Estas tienen como objetivo defender un enfoque integrado y sistémico a escala para abordar problemas específicos relacionados con los sistemas alimentarios. En cada caso, la prioridad de los miembros de la coalición es ayudar al país a alcanzar los ODS, a través de vías nacionales que fomenten la transformación de los sistemas alimentarios para 2030. Se comprometen a hacerlo de acuerdo con los principios, objetivos e indicadores de la Agenda 2030.

- **Evaluación y reformulación del PLAN SSAN**

Para este año 2022, luego de la última celebración del CONASSAN y con la asistencia técnica y financiera de FAO y PMA, inició el proceso de la evaluación del PLAN SSAN 2019-2022 y paralelamente la formulación del nuevo PLAN SSAN 2023-2027. El 2022 marca el final del primer Plan SSAN, por lo que la presente evaluación es pertinente para revisar los distintos aspectos de la implementación, monitoreo y coordinación, e incorporar mejoras y lecciones aprendidas, de cara al diseño del siguiente Plan SSAN 2023-2027; el cual se integrará al Plan Plurianual del Sector Público.

- **Implementación del Sistema de Monitoreo e Información en SSAN**

Actualmente la SETESSAN está trabajando en el desarrollo del Sistema de Monitoreo e Información en SSAN; con el apoyo del PROGRESAN SICA II. La implementación de este sistema de información y de alerta oportuna sobre seguridad alimentaria y nutricional; tiene los siguientes objetivos:

- Incorporar los resultados, indicadores y metas, que permitan el análisis cualitativo y cuantitativo del impacto de las acciones SSAN a nivel nacional y local, incorporando el enfoque de género y el ciclo de vida.
- Fortalecer las capacidades de la Secretaría Técnica del CONASSAN para el desarrollo de los procesos de seguimiento, monitoreo y evaluación de las acciones SSAN a nivel territorial.
- Generar informes de rendición de cuentas y transparencia a nivel nacional y local que enfoquen el análisis del avance, problemática, contexto, recursos, entorno social, político y cultural, para la toma de decisiones oportunas en materia de SSAN en el país.
- Socializar los resultados y las experiencias exitosas, buenas prácticas en materia de SSAN, tanto a nivel nacional como a nivel de cada territorio.

Programa de Alimentación Escolar (PAE) del Instituto Nacional de Bienestar Estudiantil (INABIE).

Es un programa de inversión social que tiene como propósito esencial garantizar la atención alimentaria y nutricional a la población de niños, niñas, adolescentes y jóvenes estudiantes del sistema educativo dominicano. Cada año escolar, en 5,937 Centros Educativos llega el servicio de alimentación escolar, sumando más de 1.8 millones las personas beneficiadas diariamente (estudiantes, docentes e incluso padres).

A nivel nacional se ofrecen diariamente 4,494,067 raciones alimenticias para un desayuno, almuerzo y merienda en los centros educativos de jornada escolar extendida y en las tandas matutinas

y vespertinas con desayuno y merienda, respectivamente. Los menús que contempla el Programa de Alimentación Escolar se ofrecen en cuatro modalidades de servicio según zona geográfica: *PAE-Desayuno Urbano*, *PAE-Desayuno Rural*, *PAE - Desayuno Fronterizo*, *PAE - Jornada Escolar Extendida*, *Almuerzo Escolar*.

Importante hay que destacar, que actualmente el INABIE está en proceso de reestructuración de este programa, buscando ofrecer a los escolares una dieta más nutritiva y balanceada. Los primeros pasos, han sido retirar para el año escolar 2022-2023 el néctar que se ofrecía a los escolares por su alto contenido de azúcares; y como sustitución al mismo, se está trabajando en una nueva fórmula de bebida que tiene como base: avena y frutas.

En el mes de julio 2022, se inició la implementación del proyecto *Entorno Escolar Saludable* a través de estrategias innovadoras para el fortalecimiento del PAE, que se estará implementando en cinco regionales de educación (Azua, San Juan, La Vega, Santiago y Monte Plata), proyecto que servirá para el escalamiento de un modelo de gestión descentralizado donde se incluya la Educación Alimentaria y Nutricional desde la Escuela.

Programa de mejoras del acceso vial en zonas rurales del Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones (MOPC).

Este programa se relaciona con la construcción de infraestructuras que contribuyan a mejorar las condiciones de transporte y logística relativa a la producción de alimentos, su comercialización y acceso al mercado en el país; entre otras, están: asfaltado y mejora de caminos vecinales y carreteras, rehabilitación de centros de acopios, respuestas rápidas a rehabilitación de caminos, puentes y otras vías de acceso, así como la construcción o rehabilitación de infraestructuras escolares y el acceso vial a estas, creando espacios y rutas adecuados para los traslados e ingresos de alimentos del Programa de Alimentación Escolar.

Progresando con Solidaridad (PROSOLI) del Gabinete de Coordinación de Políticas Sociales (GCPS).

El principal objetivo de este programa es asegurar la generación de ingresos, contribuir a la seguridad alimentaria y asegurar la nutrición de las familias beneficiarias del mismo. Está dirigido a familias en situación de pobreza extrema y moderada. Se considera como el principal programa de protección social del Gobierno dominicano.

Constituye un programa de intervención social focalizada, que integra transferencias monetarias condicionadas, acompañamiento socioeducativo y vinculación con programas y servicios, articulados en intervenciones que se fundamentan en siete líneas de acción o componentes:

- i) Comer es Primero,
- ii) Incentivo a la Asistencia Escolar (ILAE),
- iii) Bono Estudiantil Estudiando Progreso (BEEP)
- iv) Proyecto Agricultura Familiar,
- v) Un componente de educación nutricional,
- vi) Fomento de la atención primaria en salud,

- vii) La provisión de micronutrientes en polvo y alimentos complementarios fortificados a menores de 5 años, mujeres embarazadas y en periodo de lactancia, y adultos mayores, para la mejora de su estado nutricional.

Ley 342-22 Sistema Nacional de Protección y Atención Integral a la Primera Infancia

Esta ley crea el Instituto Nacional de Atención Integral a la Primera Infancia (INAIPI) la misma considera que la primera infancia es la etapa de la vida comprendida entre cero (0) y cinco (5) años de los niños y niñas, la cual crea la base para su salud física, mental, emocional, identidad cultural, personal y del desarrollo de sus aptitudes, por lo que constituye el más importante período en el desarrollo de la vida humana, en la cual la inversión pública y la privada cobran mayor significado, al constituirse en un mecanismo social igualador disponible para el accionar gubernamental.

Visto lo anterior, el INAIPI es el responsable de la prestación de servicios de atención integral a niños (as) menores de 5 años y cuenta con dos programas: Centro de Atención Integral a la Primera Infancia (CAIPI) y Centro de Atención Integral a la Infancia y la Familia (CAFI), ambos enfocados a la estimulación temprana y educación inicial de estos niños.

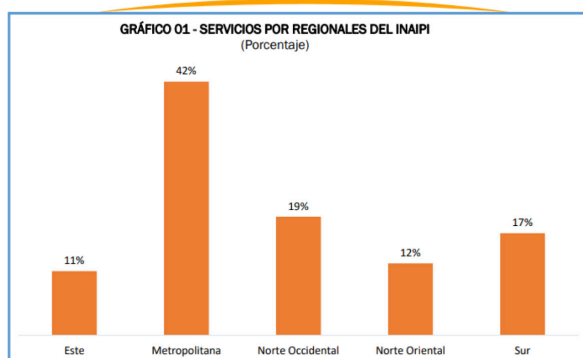
Desde el mismo, se ofrecen servicios de alimentación el cual busca garantizar la calidad e inocuidad de la alimentación suministrada al interior del CAIPI, mediante el cumplimiento de las normas de higiene y una adecuada manipulación de los alimentos. Se trabaja mediante la Estrategia de Acompañamiento y Atención en Hogar, así como los talleres de formación a familias en orientación sobre lactancia materna y hábitos alimentarios saludables.

El INAIPI promueve y favorece la lactancia materna exclusiva de 0 a 6 meses, debido a que en esta etapa de la vida la leche cumple un papel especialmente importante dado el rápido crecimiento y desarrollo que repercute en la salud de las madres, niñas y niños. Por tal razón desde la creación del modelo de atención integral ha destinado un espacio para la habilitación de una sala de lactancia materna.

Actualmente, la alimentación de los Centros de Atención Integral a la Primera Infancia tiene una cobertura del 70% de la recomendación diaria de consumo calórico para esta etapa de la vida.

En el siguiente gráfico se puede observar la cobertura de niños hasta el momento y su distribución porcentual por área de INAIPI (figura IV-1 a)

a) **Distribución Porcentual de Servicios
según Regiones**



b)



Figura IV-1.- a) Distribución porcentual de servicios por región; b) cobertura de niños.

Asimismo, en la figura IV-2 se detallan las salas de lactancia materna promovidas por INAPI en todo el territorio nacional.

MAPA DE LA REPÚBLICA DOMINICANA NÚMERO DE SALAS DE LACTANCIA MATERNA EN LOS CENTROS DE ATENCIÓN INTEGRAL A LA PRIMERA INFANCIA POR PROVINCIAS.

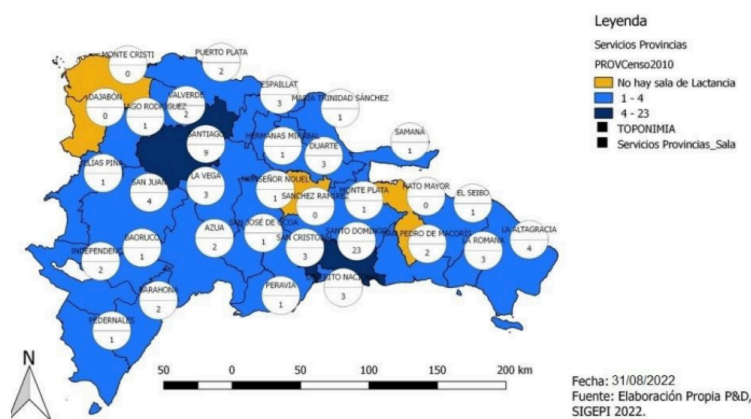


Figura IV-2.-Cantidad de salas de lactancia materna

Guías Alimentarias con un enfoque en Sistemas Alimentarios (GABSA)

El Ministerio de Salud Pública está en un proceso de revisión y actualización de las Guías Alimentarias con un enfoque en Sistemas Alimentarios (GABSA), con el apoyo de la asistencia técnica de la FAO y el INCAP, a partir de esto, se conformaron unas comisiones con especialistas vinculados a los temas de las guías y se planificaron e iniciaron los trabajos, tomando en cuenta la hoja de ruta propuesta en el Policy Brief de las GABSA, lanzadas en mayo del 2022.

La GABSA, trasciende la educación nutricional hacia un conjunto integrado de recursos, que influyen sobre las dimensiones económicas, socioculturales y ambientales, favoreciendo la creación de políticas públicas relacionadas a la transformación de sistemas alimentarios que permitan la adopción

de dietas saludables y sostenibles. Las mismas tienen como propósito servir como referencia a los gobiernos para alinear políticas y programas relacionados con la alimentación y nutrición, asimismo para orientar a los diferentes actores a lo largo del sistema alimentario para que promuevan entornos alimentarios más saludables y sostenibles y apoyar a la población para que adopten patrones y prácticas alimentarias más saludables y sostenibles.

Las mismas van dirigidas a todos los actores del Sistema Alimentario que tienen o podrían tener un rol en la promoción de una alimentación saludable.

- **Programa Supérate**

El nuevo programa del Gobierno Dominicano, *Supérate*, facilita la incorporación de los participantes al mercado de trabajo para que puedan obtener un empleo digno y de calidad que les garantice su salida de la pobreza. También cuenta con un bono de transferencia monetaria que sustituirá a *Comer es Primero* con un monto de RD\$1,650.00, el doble del monto que recibían. El alcance de Supérate es de un millón de hogares, categorizados como vulnerables según el Índice de Calidad de Vida (ICV) del Sistema Único de Beneficiarios (SIUBEN).

- **Comedores Económicos que proveen raciones cocinadas a precios bajos.**

Es una dependencia de la Presidencia de la República Dominicana, adscrita al Gabinete de Coordinación de Políticas Sociales, por el Decreto No.1082-04 e incorporada al Programa de Protección Social por el Decreto 1554-05.

Tiene como objetivo principal apoyar a los sectores más vulnerables del país proporcionando alimentos crudos o cocidos de calidad, de manera eficiente y permanente, para lo cual se mantiene en constante innovación. Desarrolla programas de alimentación y nutrición en beneficio de la población, promoviendo que la misma se aplique de forma digna, equitativa y transparente.

En este orden, es importante destacar que actualmente existe un acuerdo con la Procuraduría General de la República Dominicana (PGR) y Comedores Económicos (CEED) que incluye el suministro de raciones cocidas y crudas a los privados de libertad que ascienden a la cantidad de 35,000 personas, cumpliendo de esta forma con las metas establecidas por el Gobierno Dominicano de reducir el hambre y la desnutrición en el país.

Dentro de los logros se resalta que, a través de los diferentes programas sociales, la institución realizó la distribución de más de 16,834,830 raciones de alimentos cocidos en comedores fijos y cocinas móviles superando de esta forma los 12,961,749 que tenía programada la institución a ejecutar durante el año 2021. Cabe destacar que dentro de los programas realizados por la institución se logró suministrar 15,748,565 de raciones crudas a las cárceles y más 60,450 combos de raciones crudas en todo el territorio nacional, de forma higiénica y con altos estándares de calidad, en beneficio de las personas que acuden diariamente a locales fijos y móviles, y entregó en operativos especiales, con una inversión de RD\$2,134,273,790.13, impactado de manera directa a 1,691,888 de beneficiarios a nivel nacional.

- **Plan Social de la Presidencia de la República con las donaciones de alimentos crudos.**

Se sustenta, legalmente, en el Decreto No. 54-89, del 7 de febrero de 1989 que crea el Departamento de Asistencia Social adscrito al Poder Ejecutivo, con el objetivo de que asuma la responsabilidad de

las actividades sociales que estaban anteriormente asignadas al Instituto de Estabilización de Precios (INESPRE), consistentes en el “reparto de canastas de alimentos entre las clases necesitadas”.

El propósito de su creación fue asistir a la población más vulnerable en su necesidad primaria, que es la alimentación, para el mantenimiento de un buen estado de salud y bienestar físico, lo que a su vez los prepara para lograr la satisfacción de otras necesidades menos prioritarias.

Durante el año 2021, el Plan Social impactó a más de 723 mil familias dominicanas, a través de operativos *Casa por Casa*, el programa *Hogar Equipado*, *Mejor Calidad de Vida*, entregas efectuadas a instituciones sin fines de lucro y a discapacitados, techado de viviendas, entre otros.

- **Bodegas móviles del Instituto de Estabilización de Precios (INESPRE)**

El INESPRE opera bodegas móviles, las cuales consisten en camiones que viajan por diferentes localidades con la finalidad de abastecer de productos agropecuarios a los habitantes de las mismas, especialmente en las familias que viven en los bateyes y zonas marginadas las cuales tienen necesidades alimentarias insatisfechas por no contar con los ingresos necesarios para cubrir sus necesidades alimenticias. En este Plan Operativo se ha programado la organización y desarrollo de 2,400 Bodegas Móviles distribuidas de tal forma que lleguen a las zonas más deprimidas del territorio nacional.

Asimismo, la Dirección General de Proyectos Estratégicos y Especiales de la Presidencia (PROPEEP), el Instituto de Estabilización de Precios (INESPRE) y las cadenas de supermercados de La Sirena, Aprezio, Jumbo, El Nacional, Plaza Lama, Iberia y La Fuente lanzaron la campaña **“Compra a Precio de INESPRE en el Supermercado”**, para que la población pueda adquirir alimentos de la canasta básica a bajos costos todos los jueves. Esta es una alianza estratégica especial entre el Gobierno y entidades del sector privado, que cumple con el compromiso asumido por el presidente Luis Abinader de enfrentar los efectos de las alzas de precios en el petróleo y sus derivados que impactan renglones de la cadena de producción de alimentos a nivel mundial.

- **Programa Siembra RD**

Este programa, lanzado en 2022, se adscribe al Ministerio de Agricultura y tiene como objetivo aumentar la producción de alimentos que son parte de la canasta básica para combatir la inflación global producida, en su mayoría, por el conflicto bélico entre Rusia y Ucrania.

El plan consiste en el aporte de 1,275 millones de pesos “adicionales” para subsidiar la compra de fertilizantes. Se creará un fondo de 500 millones de pesos a una tasa de 6% anual para financiar, a través del Banco Agrícola, la producción ganadera y aprovechar la reciente apertura de exportación de carne de res al mercado de los Estados Unidos.

Además, se “fortalecerán” los servicios ofrecidos por los centros de maquinarias en las ocho direcciones regionales agropecuarias, dotándola de 150 tractores adicionales con sus respectivos arados y rastras; 20 sembradoras de maíz y habichuelas y 10 cosechadoras de estos rubros. Al tiempo que plantea la siembra de 300,000 tareas de tierra adicionales en posesión de los parceleros de la reforma agraria en los cultivos como plátano, yuca, batata, guandul, maíz, papa y hortalizas; entre otras medidas (Diario Libre, 2022)

- **Proyecto Piloto Huertos Familiares**

El Ministerio de la Mujer, juntamente con la Fundación Nicolás Guillen, implementaron el Proyecto Piloto Huertos Familiares con el objetivo de contribuir a la seguridad alimentaria e incorporar a las mujeres en el desarrollo socioeconómico continuo y sostenible en República Dominicana, reduciendo así la vulnerabilidad de las mujeres menos favorecidas en materia de seguridad alimentaria.

Dentro de este contexto se firmó un acuerdo entre la Alcaldía del Distrito Nacional, el Ministerio de Agricultura y el Ministerio de Medio Ambiente, con el objetivo de aumentar el acceso y la disponibilidad de alimentos saludables para autoconsumo, estableciendo huertos con materiales reciclables y enfocados a prácticas agroecológicas, dándole especial atención a las mujeres y jóvenes; acompañados de la generación de espacios de ventas de productos en mercados municipales y puntos de intercambio para el trueque de excedentes de producción en los sectores.

Este proyecto piloto ha sido desarrollado en Monte Plata, San Cristóbal (Bajos de Haina) y San Pedro de Macorís, su radio de intervención ha incluido 16 comunidades de los municipios antes mencionados. En ellos se desarrollaron procesos formativos en temas agroecológicos y el cuidado del medioambiente a través del uso de materiales reciclados, manejo de desechos sólidos y el uso de abono orgánico para la fertilización de las tierras.

Al primer trimestre de este año se contaba ya con 429 huertos (289 mujeres y 127 hombres), distribuidos en las tres circunscripciones del Distrito nacional. Produciendo: zanahoria, espinaca, cilantro, cilantrito, tomate de ensalada, lechuga, rúcula, ajíes y plantas aromáticas, contribuyendo así a la sana alimentación para una buena nutrición y fomentando la agricultura familiar.

- **Agricultura Familiar**

La agricultura familiar es un sistema de producción agropecuaria social, económica y que procura ser sostenible a largo plazo. Al conformarse el Comité Nacional de Agricultura Familiar (CNAF) y la promulgación en 2018 del Plan Nacional de Agricultura Familiar (PNAF) 2019-2028 se ha revalorizado su importancia y se ha convertido en un tema destacado del Estado Dominicano.

Según estimaciones de la FAO, esta representa alrededor del 80 % de las unidades productivas de la agropecuaria en la República Dominicana, jugando un papel importante en la producción de alimentos para el país, y la generación de ingresos para las familias rurales. Pero, se enfrenta a retos que obstaculizan el desarrollo total de su potencial. (Leporati, Michel, et. al, «La agricultura familiar en cifras», en Salcedo et. al, 2014.)

El Pre-censo Nacional Agropecuario de 2015 identificó que alrededor de 30 millones de tareas de tierra están dedicadas a actividades agropecuarias, de las cuales la mayoría refieren a la agricultura y la ganadería. En estos terrenos existen 316,678 unidades de producción agrícola, de las cuales se estima que alrededor de un 80 % (es decir, unas 256,509) corresponden a familias. En suma, se estima que el 70 % de los alimentos que consumen los dominicanos provienen de agricultura familiar. (<https://www.fao.org/in-action/mesoamerica-sin-hambre/noticias-eventos/detail-events/zh/c/1120680/>)

Actualmente el Ministerio de Agricultura, en coordinación con las instituciones del sector agropecuario, impulsa programas que propicien el apoyo directo a la agricultura familiar, en temas como la producción, suministro de insumos agrícolas, preparación de terreno, servicios rurales, asistencia

técnica, extensión, acceso al crédito, seguros agrícolas, mercados, fomento de la asociatividad, gestión del agua, entre otros.

En el país se ejecutan otras iniciativas que favorecen la agricultura familiar; la Agencia Mexicana de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AMEXCID) y la FAO, en coordinación con el Ministerio de Agricultura, implementan el programa “Mesoamérica sin Hambre AMEXCID-FAO” (MSH), que busca validar herramientas metodológicas y apoyar la implementación de intervenciones que contribuyan al fortalecimiento de los marcos normativos e institucionales relacionados con la agricultura familiar y la seguridad alimentaria y nutricional, incluyendo la definición de estrategias nacionales de combate al hambre y la pobreza. Es importante destacar que la mayoría de las iniciativas promueve la inclusión de los agricultores familiares y como estrategia clave, para que las compras locales dinamicen la economía a nivel familiar y comunitario.

Otra de las estrategias actuales es vincular a la agricultura familiar con el sistema de compras públicas para la alimentación escolar, cárceles, comedores económicos y hospitales, con un enfoque de desarrollo económico y social a nivel territorial, lo que permitiría que los productores familiares se beneficien del poder de compras del Estado. También se procura el establecimiento de vínculos con el sector privado, especialmente con el turismo rural en el marco de alianzas público-privadas.

Con MSH se apoyan actualmente dos proyectos piloto de agricultura familiar en Monte Plata y Villa Poppy en Constanza, donde se han elaborado dos modelos de Plan de Negocios para socializar la experiencia, replicar el modelo con organizaciones de productores agropecuarios en distintas provincias del país para vincular su producción con las compras públicas y gestionar la obtención del RPE.

El Programa MSH también se ha propuesto la articulación de la agricultura familiar con la actividad turística local en forma resiliente y sostenible en zonas emergentes de turismo rural, para lo cual se espera diseñar una propuesta de intervención y acompañamiento en beneficio de cuatro (4) comunidades que participaron de la iniciativa Aldeas Digitales de FAO.

En apoyo a la conformación y funcionamiento de las Redes SSAN de la región suroeste, se trabaja en la formulación de propuestas municipales bajo esquema de AF aplicando la Guía de Formulación de Planes Municipales de Desarrollo (PMD), específicamente en temas SSAN para someter posteriormente a vía los Consejos Provinciales de Desarrollo y al Presupuesto Nacional, con la coordinación de las alcaldías del municipio cabecera de las provincias Dajabón, Montecristi, Elías Piña, San Juan y El Seibo, donde por cada provincia se involucren 2/3 municipios. De esta forma serán elaborados cinco (5) proyectos en beneficio de temas SSAN para los municipios y provincias participantes a ser ejecutados en 2023 a través del Ministerio de Agricultura.

La Dirección General de Contrataciones Públicas (DGCP) propone desarrollar un mecanismo que facilite y valide un procedimiento práctico que vincule los productores de la AF con las compras públicas locales, al tiempo que apoya y documenta un procedimiento piloto con este propósito, mientras se estudia y aprueba en el Congreso Nacional el Anteproyecto de Ley de Compras Públicas que fue depositado por la propia DGCP, y que ha contado con las sugerencias y observaciones de la FAO.

El Ministerio de Agricultura sometió un Anteproyecto de Ley de Agricultura Familiar en el Congreso Nacional a finales del 2021, que fue depositado con el apoyo del Frente Parlamentario Contra el Hambre y que ha recibido el acompañamiento y apoyo técnico de la FAO. Se apoya el fortalecimiento de capacidades de más de 20 organizaciones rurales incorporadas legalmente por MSH en Azua y Monte Plata, en temas de posibilitar el acceso a las compras públicas locales y agricultura familiar;

registro y habilitación como proveedoras del Estado y obtención del RPE, así como alfabetización digital del manejo de Portal Transaccional.

El Gobierno Dominicano ha solicitado a FAO la elaboración de una estrategia de agricultura familiar para incrementar la producción agrícola y enfrentar así la creciente alza de precios de los productos agrícolas a nivel mundial, por razones vinculadas a la postpandemia y la guerra Rusia-Ucrania.

Otro dato importante para destacar es que **Pro-Consumidor**, en el Plan Operativo Anual (POA), del Departamento de Inspección y Vigilancia se han realizado actividades en el marco de las directrices del Plan Nacional para la Soberanía y Seguridad Alimentaria y Nutricional (Plan SSAN) desde el 2019. El año pasado se proyectó la ejecución total de 4,416 inspecciones, de estas se programó la realización de un 42%, ajustadas al Plan SSAN, considerando las dificultades del año postpandemia y que la institución tuvo un cambio de titular a partir del tercer mes del año.

Pro-Consumidor ha emprendido acciones de mejoras de la cultura organizacional dentro de actividades diarias que se desarrollan en el POA, para lograr el total de 1,854 inspecciones equivalentes al por ciento antes mencionado, dichas ejecuciones nos permitieron obtener un logro 105.99%, que generó un incremento de 3.22% de lo propuesto en el POA, es decir que se alcanzó un total de 1997 que equivalen al 45.22% de todo lo planeado.

Así mismo desde la misma institución se ha tomado iniciativas para: estabilización de precio del pan del pollo; estabilización de precio de los principales productos de la canasta básica familiar; **como** también, el reforzamiento de la **resolución 1579-2022** para el cumplimiento del etiquetado en base la NORDOM 53. (este documento actualmente está en proceso de *vacatio legis* de 120 día)

IV. CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS

1. Fortalecer los sistemas de información y coordinación entre ministerios e instituciones.
2. Fortalecer la articulación interinstitucional.
3. Aunar esfuerzos en el área de la investigación agroalimentaria.
4. Realizar procesos de sensibilización y concientización a la mujer en los temas alimentación y nutrición, por medio de charlas y formaciones gastronómicas, con el objetivo de fomentar el consumo de los productos locales necesarios para una dieta balanceada y que a su vez disminuye el costo de la canasta familiar.
5. Coordinar la realización de talleres y seminarios Interinstitucionales con el objetivo de sensibilizar a las (los) tomadores de decisiones sobre la importancia de la sana alimentación para una buena nutrición.
6. Elaborar campañas de concientización a la población, en temas alimentación y nutrición, e implementar talleres y seminarios donde se incentive a poner en práctica la buena alimentación en todos los estratos poblacionales.
7. Establecimiento de financiamiento para los productores de los diferentes rubros agropecuarios.
8. Apoyar a las entidades que están trabajando en el cumplimiento del Plan SSAN.
9. Capacitar a las microempresas sobre técnicas de producción y otros aspectos del desarrollo agrícola.

10. Reforzar los puntos de inspección en los puertos, aeropuertos y en la frontera para prevenir la entrada de organismos que pueden convertirse en plagas y enfermedades que puedan afectar la producción agropecuaria nacional.
11. Revizar las responsabilidades actuales de las instituciones y proponer un plan integral y actualizado para asegurar el cumplimiento de los lineamientos que se determinen.
12. El Reglamento de etiquetado RTD 53 debe ser aplicado a todos los productos alimentarios con el fin de que los consumidores tengan la información necesaria acerca de los componentes de los productos que están utilizando en su dieta.
13. Ampliar y extender la planificación de la producción de los productos más importantes de la canasta básica.
14. Darle importancia a productos con un valor alimenticio alto como las habichuelas y retomar la producción de estas de forma masiva para reducir significativamente o eliminar las importaciones.
15. En el caso específico del arroz, debido a la importancia alimentaria de este producto, se debe poner atención para mantener y mejorar la productividad mediante tecnología.
16. Gestionar planes de expansión de la producción de maíz con el enfoque de ser utilizado como materia prima en la crianza de bovinos, pollos, cerdos, etc.
17. Mantener la importancia del INESPRES.
18. Identificar los productos básicos y nutricionales de la seguridad alimentaria y nutricional de República Dominicana, teniendo en cuenta las características de la producción agropecuaria nacional, a nivel nacional y de las regiones, provincias y municipios.
19. Fortalecer y expandir el Programa de Alimentación Escolar, tomando en cuenta la diversidad de la dieta por regiones, provincias y municipios, y las necesidades nutricionales según género y edades.
20. Fomentar la elaboración, aprobación e implementación de normativas y reglamentos para la fortificación de alimentos.
21. Actualizar de forma regular (2 a 5 años) la Encuesta Nacional de Micronutrientes o de similares que permitan tener un perfil nutricional actualizado y pormenorizado de la población, desagregado por sexo.
22. Fortalecer los mecanismos de protección al consumidor y el cumplimiento de las normas al respecto, etiquetado nutricional de alimentos, y monitoreo de los precios de la canasta básica de alimentos.
23. Impulsar la coordinación de Pro-Consumidor con otras entidades vinculadas a la verificación de la calidad de los productos (HR-ODS2).
24. Revisar el currículo educativo formal en los temas de alimentación, nutrición y producción para autoconsumo dentro de los niveles de educación primaria y secundaria, formación técnica, preuniversitaria y universitaria.

25. Implementar una política de alimentación escolar sostenible, mediante la cual se promueva la inclusión de alimentos frescos, saludables e inocuos, acogiendo a las características de la producción local, y teniendo en cuenta la cultura de cada territorio específico.

Citar:

Rodríguez, Ámbar, Mariella Ortega, Altagracia Fulcar, Yomaira Tejeda, Marleny Perez, Awilda Leticia Santana, Raysa Grullart, Paul Rivero, Karina Vargas, Mario Castro, Patricia Grullón, Marielka Vicente, Yenni Medina, Lucila Beriguete, Víctor Urraca García, Marino Tejada, Ángel Adames, José López, Daris Sánchez, Lenny Gerónimo, Ana Cristina Guzmán, Maribel Grullón y Ninette López (2024) CAPÍTULO IV Soberanía y Seguridad Alimentaria y Nutricional de Todos los Estratos Poblacionales Dominicanos, Políticas, Organización, y Roles Institucionales. Pp 89-108. En: Carlos M. Rodríguez Peña, Francisco Roberto Arias Milla y Modesto Reyes (editores) Seminario Actualidad y Futuro para Lograr la Soberanía y Seguridad Alimentaria y Nutricional en la República Dominicana: Generación y Transferencia de Conocimientos y Tecnología. MESCYT 258 pp

CAPÍTULO V

MESA 2

DISPONIBILIDAD Y ACCESO A LOS ALIMENTOS: PRODUCCIÓN, IMPORTACIÓN Y PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS

Objetivo:

- Fortalecer las cadenas de producción, importación y comercialización de los alimentos, para suplir la demanda de todos los estratos poblacionales del país.

I. ANÁLISIS SITUACIONAL³

La República Dominicana es un país que confiere importancia a la agricultura. Alrededor del 83% de las tierras arables del país están dedicadas a la producción agroalimentaria y forestal, sin embargo, tan solo el 19.4% de su población vive hoy en las zonas rurales y apenas el 12.7% trabaja en la agricultura (FAO, 2019). La producción primaria representa el 5,1% del Producto Interno Bruto (PIB) (Banco Central, 2019)⁴.

La producción agroalimentaria nacional juega un rol vital en la seguridad alimentaria del país. Basado en el Informe de Resultados del Precenso Nacional Agropecuario 2015⁵ (PNA 2015) los/as productores/as del sector son más de 259,000, diseminados en toda la geografía nacional, con la tarea permanente de producir los alimentos que demanda la población dominicana, tanto residentes como turistas. Asimismo, dicho Informe contabilizó unas 319,676 unidades productivas agropecuarias utilizando 1,76 millones de hectáreas: 40% son agrícolas; 30% dedicadas a la producción animal; y, 24% a sistemas de producción animal. El sector se caracteriza todavía por una alta proporción de pequeños y medianos agricultores/as familiares (83.7% hombres, 16.3% mujeres), en las que un 73% de las unidades explotan menos de 4.2 ha.

La apertura comercial del país ha permitido que los/as productores/as se tecnifiquen, adopten mejores prácticas y desarrollen nuevas habilidades gerenciales, que les permite **participar y competir** en un ambiente de mayor competitividad. En la última década, el sector generó alrededor del 19% de las exportaciones del país, equivalentes a aproximadamente US\$2 mil millones en 2018 (Banco Central, 2018), siendo el tabaco, banano, cacao y azúcar, los principales rubros exportados, principalmente hacia Estados Unidos (EE. UU.), (45%), la Unión Europea (UE) (34%) y Haití (10%) en base a información de la Dirección General de Aduanas (DGA). Otros indicadores importantes se muestran en la tabla 1.

³ Ministerio de la Presidencia, Ministerio de Agricultura (2021). – *Hoja de Ruta Nacional hacia un Sistema Alimentario Sostenible, Resiliente y Equitativo*. Santo Domingo, República Dominicana.

⁴ MEPyD/MA/UE/BID/BM (2021). – *Evaluación necesidades post Covid-19*. Santo Domingo, República Dominicana. Febrero 2021

⁵ MEPyD/ONE/MA/UE/FAO (2015). – *Informe de resultados Precenso Nacional Agropecuario 2015*.- Santo Domingo, República Dominicana

Tabla 1
Cifras claves del Sector Agropecuario Dominicano, 2022

Indicador	Valor
Empleos en el sector agropecuario (% del total de empleos) 2019	8,8 %
Valor agregado de la agricultura (% del PIB) 2020	6 %
Comercio (% del PIB) 2020	44,3 %
Exportaciones de alimentos (% de exportaciones de mercaderías), 2018	23,2 %
Importaciones de alimentos (% de importaciones de mercadería), 2018	14,6 %

Fuente: FAO, Unión Europea y CIRAD.

Perfil de sistemas alimentarios República Dominicana, 2022

República Dominicana produce más del 80%⁶ de los alimentos que consumen los habitantes y visitantes del país, y exporta productos agropecuarios y alimentos, a pesar de la disminución de la contribución del sector agropecuario al PIB y al empleo. Sin embargo, aunque las exportaciones han seguido una buena dinámica, diversificándose hacia rubros con mayor valor agregado, la economía agroalimentaria es muy abierta y las importaciones, en particular de alimentos procesados, han aumentado, reduciendo el nivel de autosuficiencia del país⁷.

Si bien, con respecto a los aspectos de seguridad alimentaria en el país, al año 2020 la cobertura de seguridad alimentaria se estimaba superior al 80%⁸. Una posición privilegiada en la región. Mientras que, en lo referente a la disponibilidad de alimentos, la producción nacional representa una participación superior al 95% en el consumo de rubros básicos como el arroz, pollo, musáceas y tubérculos (Plan SSAN 2019-2022)⁹. Aun así, se está consciente que la amplia disponibilidad de alimentos no garantiza el acceso y el aprovechamiento integral (nutricional) de los mismos.

Las necesidades y vulnerabilidades que afectan el derecho a la alimentación de la población persisten, tanto en República Dominicana como en el resto del mundo. Por ello, la seguridad alimentaria es, sin duda, uno de los temas centrales al momento de hablar del desarrollo económico y social del país, el cual se ha convertido en prioridad para el Gobierno, y por ello se han impulsado marcos legales¹⁰, políticas públicas, programas especializados, creado consejos y comités, entre otras iniciativas, para abordar los retos que trae consigo.

Por lo anterior, una propuesta de modernización de los sistemas alimentarios vigentes en República Dominicana debe apuntar a mejorar dichos pilares con iniciativas concretas que puedan cohesionar los ajustes, de manera natural y sistémica, en lo que resta de este decenio hacia el 2030, teniendo en cuenta tanto la inversión en los programas públicos relacionados con el mejoramiento de la productividad y la competitividad agroalimentaria (infraestructura de riego y transporte rural, la investigación, innovación, transferencia de tecnología, y los programas de sanidad animal, vegetal y de inocuidad de

⁶ Consulta web: <https://hoy.com.do/agricultura-familiar-aporta-82-alimentos-consumidos-rdl/>

⁷ FAO, Unión Europea y CIRAD. *Perfil de sistemas alimentarios: La República Dominicana. Catalizar la - transformación sostenible e inclusiva de nuestros sistemas alimentarios*. Roma, Bruselas y Montpellier, Francia. 2022. Disponible en: <https://doi.org/10.4060/cc0062es>

⁸ Estimaciones propias del Ministerio de Agricultura y Consulta Web: <https://hoy.com.do/resaltan-que-rd-produce-el-85-de-sus-alimentos/>

⁹ Ministerio de la Presidencia, 2018. *Plan Nacional para la Soberanía y Seguridad Alimentaria (Plan SSAN) 2019-2022*. Santo Domingo, República Dominicana.

¹⁰ El derecho a la alimentación está establecido en la Constitución de la República Dominicana, en la Estrategia Nacional de Desarrollo y en la Ley 589-16 sobre Soberanía y Seguridad Alimentaria y Nutricional

los alimentos), así como el apoyo a productores/as en las zonas rurales, especialmente a las mujeres, población particularmente vulnerable, a través del desarrollo de estrategias específicas que comprendan tanto asistencia social, productiva y económica a corto y mediano plazo, que toman en consideración sus necesidades, intereses y contexto.

1. Producción (Disponibilidad) y Consumo (Acceso) de Alimentos en la República Dominicana

Una amplia disponibilidad de alimentos no implica necesariamente una mejora en el acceso y en su aprovechamiento. Es una condición necesaria, pero no suficiente en sí misma¹¹, puesto que también hay elementos de acceso, estabilidad y aprovechamiento de los alimentos que forman parte de la seguridad alimentaria y nutricional.

En la actualidad, el reto central de la seguridad alimentaria y nutricional en República Dominicana y en la región de América Latina y el Caribe, no es un problema de disponibilidad de alimentos sino, más bien, de acceso y de su aprovechamiento¹². El acceso a los alimentos está estrechamente relacionado con los elementos de bienestar de la población, es decir, con su capacidad de generar y disponer de ingresos suficientes para sostener niveles adecuados de alimentación. El crecimiento económico es un indicador de carácter macroeconómico para el bienestar de la población de un país, ya que repercute directamente en los niveles de empleo y pobreza¹³.

El acceso a alimentos por parte de la población es uno de los grandes retos, no tan solo a nivel nacional sino también mundial, puesto que actualmente existen 820 millones de personas subalimentadas en el planeta y se estima que se necesita aumentar sustancialmente la producción de alimentos y reducir los desperdicios, para garantizar dar de comer a más de 14 millones de habitantes para el 2030.

Consumo aparente de rubros agropecuarios en 2021

El país cuenta con 319,676 unidades productivas y 259,971 productores, de los cuales el 62% están involucrados en cultivos, el 20% en ganadería y el 16% en sistemas mixtos. El total de tierra dedicada a la agricultura es 1.8 millones de hectáreas (38% del territorio), particularmente en regiones como Cibao Norte y Cibao nordeste. Existen unas 250,000 ha bajo riego, de las cuales el 70% corresponden al cultivo de arroz.

En 2021, la producción agropecuaria nacional tuvo una participación de 87 % (233,402,521 quintales de una producción de 202,164,237 quintales de distintos productos agropecuarios), con un consumo aparente de 61 productos de alta demanda, tales como el arroz, yuca, cebolla, tomate, aguacate y carnes de res, cerdo y pollo.

De acuerdo con datos que publica el Ministerio de Agricultura, en dicho periodo (Tabla 2), de los artículos con los que los productores locales participaron con 100 % en el consumo, con productos como el sorgo, guandules, batata, ñame, yautía, yuca, ajíes, berenjena, pepino, aguacate, mango, plátano, huevos, entre otros.

11 Tavares, J. J. (octubre de 2016). "Seguridad Alimentaria", en: *Boletín del Observatorio de Políticas Sociales y Desarrollo*, 1. Santo Domingo, República Dominicana.

12 FAO y OPS (2017). *Panorama de la Seguridad Alimentaria y Nutricional de América Latina y el Caribe 2017*. Santiago (Chile). / IICA. (2012). *Situación de la seguridad alimentaria en las Américas: documento para alimentar el diálogo de la 42da Asamblea General de la Organización de los Estados Americanos*. San José, Costa Rica.

13 Ministerio de la Presidencia, 2018. *Plan Nacional para la Soberanía y Seguridad Alimentaria (Plan SSAN) 2019-2022*. Santo Domingo, República Dominicana

Tabla 2
Participación de la producción local en el consumo aparente nacional, 2021

EN QUINTALES			
PRODUCTO	PRODUCCIÓN	CONSUMO	PARTICIPACIÓN
Arroz	14,421,519	15,221,008	95 %
Maíz	1,206,470	32,254,843	4 %
Sorgo	7,096	7,096	100 %
Habichuelas	845,142	1,877,331	45 %
Batata	1,283,225	1,083,187	118 %
Papa	2,001,816	2,329,957	86 %
Yuca	3,702,389	3,700,727	100 %
Ajíes	1,024,760	635,489	161 %
Ajo	36,997	255,496	14 %
Cebolla	1,578,850	1,887,320	84 %
Pepino	297,717	75,109	396 %
Tomates	584,391	298,762	196 %
Orégano	68,288	55,854	122 %
Aguacate	13,985,280	12,743,934	110 %
Limón agrio	1,035,027	995,800	104 %
Guineo	27,840,443	19,639,543	142 %
Plátano	23,711,060	23,692,940	100 %
Carne de res	1,373,849	1,478,966	93 %
Carne de pollo	7,647,386	8,374,515	91 %
Huevos	4.507.200	4.505.646	100 %

Fuente: Ministerio de Agricultura RD

Desde 2015, la tendencia de participación se ha mantenido entre 87.0 y 89.7 % en dicha lista de 61 productos, incluido el año 2020, donde el comercio se detuvo por el confinamiento impuesto por la pandemia de COVID-19.

Cambios en el consumo de alimentos

Así, como en otros países de la región, la República Dominicana experimenta cambios importantes en el patrón de consumo de alimentos. Este cambio viene desde décadas atrás, tal como es constatado por la ENIGH 2018. De acuerdo con esta encuesta, hay cuatro factores principales que están influyendo en el patrón de consumo: un incremento del ingreso per cápita, un proceso acelerado de urbanización, una transformación en la composición demográfica y la jefatura de los hogares, y el mayor nivel educativo de la población.

Estos factores se conjugan para alterar significativamente el patrón de consumo de los dominicanos. Específicamente sobre la alimentación, la ENIGH 2018 recoge cambios importantes en las preferencias de los consumidores, en relación con la ENIGH 2007. Dentro de estos cambios hay que destacar¹⁴:

- Una reducción de la participación de los alimentos en el gasto total de las familias
- Un movimiento hacia el consumo de productos alimentarios más saludables
- Diferencias significativas entre la zona urbana y la rural: en la zona urbana se presenta peor

¹⁴ del Rosario, Pedro. 2021. El consumo de alimentos en República Dominicana. Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF). Santo Domingo, DO. 76p

distribución del ingreso y del gasto, menor proporción de los alimentos en los gastos de los hogares, un consumo de alimentos más saludables y mayor preferencia por artículos típicamente asociados a la vida urbana (muebles y artículos del hogar, agua, electricidad, comunicación, educación, etc.)

- La mayor parte del gasto en alimentos (80 %), sea para consumo dentro o fuera del hogar, se realiza en establecimientos informales. De ahí que el pago sea predominantemente en efectivo. La tarjeta de crédito u otro tipo de medio de pago es principalmente de los hogares urbanos.

También las estadísticas del Banco Central, del Índice de Precios al Consumidor, basado en la ENIGH 2018, definen la composición del gasto en alimentos de los hogares y presenta que el mayor peso relativo de los productos alimentarios se concentra en los grupos de carnes (sobre todo pollo), pan y cereales (particularmente arroz) y el grupo de legumbres-hortalizas (especialmente las hortalizas frescas). El consumo de alimentos se incrementó desde 2011 hasta 2020, pero hubo una reducción de la participación de los alimentos en el gasto total de las familias. Se constata, además, que la dieta actual de las familias dominicanas es predominantemente de alimentos procesados (provenientes de la industria). Detrás de esos cambios, hay que considerar, que la población dominicana residente en la zona urbana creció un 20 % y la tasa de crecimiento del ingreso per cápita pasó de 3.1 % a 5.1 % en ese período.

Frente a este proceso intenso de cambios estructurales en los patrones de consumo, en los productos y en la concentración en el comercio de los alimentos, uno de los grandes desafíos del país –ya planteados hace más de una década– es la realización de una profunda transformación de la institucionalidad agroalimentaria y del aparato productor alimentario, caracterizado por un nivel bajo de productividad, escasa capacidad de procesamiento y limitado alcance organizativo empresarial, para responder en un tiempo relativamente corto a esos cambios.

Los efectos del cambio climático también plantean una gran amenaza para los sectores alimentarios (sequía, inundaciones, degradación de los suelos, deforestación, incendios forestales, entre otros), como consecuencias del aumento de los gases de efecto invernadero, el medioambiente se está alterando, y con él, los recursos naturales y la biodiversidad.

Comercio, distribución y agricultura¹⁵

En este contexto, el comercio, la distribución y la logística asociada con los flujos de productos agroalimentarios, nacionales e importados, se han desarrollado a nivel nacional. Aunque en algunos territorios menos dotados de infraestructura, esta circulación agroalimentaria no es adecuada, como lo indica la concentración de los mercados y supermercados en centros urbanos. Aun así, cabe subrayar que el lugar de compra de alimentos, preferido por el 70% de los hogares rurales y urbanos, son los “colmados”: pequeñas tiendas de proximidad en las cuales se encuentran principalmente los alimentos de la canasta básica (BCRD, 2020).

En el contexto de la apertura creciente del sector alimentario dominicano hacia el exterior, con un índice de apertura de 47%, un índice de cobertura agroalimentario alto (80%) y un índice de

15 FAO, Unión Europea y CIRAD. Perfil de sistemas alimentarios: La República Dominicana. Catalizar la transformación sostenible e inclusiva de nuestros sistemas alimentarios. Roma, Bruselas y Montpellier, Francia. 2022. Disponible en: <https://doi.org/10.4060/cc0062es>

cobertura alimentaria, que permanece relativamente bajo (33%), se desarrolla un escenario en el que, año tras año, el país se vuelve más dependiente de importaciones de alimentos, lo que incide en su balanza comercial, deficitaria, toda vez que, la cobertura alimentaria sea menos atendida.

La caracterización y la estimación del número de actores de los sistemas alimentarios de la República Dominicana es difícil, ya que las estadísticas nacionales no tienen datos actualizados. Sin embargo, el Precenso de 2015 permite al menos dar una caracterización básica de la estructura del sector productivo. Del total de productores, más de un 75% pertenecen al sector privado y el restante 25%, son productores asentados bajo la reforma agraria. El 77% de los productores cuenta con menos de 4,5 hectáreas (ha), siendo un sector fundamentalmente dominado por la agricultura familiar. Las subregiones con mayor número de productores son el Cibao nordeste, El Valle y Valdesia, mientras que las subregiones con mayor área en producción son Cibao Nordeste, Cibao norte e Higuamo.

El sector productivo cuenta con 451 organizaciones de productores (asociaciones, federaciones y cooperativas). Algunas de estas organizaciones conforman, con otros eslabones de los sistemas alimentarios, los clústeres que son reconocidos por el Consejo Nacional de Competitividad (CNC), la institución responsable de promover las políticas de asociatividad para el desarrollo productivo nacional.

En términos de comercialización, es imposible cifrar el número de intermediarios a nivel nacional, pero estos actores juegan un papel importante en el sistema alimentario y, a veces, su alto poder de negociación desfavorece a los productores, en particular a los de pequeña escala.

La superficie ocupada para usos agroalimentarios equivale a aproximadamente al 40% de la superficie total del país. Existen 316, 678 unidades de producción, de las cuales se estima que alrededor de un 80% (256 509) corresponden a fincas familiares de pequeña escala (Ministerio de Agricultura, 2021). Sumados, se estima que el 70% de los alimentos que consumen los dominicanos provienen de la agricultura familiar.

No obstante, los roles fundamentales del sector agroalimentario, en particular la agricultura familiar, su crecimiento se encuentra limitado por diversos desafíos estructurales como son:

- i) un crecimiento modesto y volátil, estancando el sector agroalimentario;
- ii) un escaso desarrollo de la competitividad externa en varios productos;
- iii) la creciente apertura hacia el exterior y la dependencia de las importaciones;
- iv) las ineficiencias y subutilización en el uso de la tierra, el agua y los recursos públicos;
- v) los altos niveles de pobreza rural, el débil capital humano, el analfabetismo, las actividades de baja remuneración, la edad avanzada, la baja capacitación, la presión a la baja de los salarios agrícolas, que ejerce la inmigración;
- vi) los escasos fondos para crédito y la ausencia de un sistema de seguro agropecuario y fondo de garantía;
- vii) el bajo nivel de inversión pública rural y en servicios al sector;
- viii) la obsolescencia de las instituciones públicas del sector; y
- ix) las leyes anticuadas y redundancia en actividades.
- x) A esto se suma un régimen de tenencia de la tierra desfavorable, que genera inseguridad jurídica respecto a la tenencia de la tierra, impide el acceso a recursos financieros y productivos

(agua, suelo, semillas y capitales) y obstruye la inversión en la productividad de la actividad agropecuaria y en la calidad de vida de los hogares.

Varios de estos desafíos y tendencias persisten al menos, desde las dos últimas décadas, acelerando la descapitalización del sector. Además, el 87% del empleo total agropecuario opera bajo la informalidad, lo que se traduce en ausencia de seguridad social para los trabajadores (BCRD, 2021b). También, esta informalidad incrementa la vulnerabilidad de los medios de vida de los productores en situaciones de crisis; al 2015, el 77% operaba con menos de 4.4 hectáreas.

La agricultura familiar dominicana es un subsector con menor ingreso promedio (11 USD/día), a pesar de que representa el 9.7% del empleo a nivel nacional y contribuye con un 5.5% al PIB nacional (BCRD, 2021). Esto desmotiva el relevo generacional y se traduce en un desplazamiento hacia los centros urbanos o hacia el extranjero, lo que se refleja claramente en la reducción de la población rural.

El éxodo de la población rural, acompañado del abandono de los predios con productores en busca de mejores medios de vida e ingresos, resulta en un proceso de reconfiguración de la propiedad y concentración de tierras a favor de agroempresarios (el Precenso Agropecuario del 2015 muestra que el 61% del área agropecuaria está en manos del 10% de los productores), lo que a su vez incrementa la inequidad y un reparto de poder desigual entre los actores del sistema alimentario.

En consecuencia, estas condiciones ponen en riesgo la resiliencia de la agricultura familiar y la capacidad de la producción agroalimentaria bajo este tipo de agricultura, para competir en una economía abierta, en donde las importaciones agroalimentarias muestran una tendencia de crecimiento, al mismo tiempo que se desgravan, algunos productos sensibles como el arroz y los lácteos. Estas pérdidas en términos de competitividad reducen el potencial de las economías locales, para un crecimiento sostenido e inclusivo, lo que pone en riesgo la sostenibilidad de los sistemas alimentarios, que suplen el 83% del consumo con la producción nacional.

1.2. Principales Cadenas Productivas de la República Dominicana

La agricultura del país está en una posición difícil para afrontar los desafíos globales, para lo cual debe identificar los objetivos sobre los cuales pueda tener un mayor impacto y empezar a mejorarlos, basándose en la innovación y los compromisos sociales, económicos y medioambientales.

Las cadenas de valor son alianzas estratégicas que se desarrollan entre actores interdependientes para responder a la demanda de un mercado diferenciado, de forma rápida, eficiente y adicionando valor sin comprometer los recursos naturales, económicos ni sociales (Escobedo 2019).

Gracias a la variedad de condiciones agroecológicas del territorio, la producción agropecuaria dominicana es diversa. Se producen tanto alimentos considerados “sensibles” de la canasta familiar dominicana (arroz, leguminosas, musáceas, raíces y tubérculos), en productos “tradicionales” de exportación (caña de azúcar, café, cacao y tabaco) y “no tradicionales” (frutas y vegetales) como los que se muestran en la Tabla 3. En 2019, los rubros de mayor producción fueron las frutas frescas (33%), la caña de azúcar (30%), los animales vivos (9%) y los cereales (7%)¹⁶.

La producción de carnes y productos de origen animal también ha crecido sustancialmente, particularmente, la producción de lácteos (leche y derivados) y de carne de aves de corral (pollo).

¹⁶ FAO. 2021. *Datos sobre Alimentación y Agricultura*. FAOSTAT. Roma. (disponible en: www.fao.org/faostat/es/#data)

En ambos casos, la mayor parte de la producción se destina al mercado nacional. Por otro lado, la producción de alimentos de la canasta básica (arroz, legumbres secas, víveres) un aumento limitado en las últimas décadas, con un incremento con la tendencia del aumento de la población dominicana.

Al mismo tiempo, las importaciones de alimentos y productos agroalimentarios han aumentado de manera significativa en las últimas décadas. Las importaciones agroalimentarias son primordialmente, cereales, que provienen sobre todo de Argentina, Brasil, Canadá y los Estados Unidos de América; a los alimentos procesados (entre los que se cuentan las bebidas, incluso gaseosas y alcohólicas), pero también a las frutas y climas templados, lo que incide en la dieta de la población dominicana.¹⁷

Por otro lado, las importaciones de cereales, que representan el valor más significativo (400,6 millones de USD en 2019) están vinculadas a la producción avícola y porcina. Las importaciones de tabaco (394 millones de USD) se refieren a la compra de materia primaria (capas) para enrollar cigarros finos, los que luego son exportados, con valor agregado.

Tabla 3

Área sembrada y área potencial y rendimiento actual y rendimiento esperado en el marco de esta operación

RUBRO	AREA SEMBRADA	ÁREA POTENCIAL	RENDIMIENTO ACTUAL	RENDIMIENTO ESPERADO
BANANO	20,000 ha	100,000 ha	21.0 t/ha	28.0 t/ha
PLÁTANO	48,868 ha	80,000 ha	10.7 t/ha	18.7 t/ha
CACAO	150,000 ha	230,000 ha	0.5 t/ha	1.2 t/ha
AGUACATE	22,072 ha		9.0 t/ha	18.0 t/ha
MANGO	7,000 ha		6.1 t/ha	10.1 t/ha
CAFÉ	79,093 ha ¹⁸		218 kg/ha	873 kg/ha
VEG. INVERNADERO	1,110 ha	2,000 ha	270 t/ha	324 t/ha
VEG. ORIENTALES				
Berenjena	4000 ha	6500 ha	27,000 kg/ha	45,000 kg/ha
Vainitas	4000 ha	10,000 ha	10,000 kg/ha	15,000 kg/ha
Ajies	8000 ha	10,000 ha	17,000 kg/ha	45,000 kg/ha
Cundeamor			20,000 kg/ha	22,000 kg/ha
BOVINOS			93.3 kg peso/año	113.3 kg /año

Fuente: Mesa de Transferencia de Tecnología, IDIAF

En la mesa 2, se identificaron 9 cadenas productivas agrupadas por rubros, para las cuales se trazan algunos retos y aspectos a considerar dentro de los proyectos productivos que se trabajan o trabajarán en el futuro:

1. Cadena productiva Cárnica (bovina, porcina, avícola, acuícola, ovina, y caprina)

- La producción bovina tradicional se ha caracterizado por el uso extensivo y excesivo de

¹⁷ FAO, Unión Europea y CIRAD. Perfil de sistemas alimentarios: La República Dominicana. Catalizar la transformación sostenible e inclusiva de nuestros sistemas alimentarios. Roma, Bruselas y Montpellier, Francia. 2022. Disponible en: <https://doi.org/10.4060/cc0062es>

¹⁸ : <http://memorias.minpre.gob.do/api/documents/351/download>

pasturas, lo que se traduce en degradación de los pastizales, compactación y erosión de suelos, considerando que el 67 % de las fincas ganaderas se manejan en pastoreo (IICA, 2006).

- El uso de prácticas de producción tradicionales resulta en bajos niveles de productividad y eficiencia en cuanto al aprovechamiento de recursos productivos como: humanos, naturales (suelo, agua, bosque), económicos y de mercado. En este sentido, resaltan los bajos niveles de productividad en ganadería lechera (incluye doble propósito) con 5.5 litros/vaca/día (línea de base PROLEFAM, 2014). En ganadería de carne se registran ganancias de peso por debajo de 300 gramos por día, lo que se traduce en un tiempo de engorde superior a los 48 meses hasta el sacrificio.
- Tienen positivas la presencia de organizaciones de productores, la alta demanda de los productos, para mejorar procesos de transformación y apoyo de programas de Gobierno en marcha; además de abrir oportunidades a la participación de mujeres y jóvenes. La producción actual se lleva a cabo en sistemas poco tecnificados, y de pastoreo descontrolado¹⁹.

2. Cadena Productos lácteos

- Contar con forraje de alta calidad (15 a 25% de proteína cruda) permite la reducción del uso de alimento concentrado en hasta un 50% y reduce el costo de alimentación hasta un 30%.
- El uso de residuos de cosecha y subproductos agroindustriales

3. Cadena Productiva de Cereales o Granos Básicos: (arroz, maíz y sorgo)

- Desarrollar variedades de arroz de bajo consumo de energía (fertilizante, agua, energía) y precoces (115 días). Lo que permita bajar el costo de producción en 30%, reduciendo la aplicación de plaguicidas en 60% y fertilizantes en 20%, aumentando la intensidad de siembra en 33%.
- El productor ha experimentado con elementos (nivelación, trasplante mecánico, tabla de agua oportuna y distancias de siembra) del cultivo intensivo de arroz (SICA), y se han logrado rendimientos de hasta 11 t/ha comparado con 7 t/ha, que obtiene normalmente en sus plantaciones.

4. Cadenas Productiva de Leguminosa Comestible (Habichuela y guandul)²⁰

- Las habichuelas y guandules son los cultivos más importantes para los productores del valle de San Juan, con los cuales contribuyen a garantizar la sustentabilidad alimentaria y económica.
- Recientemente, la producción de ambos cultivos ha disminuido por la utilización de semillas mezcladas de variedades, la presencia de plagas y enfermedades y el impacto de factores ambientales adversos, como: sequías y altas temperaturas.

19 CATIE (2022). – *Importantes cadenas de producción de República Dominicana*. Consulta web [20/09/2022: <https://www.catie.ac.cr/2022/04/26/importantes-cadenas-de-produccion-de-republica-dominicana-seran-fortalecidas-mediante-el-proyecto-manglares-para-el-desarrollo/>]

20 IDIAF (2018). – *Tecnologías para desarrollo de leguminosas en el Valle de San Juan*. Consulta web [20/09/2022: <https://idiaf.gob.do/index.php/noticias/item/294-idiaf-desarrollara-tecnologias-en-leguminosas-para-cambio-climatico-en-el-valle-de-san-juan>]

- Frente a estas limitantes, los investigadores dominicanos en leguminosas comestibles están utilizando herramientas moleculares para identificar genes en habichuela, que permitan la integración de características deseables en el genoma de las variedades comerciales por medio de los cruces genéticos con genotipos de *Phaseolus* que permitan su adaptación a condiciones extremas del clima.
- En el caso de guandul, en la propuesta se desarrollará tecnologías para aumentar la oferta de materia prima de calidad para la agroindustria local y las exportaciones.
- Se procura obtener nuevas variedades con alta productividad, mayor valor nutricional, validar y promover las buenas prácticas agrícolas, mejorar la calidad de los enlatados y transferir las nuevas tecnologías a los productores.

5. Cadena Productiva de Plátano (Musáceas)

- Material de siembra de alta calidad: plántulas homogéneas, sin mezcla clonal libre de plagas y enfermedades.
- Materia orgánica combinada con fertilizantes químicos
- Alta densidad de población.
- Manejo integrado de sigatoka negra

6. Cadena Productiva de Raíces y Tubérculos (Yuca, Batata, Ñame y Yautía)

- Contribuyen a los requerimientos energéticos y de nutrición de más de dos mil millones de personas en países en desarrollo y continuarán haciéndolo en las próximas dos décadas.
- En 2005 en República Dominicana, se sembraron 559,833 tareas de yuca, batata, yautía, papa y ñame, y diez años después, en 2015, el área sembrada fue 567,000 tareas, es decir, 7,167 tareas adicionales.
- La provincia Espaillat ocupa el primer lugar en producción de yuca, seguido por La Vega; ambas provincias están ubicadas en el Cibao Central, donde la yuca tiene la mayor productividad y calidad en el país.
- En cuanto a la producción de batata la primacía en áreas sembradas la tiene La Vega y luego San Juan de la Maguana. En cuanto a la Yautía, que actualmente se produce en tierra seca, la zona norte-nordeste es la de mayor producción, seguida por Samaná y Cotuí.
- La mayor parte de las siembras de ñame se encuentran en Barahona y Samaná y las de papa en Constanza y la provincia San José de Ocoa, según el IDIAF. Una tarea en el año 2005 tenía un rendimiento de 7.8 quintales, y en 2015 esa misma proporción de tierra rinde a 8.9 quintales.

7. Cadena Productiva de Hortalizas (Tomate, lechuga, pepino, pimiento, papa, ajo, cebolla)

- Producción masiva y comercial de enemigos naturales promisorios
- El efecto de la infraestructura creada para la mosca del mediterráneo todavía perdura, lo que

significa infraestructura ociosa de invernaderos que puede usarse para otros propósitos (lechuga hidropónica, por ejemplo).

- Disponer de semillas de mejor calidad contribuye a reducir los rechazos en un 20%.
- Manejo agronómico con enfoque de BPA
- En el subsector de frutas y hortalizas, uno de los más dinámicos, la participación del comercio sobre el precio llega al 71%. En general, los intermediarios compran la producción en la finca y la transportan a los mercados, manteniendo el dominio sobre la comercialización de casi todos los cultivos.

8. Cadena Productiva de Cacao y Café

- La cadena de valor de cacao estándar en la República Dominicana es algo simple y establecida a través de su madurez, escala industrial, experiencia y profesionalismo. Los productores cultivan las plantas de cacao en los cacaotales o fincas. La mayoría de las parcelas son pequeñas fincas agrícolas que van desde 0.5 a 2.5 hectáreas. Un pequeño número de productores experimentados tienen parcelas más grandes. Todos los cacaocultores se afilian a una o varias de las grandes compañías que compran, procesan y exportan cacao, entre las que se incluyen Roig, Rizek, Cortés, Munné, entre. Estos exportadores ofrecen apoyo a los productores, mediante capacitación ocasional y servicio de extensión.
- En el sistema económico básico del cacao, un agricultor siembra en una pequeña propiedad y vende semillas de cacao en baba a un exportador. Las semillas se recolectan a nivel de finca y se trasladan a un centro de procesamiento central, donde se fermentan y se secan a un 7% de humedad. Se empacan y se envían al puerto, para su exportación. El exportador gestiona contratos con importadores en los Estados Unidos, Europa, América Latina y Asia. Si el exportador es una cooperativa, los beneficios se distribuyen entre los productores socios, menos los costos de administración, y en el caso de las exportaciones privadas, la relación es más tradicional (aunque en el caso del cacao es competitiva a favor de los agricultores).
- Se estima que el mercado interno, alcanza alrededor de 2,500 a 3,000 toneladas métricas de cacao por año (aproximadamente el 3.5% de la producción). La gran mayoría de esta producción es manejada por los grandes productores de golosinas de chocolate y cacao en polvo para bebidas.
- El cacao fino de aroma tiene un gran potencial, pero tiene a la Monilia como amenaza, ahora presente en Jamaica. El país tiene otras ventajas y mucho potencial: por ejemplo, los 350 vuelos semanales que regresan a Europa semivacíos desde Punta Cana en la temporada alta.

Sugerencias:

- Establecer una estrategia para la amenaza de la Monilia.
- Mejoramiento genético (introducción, selección, caracterización, reproducción clonal a gran escala).
- Adaptación y mitigación al cambio climático.

- Sistemas de monitoreo de fincas y software de administración de procesos industriales (secado de cercanía).
- El aumento de la cantidad y calidad de la producción de cacao a nivel de finca, que implica mejoras en el cultivo (es decir, mejorar las operaciones a nivel de finca: los materiales de finca y los sistemas de finca).
- Aumento de procesamiento de los productos finales a través de más inversiones en infraestructuras, lo que implica ayudar a los procesadores postcosecha con los sistemas y las inversiones en infraestructuras.
- Ayudar a los procesadores a pasar de cacao no fermentado a cacao fermentado.
- El mayor desafío para la mejora de la producción cacaotera es la capacidad de coordinar la formación de los cacaocultores y productores a través de liderazgo y entrenamiento técnico altamente experimentado.

Sobre la producción de Café

- La amenaza número 1 es la roya.
- Se requiere mejoramiento genético continuo o introducir variedades mejoradas disponibles; nichos diferenciados de café, manejo de la fertilización y del cultivo, plagas y alerta temprana (con modelos predictivos más precisos) para la roya.
- La meta es aproximarse a la producción orgánica.
- El fomento del cultivo de robusta es un error que afecta la imagen del país.
- Oportunidades: evaluación de catimores (híbridos de Timor y Caturras); trazabilidad y calidad; enfoque grupal en procesos postcosecha; créditos favorables agroforestales que incluyan especies maderables.

9. Cadena Productiva de Frutales (Aguacate, Mango, Piña, Lechosa, limones, naranja)

- El mercado de la **piña** debe tender a lo orgánico, se importan 10 M de hijuelos desde Costa Rica. El mercado para **aguacate** Haas tiene potencial, dado que esta variedad es la preferida para la preparación de guacamole. Las variedades “cáscara verde” (local) también tienen potencial, pero se debe crear e incrementar la demanda. El **mango** requiere variedades y mercados, incluyendo tratamiento térmico para exportación a los Estados Unidos (EE. UU.) y mango orgánico para Europa.

Sobre el aguacate: retos y oportunidades

- Utilizar patrones de aguacate con resistencia al ataque de hongos a nivel de suelo
- Seleccionar cultivares que producen en épocas de baja oferta y alta demanda.
- La industria prefiere variedades con cáscara verde.
- Enfermedades y plagas: antracnosis, cochinilla y fumagina.

- El manejo postcosecha es una limitación importante.
- Se requiere mecanismo de gestión de calidad e inocuidad fuerte y multisectorial.
- Protección vegetal es clave, para controlar Antracnosis y Cercosporosis que pueden reducir producción en 45% otra amenaza es el taladrador del tallo.
- Temas de interés: cadena de frío y reducir el ennegrecimiento.

Oportunidades: políticas, certificaciones y generar oferta más sofisticada con valor agregado. Asimismo, los nuevos materiales genéticos y planificación de plantaciones por regiones, fechas y variedades.

Sobre el mango: retos y oportunidades

- Tiene dos limitantes críticas: mosca de la fruta (*Anastrepha obliqua*) y Antracnosis (hongo).
- Organización y monitoreo de plantaciones para reemplazar plantas faltantes, no productivas o que mueren (opción con drones).
- Evaluación de germoplasma (IDIAF posee banco con 15 variedades); valor agregado; capacitación postcosecha; actualización de protocolos de control de la mosca (recoger la fruta); control de antracnosis.
- Inteligencia de mercado.
- Sistema de producción intercalado, el mango se puede asociar con auyama y leguminosas forrajeras.
- Utilización de patrones y práctica de doble injertia.
- Aplicación de prácticas de podas, aumenta la productividad en al menos 10%, podas de formación que inducen porte bajo a los árboles de mango, hace mayor densidad de población de árboles, más facilidad de cosecha.

Tabla 4

Productores meta e involucrados directamente en las parcelas totales de validación (Fuente: IDIAF)

Cadena	Productores meta	Productores “directos”	Parcelas validación
Vegetales Orientales	1360	300	15
Carne y leche	16000	312	6
Ají y tomate	1500*	24	13
Aguacate	8255	500	11
Cacao	6300	280	15
Banano	2100	400	4
Café	15000	24	18
Plátano	45567	750	10
Mango	1014	170	20
TOTALES	96,082	2,590	112

1.3. Disponibilidad de Recursos para la producción de alimentos: financieros, técnicos, infraestructura

República Dominicana es un país de tierras fértiles y un clima tropical que favorece la cosecha de los más variados productos agrícolas, la mayoría de ellos esenciales para satisfacer la demanda interna y otros cuyo potencial se aprovecha para competir en los mercados internacionales.

Principales rubros agropecuarios financiados por el Banco Agrícola

A nivel de formalización de préstamos, el Banco Agrícola cuenta con RD\$41,604.7 millones, de los cuales el 43.10% (RD\$18,266.6 millones) va dirigido a la producción y a la comercialización de determinados rubros agrícolas y pecuarios, mientras que el resto (RD\$23,388.1 millones) se dirige a su cultivo o fomento.

De las decenas de bienes agropecuarios que se generan en el país, y conforme con las estadísticas que se manejan desde agosto de 2020 hasta enero del presente año, el arroz ha contado con el mayor apoyo bancario, con RD\$8,227 millones distribuidos entre 9,478 préstamos. Más de la mitad de esta cantidad (RD\$4,791 millones) han sido destinados a su producción, mientras que los restantes RD\$3,435.8 millones han sido para comercializarlo.

El cacao dominicano ha conquistado mercados internacionales y se ha constituido como una marca país. Este fruto le sigue al arroz en préstamos formalizados, con RD\$3,210.6 millones distribuidos entre 2,420 préstamos, de los cuales RD\$1,784.7 millones van a apoyar su comercialización y RD\$1,425.9 millones a su producción.

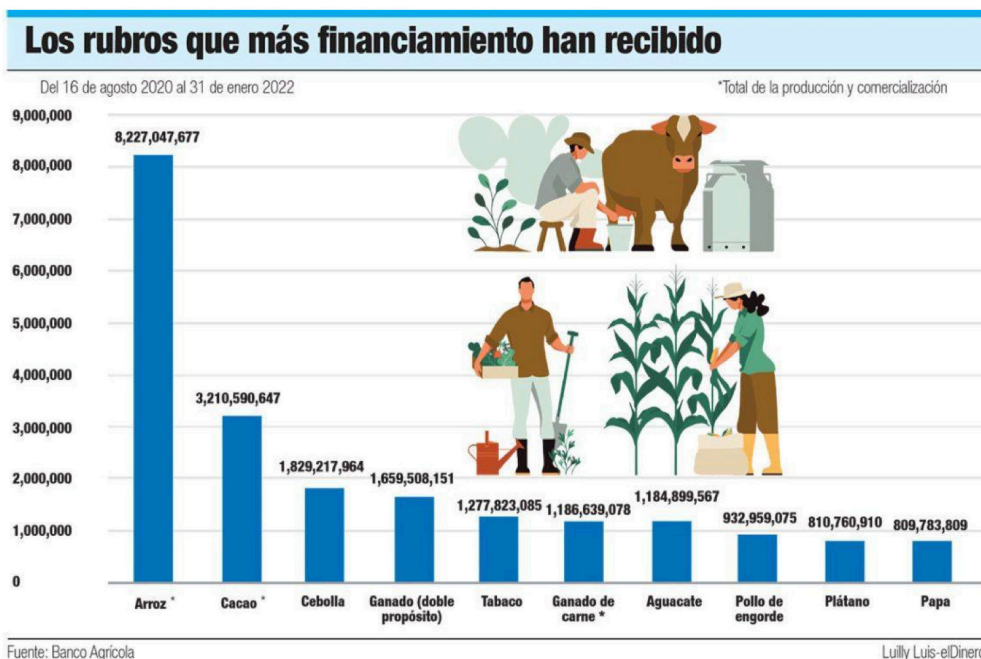
Aunque todavía no cuenta con partidas diferenciadas para su producción y comercialización, el cultivo de cebolla es el tercer rubro al que más se le han facilitado préstamos. Para la siembra y cosecha de esta hortaliza se han emitido 488 préstamos por un total de RD\$1,829.2 millones.

Otro rubro agrícola que también es muy demandado en el exterior es el tabaco, recibiendo cuantiosos recursos, sobre todo para su pignoración y su curado, con RD\$1,227.8 millones formalizados y distribuidos en 277 préstamos, con RD\$1,178.6 millones para su comercialización y RD\$99,243.4 millones para su producción.

A nivel pecuario, el ganado bovino de doble propósito—carne y leche— cuenta con recursos formalizados de RD\$1,659.5 millones, otorgados entre 1,110 préstamos.

Por contra, entre los rubros que menos cuentan con recursos están víveres como la yuca (RD\$72 millones), la yautía (RD\$52.9 millones), el ñame (RD\$37 millones) y la batata (RD\$23.3 millones). Los proyectos apícolas son los que menos financiamiento han recibido, contando solo con RD\$21 millones.

En el periodo de enero de 2017 a agosto de 2022 el Banco Agrícola ha realizado 2,505,604 préstamos con un valor promedio ponderado de los préstamos de RD\$132,961,780. El mayor porcentaje de las cantidades se presentan en San Juan de la Maguana (9.22%), seguido de Barahona (5.87%), y Santo Domingo (5.38%).



Principales demarcaciones con financiamientos del Banco Agrícola

Como la principal entidad financiera que apoya a este sector, el Banco Agrícola ha desembolsado RD\$40,003.2 millones a través de las 32 sucursales que operan a nivel nacional, facilitando el 81.6% de ellos a una tasa del 8.0% y el 18.4% restante a tasa cero, desde agosto del 2020. El Banco Agrícola agrupa sus sucursales en cinco regionales, otorgando 36,593 préstamos para la producción de 2,436,668 tareas, entre otras actividades en general.

Dentro de las principales demarcaciones donde se les ha otorgado la mayor parte de estos fondos, de acuerdo con la actividad crediticia global analizada desde el 16 de agosto del 2020 al 31 de enero del 2022, RD\$14,423.6 millones, es decir, el 36.6% del dinero, se ha prestado en cinco provincias: Santo Domingo, La Vega, Santiago, Monte Plata y Constanza.

- En Santo Domingo, donde el banco tiene su sede central- se han desembolsado RD\$5,193.300 millones a través de 1,938 préstamos, lo que la hace la sucursal que más financiamiento ha entregado a nivel nacional.
- Contando con una superficie cubierta de 238,834 tareas, La Vega representa un eslabón importante para la producción agrícola del país. Allí se han otorgado 2,137 préstamos (199 más que en la capital) por un valor de RD\$2,889.6 millones; RD\$2,303.7 millones menos que en Santo Domingo que es, después de Santiago Rodríguez y San José de las Matas, donde menos tareas se destinan a la agricultura, con solo 15,458.

El financiamiento suele depender del tipo de proyecto que se gestiona en cada demarcación, en donde hay centros productivos grandes, como es el caso de La Vega, Constanza o San Juan de la Maguana, y otros en donde la demanda operacional es más pequeña (Samaná e Independencia). Si se trata de actividad pecuaria, la superficie en tareas no se contabiliza, pues no es un recurso que sea utilizado en la producción, como ocurre en Santo Domingo.

El sector oficial promueve la modalidad de agricultura por contrato, donde los/as productores/as disponen de la tierra y el Estado les proporciona el financiamiento y acceso a mercados, bajo el concepto de cero predios baldíos orientados a lograr los ODS, específicamente el ODS 2, Hambre Cero.

Inversiones infraestructura financiamiento

La focalización de las inversiones en los territorios urbanos y entre regiones productivas, las dificultades para formalizar la tenencia de tierras, la zonificación de los usos agropecuarios favoreciendo ciertos rubros, la desigualdad en cuanto a la capacidad de negociación en el sistema agroalimentario y la exclusión tradicional de la mujer en la economía rural, generan desequilibrios territoriales, sociales y económicos, ponen en riesgo la sostenibilidad de los sistemas alimentarios.

La República Dominicana tiene una historia de centralización de las inversiones en capital e infraestructura en las zonas urbanas, y particularmente en la provincia de Santo Domingo y el Distrito Nacional. El 34% del presupuesto dedicado a inversión a nivel estatal para 2021 fue consignado a esta zona, mientras que la macro región suroeste cuyos niveles de pobreza alcanzan el 48% de los hogares ha recibido una asignación del 25% del total del presupuesto destinado a inversión.

Esta focalización de la inversión incide en el desarrollo de infraestructura productiva, carreteras, acceso a agua, acceso a servicios de salud, educación, electricidad y otros factores que posteriormente inciden en la calidad de vida de las personas y la generación de oportunidades. A raíz de este tipo de desequilibrios, la migración hacia zonas urbanas es notoria; habiendo pasado de 1,81 millones de habitantes en 2002 a 2,37 millones de habitantes en 2010. Consecuentemente, la población de las zonas rurales se ha reducido significativamente (15% desde 2002).

Por otra parte, el Ministerio de Agricultura desarrolló una zonificación territorial de cultivos a partir de un análisis de la capacidad de uso de la tierra y de una planificación centralizada que ha contribuido a una especialización de la producción agropecuaria por zonas de acorde a la capacidad. Esto ha provocado que las políticas agrícolas se concentren en cinco zonas productivas (centro, región suroeste, nordeste, norte y norcentral). De hecho, el 74% de los financiamientos del Banco Agrícola (2016-2018) fueron destinados a estas zonas priorizadas (Ministerio de Agricultura, 2021). Asimismo, el 62% de los desembolsos en el subsector agropecuario va dirigido a cinco cultivos de la canasta básica familiar: arroz, cacao, banano, plátano y ajo (Ministerio de Agricultura, 2021). Estas zonas y cultivos también reciben mayor atención en términos de infraestructura agrícola privada y estatal, incluyendo: sistemas de riego (para arroz, banano y plátano) y equipos de mecanización agrícola, principalmente en las zonas donde se siembra arroz y habichuelas, lo que ha favorecido el mantenimiento de un cierto nivel de autosuficiencia alimentaria nacional.

- Es indispensable continuar apoyando la producción primaria a nivel nacional con las facilidades de insumos, financiamiento e inclusión requeridas para mejorar el acceso y/o participación de todos/las los actores de la cadena, especialmente de pequeños agricultores/agricultores familiares, mujeres y jóvenes, al tiempo que se realiza un levantamiento en cada comunidad para cuantificar necesidades y priorizar las acciones e instrumentos para garantizar mayor producción de rubros alimenticios en función de la reactivación económica (mayor facilidad de créditos, asistencia técnica y transporte).

II. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:

Sugerencias para fortalecer, actualizar y/o desarrollar políticas y estrategias de producción, procesamiento y comercialización de alimentos, para asegurar el abastecimiento.

Son varias las conclusiones y recomendaciones que se derivan del tema y subtemas del trabajo de esta mesa. Sin embargo, se destacan las siguientes, en aras de listar las más relevantes, incluyendo en éstas aquellas, que han sido resultado de otros cónclaves o grupos de trabajo que han tenido similar orientación y fin. A saber:

1. Se requiere un sector agrícola y agroindustrial más fuerte en sus capacidades productivas, a través de un marco de innovación más eficaz, que permita tener un sistema de investigación e innovación fortalecido, que pueda tener garantías de:

- Inversiones suficientes en ciencia y tecnología (actualmente, la intensidad de la investigación en el país es el 0.30% del PIBA).
- Aumento de la cantidad de investigadores de alto nivel (ha de 12 doctorados en 2013 a 8 en 2018)
- Generación de reemplazo. Esto por el envejecimiento del personal técnico (33 investigadores mayores de 60 años) comprometiendo la generación de reemplazo.
- Revisión, mejora de salarios y aumento del valor de éstos (existe un congelamiento de salarios y pérdida de valor de estos -41% en el IDIAF en los últimos 10 años-, que obliga a investigadores a trabajar en varias organizaciones a la vez).
- Más equipos y mantenimiento de laboratorios, de forma que no se comprometan sus capacidades de investigación y de servicios a productores/as.
- Facilidades en el retiro laboral de investigadores. Actualmente se presentan dificultades para ello, debido al tope en pensiones (máximo 3 salarios mínimos), independientemente de posición y trayectoria profesional.
- Fortalecimiento de los vínculos entre investigación / extensión, a través de un modelo participativo de trabajo (INVESTIGADORES, EXTENSIONISTAS Y PRODUCTORES) que amplíe el impacto de nuevas tecnologías y productos.
- Disponibilidades de financiamiento para la operación de las instituciones relacionadas con investigaciones agroalimentarias y forestales (actualmente los presupuestos asignados a instituciones del gobierno –al IDIAF, por ejemplo- no están fácilmente disponibles los primeros meses de cada año debido a regulaciones estrictas en el ámbito nacional para combatir la corrupción)
- Crear más plataformas para financiar proyectos de investigación en las universidades del país en materia de producción agropecuaria y agroindustrial, que generen tecnologías para mejorar la productividad.
- Promover la interacción entre los productores agropecuarios y agroindustriales con las universidades e instancias públicas y privadas de investigación y extensión, para la búsqueda concertada de soluciones a los retos que enfrentan ambos sectores.

- Dotar con recursos a las direcciones de agricultura de cada provincia y equipos necesarios para realizar un acompañamiento eficiente en el proceso productivo de los agricultores, y fomentar desde estas direcciones el desarrollo de proyectos agroindustriales que mejoren el aprovechamiento de la producción agrícola y permitan agregar valor comercial a los rubros del campo.

1. Este grupo de trabajo se adhiere a las conclusiones del XXIII Encuentro Nacional de Líderes del Sector Agropecuario de la Junta Agroempresarial Dominicana (JAD), celebrado los días 7, 8 y 9 de septiembre de 2022. A saber:

- Facilitar el acceso de los productores a los avances en mecanización agrícola, automatización de procesos, recolección e interpretación de datos y nuevas tecnologías en la producción sostenible de alimentos.
- Aplicar tasa cero para la adquisición de drones y otras tecnologías nuevas de uso exclusivo en agricultura.
- Establecimiento de un fondo de financiamiento especial, con tasas y plazos adecuados, para la adquisición de las nuevas tecnologías que están revolucionando la agricultura en el mundo, y en la República Dominicana.
- Fomentar la creación de un sistema institucional público-privado, que facilite establecer nuevos mecanismos de inversión y transferencia de tecnologías en fincas y granjas de pequeños productores agrícolas y ganaderos para garantizar la seguridad alimentaria del país.
- Fortalecer el programa de capacitación y actualización de productores y profesionales del agro, incluyendo becas de estudios en las nuevas tecnologías, que hoy están transformando la agricultura.
- Incorporar a esta iniciativa, a universidades locales y extranjeras, al Infotep y a otras entidades especializadas del sector.
- Promover, como política pública, el desarrollo de la agricultura circular, con miras a la sostenibilidad ambiental. Para ello, se debe priorizar una campaña nacional de concienciación de los productores sobre las buenas prácticas que preserven el medio ambiente y la biodiversidad.
- Fomentar como política pública, la adopción de la agricultura de precisión, como un instrumento de apoyo a la transformación de nuestro sector.
- Establecer un programa especial de apoyo a las mujeres y jóvenes rurales que estén trabajando, o quieran incursionar en iniciativas tecnológicas, para la transformación sostenible del agro dominicano.
- Promover la aprobación de la Ley de Ordenamiento Territorial, donde se establezcan claramente las zonas de uso urbano, uso agropecuario y uso forestal.
- Apoyar la aprobación de la Ley de Agua, y masificar la adopción de sistemas innovadores, para la optimización de su uso en los sistemas de riego.
- Promover la reforma legal del marco institucional del sector agropecuario para facilitar una administración más ágil y, tecnológicamente, más proactiva en favor de los productores agropecuarios y agroindustriales del país.

2. De igual forma, esta mesa ha considerado pertinente referir las recomendaciones de la Hoja de Ruta Nacional hacia un Sistema Alimentario Sostenible, Resiliente y Equitativo, trabajada y vigente conforme los diálogos de la Cumbre de Sistemas Alimentarios, en la que actores clave de diferentes e importantes grupos de interés participaron, propusieron acciones que fueron validadas y rubricadas al más alto nivel en 2021. A saber:

- Identificar las necesidades de producción, con el debido registro y/o calendarización de siembra, cosecha, así como quiénes están sembrando, para satisfacer la demanda de alimentos y la exportación de los que así se dispongan. De esta forma, se contemplaría satisfacer tanto la demanda de la agroindustria, como la diferencia entre la demanda interna y la demanda de exportación.
- Realizar el censo de productores por regiones, provincias, municipios, zonas y subzonas, tomando en cuenta los datos arrojados por el pre-censo realizado en 2014.
- Al tiempo que se habilitan los centros de acopio requeridos como punto de concentración y almacenamiento para los alimentos y mermas que las diferentes industrias alimentarias, capacitar a los/as productores/as sobre cómo mejorar el almacenamiento de los productos, y gestionar acuerdos con el sector privado para el uso de aquellos que se encuentran subutilizados, contemplando a la vez plantas empacadoras para la distribución de productos.
- Fortalecer y financiar desde las instancias del Estado que correspondan, la aplicación de fitomejoramiento y buenas prácticas para el uso de semillas y tecnologías que mejoran la calidad de los rubros y los niveles de inversión.
- Es indispensable continuar apoyando la producción primaria a nivel nacional con las facilidades de insumos, financiamiento e inclusión requeridas para mejorar el acceso y/o participación de todos/las los actores de la cadena, al tiempo que se realiza un levantamiento en cada comunidad para cuantificar necesidades y priorizar las acciones e instrumentos para garantizar mayor producción de rubros alimenticios, en función de la reactivación económica (mayor facilidad de créditos, asistencia técnica y transporte).
- Crear alianzas estratégicas entre pequeños, medianos y grandes procesadores para agregar valor a los productos perecederos, incorporando aquellas políticas de integración y apoyo para empresas y productores, que incluyan seguridad, pago a tiempo y mayores encadenamientos productivos.
- Trabajar en la producción de alimentos, en función de las condiciones de cada región del país, con apoyo de las organizaciones internacionales relacionadas a la alimentación y la agricultura, que incluya (entre otras) líneas maestras orientadas al fortalecimiento de la agricultura familiar, el mayor segmento de producción de alimentos para el abastecimiento de las familias y para el mercado a nivel global.
- Mercados de exportación: fortalecer las capacidades del personal técnico requerido según áreas responsables del proceso, para la elaboración e implementación de las medidas para el cumplimiento de los requisitos que exigen los países con necesidades de importación de alimentos, principalmente en lo relacionado con la fitosanidad, zoonosidad, inocuidad e higiene de los alimentos.
- Dotar de planes de orientación al productor en materia de comercialización tanto a nivel local como hacia otros destinos, que le garantice mejores precios en sus cosechas y la disminución de los canales de intermediarios.

- Continuar fortaleciendo las actividades relacionadas con las cuarentenas agropecuarias para garantizar una vigilancia de las plagas y enfermedades que frecuentemente amenazan los sistemas agrícolas.
- Se aboga por un sector resiliente capaz de adaptar su cadena de valor productiva, comercialización y consumo de una manera sostenible, adaptable, en cantidades suficientes para todos/as los/as consumidores/as. Como pequeño estado insular, requerimos acciones focalizadas en aumentar la eficiencia productiva, la calidad, el suministro y la seguridad alimentaria nacional.
- Que se disponga de nuevas infraestructuras para las Mipymes, que permitan realizar el proceso de post cosecha de los productos, manteniendo los niveles de calidad, inocuidad y rentabilidad, como son: construcción y/o adecuación de centros de acopio, lavado y empaque.
- Fortalecer la generación y acceso a las estadísticas de producción y consumo, y de otros temas de inteligencia de mercados, con miras a crear las condiciones y conocimientos requeridos para acceder a otros mercados, con información actualizada sobre sus normativas, las oportunidades de negocios, precios y/o nichos de interés, para colocar productos locales destinados a complementar la seguridad alimentaria y nutricional de otros países.
- Dar prioridad a las Pymes agropecuarias en las compras y contrataciones del Estado, a través de la optimización del Decreto 168-19, el cual establece la compra de productos agropecuarios nacionales directamente a productores, por parte de las instituciones a cargo de programas destinados al alivio de la pobreza, la alimentación escolar, y la alimentación de otros sectores de la población, sin la intervención intermediación.
- Proveer financiamientos (créditos) blandos, con el debido acompañamiento técnico y financiero, destinado a pequeños y medianos productores/as de cultivos con alto potencial de crecimiento o que puedan ser destinados o incluidos en programas hacia la reconversión.
- Como política el Estado, se debe promover la producción de rubros alimenticios a través de huertos familiares para reducir la demanda de alimentos e impactar la economía doméstica, para tales fines el Ministerio de Agricultura debe ampliar su plan de acción coordinando con organizaciones comunitarias, facilitando insumos, asistencia técnica y capacitación.
- Implementar un sistema de adaptación y mitigación con lagunas para que productores/as puedan utilizarla en tiempo de sequías, limpieza de ríos, cañadas que sirven como fuentes de uso para la agricultura. Asimismo, tomar en cuenta que la siembra de arroz demanda mucha agua, por lo que se recomienda hacer un ordenamiento para la siembra de este producto. Además, dotar zonas que no tienen agua suficiente con lagunas y mejorar el suministro de agua y el sistema eficiente de riego.
- Fomento de la agricultura orgánica y generativa para contribuir con la mitigación del impacto climático; zonificación de cultivos.
- Cambiar la ganadería a silvopastoril, eliminar la producción de conuquismo y fomentar la producción de colmenas de abejas que ayudan con la reforestación y trabajar con una agricultura climáticamente inteligente.
- Desincentivar la ganadería de montaña principalmente en las zonas donde hay nacimiento de las cuencas. Asimismo, proveer de las tecnologías e insumos necesarios para la agricultura de las zonas media y baja de pequeños productores/as.

- Motivar la siembra productos agrícolas, incentivando así el uso de huertos urbanos, verticales, en patios, balcones, techos.

Tecnología, investigación, capacitación, acciones de buenas prácticas agrícolas por productores; medidas en las que los agricultores toman decisiones para modificar el manejo de los cultivos y sus sembradíos. Tales como: Buenas Prácticas Agrícolas (BPA); Buenas Prácticas de Manufactura (BPM); Manejo Integrado de Plagas (MIP) y Manejo integrado del cultivo (MIC), con el fin de proporcionar un marco de agricultura sustentable, aplicando las medidas de adaptación correspondientes, incluyendo la conservación del suelo, el uso y aplicación de la tecnología en el contexto climatológico; educación a los productores sobre cambio climático; respetar el ciclo de las plantas (rotación de ganado); entre otros.

- Disminuir el impacto de cambio climático en el sector agropecuario dominicano ejecutando las siguientes acciones: Zonificar las áreas productivas, por cultivos; capacitar a los agricultores para disminuir el uso indiscriminado de agroquímicos, productos con efecto residual, como el uso del glifosato; realizar una distribución de suelos productivos según características de las zonas.

3. Recomendaciones extraídas del documento Perfil Alimentario de la República Dominicana:

- Fomentar el consumo de productos nacionales de alto contenido nutritivo. Con esto se busca incidir de forma positiva en los hábitos de consumo a partir de la producción local, fomentando los circuitos locales (cortos) de comercialización.
- Involucrar a las organizaciones de productores y minoristas de modo que se diseñen e implementen campañas para promover el consumo de alimentos locales, comunicando a los consumidores el valor nutritivo de los mismos.
- Mejorar las condiciones de acceso a crédito y a la formalización de la tenencia de la tierra de la agricultura familiar. Para conseguir la aplicación de esta palanca, es necesario trabajar con los actores involucrados en la aplicación de mecanismos que respondan a las condiciones y particularidades de la agricultura familiar e involucrar a las organizaciones de productores de modo que se generen grupos de eficiencia colectiva (clústeres y cooperativas, entre otros), facilitando sinergias mediante la integración de los productores en la cadena de valor. En este sentido, conviene tomar en cuenta esquemas de trabajo colectivo que han sido exitosos en subsectores como el banano, cacao, café, aguacate y otros, y han permitido mejorar las condiciones de acceso de los productores de pequeña escala asociados. Para este aspecto, se puede contar con la articulación de entidades de apoyo gubernamentales como el Consejo Nacional de Competitividad, o privadas como la Junta Agroempresarial Dominicana o la Fundación REDDOM.
- Asimismo, el acceso a crédito y a la formalización de la tenencia de la tierra deberá ir acompañado de asistencia técnica —servicio de extensión, promoción de prácticas productivas— que facilite una mayor efectividad de las inversiones. Esto favorecerá el acceso a insumos, manejo de información, tecnologías y prácticas adaptadas a la pequeña escala que contribuyan a mejorar la productividad y viabilidad económica de las operaciones agropecuarias y reforzar la atracción del subsector para la juventud.
- Realizar inversiones sostenidas y equitativas en infraestructura productiva y social en zonas rurales rezagadas. Esta palanca debe entenderse en el marco de un enfoque de desarrollo

territorial más descentralizado, movilizándolo financiamiento público y privado hacia zonas rurales con potencial económico y social, pero que han sido tradicionalmente relegadas. Con la aplicación de esta palanca, se espera lo siguiente: a) mejorar las condiciones de desarrollo a partir de una perspectiva más local; b) establecer mejores condiciones para el acceso a oportunidades de manera más equitativa en los territorios; y, c) mejorar la planificación de la producción agropecuaria a partir de un conocimiento más profundo de las condiciones locales. Para lograr aplicar esta palanca, debe promoverse un diálogo entre los sectores público y privado, involucrando a los actores locales y a las organizaciones de productores. La transición hacia una planificación más localizada deberá pasar por un proceso de consulta inicial.

- Fortalecer el poder de negociación de los productores familiares, mediante el fomento de organizaciones de productores. Para aplicar esta palanca, se requiere promover la asociatividad y la eficiencia colectiva. La asociatividad ha probado ser una herramienta fundamental para un acceso más equitativo al mercado y a los medios de producción, incluso en términos de la tenencia de tierras.

III. REFERENCIAS

- CATIE (2022). – *Importantes cadenas de producción de República Dominicana*. Consulta web [20/09/2022: <https://www.catie.ac.cr/2022/04/26/importantes-cadenas-de-produccion-de-republica-dominicana-seran-fortalecidas-mediante-el-proyecto-manglares-para-el-desarrollo/>]
- del Rosario, Pedro (2021) El consumo de alimentos en República Dominicana. Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF). Santo Domingo, DO. 76p
- FAO y OPS (2017). Panorama de la Seguridad Alimentaria y Nutricional de América Latina y el Caribe 2017. Santiago (Chile). / IICA. (2012). Situación de la seguridad alimentaria en las Américas: documento para alimentar el diálogo de la 42da Asamblea General de la Organización de los Estados Americanos. San José, Costa Rica.
- FAO, Unión Europea y CIRAD (2022) Perfil de sistemas alimentarios: La República Dominicana. Catalizar la - transformación sostenible e inclusiva de nuestros sistemas alimentarios. Roma, Bruselas y Montpellier, Francia. Disponible en: <https://doi.org/10.4060/cc0062es>
- IDIAF (2018). Tecnologías para desarrollo de leguminosas en el Valle de San Juan. Consulta web [20/09/2022: <https://idiaf.gob.do/index.php/noticias/item/294-idi-f-desarrollara-tecnologias-en-leguminosas-para-cambio-climatico-en-el-valle-de-san-juan>]
- MEPyD/MA/UE/BID/BM (2021) *Evaluación necesidades post Covid-19*. Santo Domingo, República Dominicana. Febrero 2021
- MEPyD/ONE/MA/UE/FAO (2015) *Informe de resultados Precenso Nacional Agropecuario 2015*. Santo Domingo, República Dominicana
- Ministerio de la Presidencia, Ministerio de Agricultura (2021) *Hoja de Ruta Nacional hacia un Sistema Alimentario Sostenible, Resiliente y Equitativo*. Santo Domingo, República Dominicana.
- Tavares, J. J. (octubre de 2016) “Seguridad Alimentaria”, en: Boletín del Observatorio de Políticas Sociales y Desarrollo, 1. Santo Domingo, República Dominicana.

IV. ANEXOS

- 1) **Departamento de extensión y capacitación del ministerio de agricultura.** Principales actividades realizadas para la apoyar el trabajo de asistencia técnica y transferencia de tecnologías y asistencia técnica en 2021
- 2) Aportes de proyectos FAO sobre las capacitaciones a extensionistas y productores
- 3) Seguridad alimentaria y nutricional, y medio ambiente.
- 4) Hoja de ruta nacional hacia un sistema alimentario sostenible, resiliente y equitativo, 2021
- 5) Perfil sistema alimentario república dominicano, 2022
- 6) El consumo de alimentos en república dominicana, 2022

Citar:

Alarcón Mella, José, Ingris De Paula y Lucila Ramón (2024). CAPÍTULO V Disponibilidad y Acceso a los Alimentos: Producción, Importación y Procesamiento de Alimentos Pp 109-131. En: Carlos M. Rodríguez Peña, Francisco Roberto Arias Milla y Modesto Reyes (editores) Seminario Actualidad y Futuro para Lograr la Soberanía y Seguridad Alimentaria y Nutricional en la República Dominicana: Generación y Transferencia de Conocimientos y Tecnología. MESCYT, 258 pp

CAPÍTULO VI

MESA 3

ANÁLISIS DEL IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LAS CADENAS DE PRODUCCIÓN, Y EL USO Y CONSERVACIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES (GENÉTICOS, FORESTALES, EDÁFICOS, Y ACUÍFEROS)

SOBERANÍA Y SEGURIDAD ALIMENTARIA Y NUTRICIONAL

Mario Gullón¹, Cesar López², Graviel Peña³, Gilberto Gómez⁴, Gregorio García Lagombrá⁵, Eriberto Joel Tejada³, Adrián Eduardo Rosario Mercedes⁶, Glenmy López Rodríguez^{7,8}, Pedro Antonio Núñez⁹, Rosangel Matos⁶, Alfredo Dalmau⁶, Ofelia Castro¹⁰, Juana de La Rosa¹¹, Margarita Betances⁴, Ender Iñiguez², Víctor María Corniel¹², Rafael Paulino¹³, y Yanina Segura⁷

¹Ministerio de la Presidencia; ²UNEV; ³UCATECI-CFD; ⁴UNISA; ⁵UNISA (UASD, UNPHU, ⁷IDIAF), (⁷IDIAF-⁸UTECO);

⁶CODOPESCA; ⁷IDIAF-⁹UASD; ¹⁰Consejo de CC; ¹¹Ministerio de Agricultura; ¹²UFHEC; ¹³UAFAM

INTRODUCCIÓN.

La Seguridad y Soberanía Alimentaria y Nutricional (SSAN) mundial, ha sido, durante mucho tiempo, uno de los principales temas en los diálogos entre líderes sociales y políticos, los que tienen incidencia y regulan los diferentes aspectos de la producción y de los mercados. Recientemente, la pandemia COVID-19, ha revelado las verdaderas dimensiones de la SSAN, a todos los niveles, reduciendo la disponibilidad de mano de obra, de transporte, de insumos, e interrumpiendo la producción y procesamiento de alimentos. Esto ha generado escasez de alimentos básicos para la mayoría de los estratos de población mundial.

A esta cruda realidad, de los impactos a la SSAN mundial, se añaden los impactos del conflicto bélico Ucrania vs. Rusia y los del cambio climático (CC), temas que han sido analizados con detalle por la Mesa tres (3); buscando a través de documentos disponibles y los planteamientos de los expertos de posibles explicaciones que pueden existir, ante las interrogantes planteadas y señalar conclusiones y dar sugerencias para fortalecer, actualizar y/o desarrollar, estrategias para enfrentar el CC y los impactos de la pandemia y conflictos bélicos, de manera que podamos encaminar al país hacia la SSAN, necesaria para alcanzar los niveles de desarrollo sostenibles, que se plantean en las políticas, leyes y normativas nacionales.

El Ministerio de la Presidencia (MINPRE) y el Ministerio de Educación Superior, Ciencia y Tecnología (MESCyT), convocaron a una gran diversidad de actores, para tratar la situación de la SSAN del País. Lo que nos ha permitido ser parte de este diálogo, en el que participan, bajo su coordinación instituciones públicas que integran el Sistema Nacional para la Seguridad, Soberanía Alimentaria y Nutricional (SINASSAN), el sector productivo agroalimentario y forestal y la academia, para implementar el Seminario “Actualidad y Futuro de la Soberanía y Seguridad Alimentaria Dominicana”.

Esta actividad es una oportunidad, por las circunstancias y el momento en que se realiza esta convocatoria, en la que expertos e interesados analizarán el estado actual de la SSAN de la República Dominicana, analizando aspectos políticos, estratégicos, científicos y técnicos, que pueden contribuir significativamente a garantizar la SSAN nacional.

Temas de trabajo:

- Describir el impacto del Cambio Climático (CC) sobre los recursos naturales y cadenas agroalimentarias y acuícolas.
- Sugerir regulaciones ambientales requeridas para contrarrestar el impacto.
- Presentar conclusiones y sugerencias para fortalecer, actualizar y/o desarrollar estrategias para enfrentar al CC y conservar los recursos naturales.

2. Objetivos.

- a) El objetivo general del Seminario es analizar la situación actual y fortalecer la estrategia nacional de SSAN, con el fin de lograr resultados más trascendentes, en el corto, mediano y largo plazo, para contribuir a incrementar la SSAN de los habitantes y visitantes en la República Dominicana.
 - b) Los objetivos de la Mesa 3, dentro del contexto general del seminario son:
 - a. Analizar el impacto del cambio climático sobre los recursos naturales y en las cadenas agroalimentarias y acuícolas del país.
 - b. Sugerir regulaciones ambientales requeridas para contrarrestar el impacto del CC, sobre los recursos naturales y las cadenas agroalimentarias y acuícolas del país.
 - c. Presentar conclusiones y sugerencias para fortalecer, actualizar y/o desarrollar estrategias para enfrentar al CC y sus efectos sobre la SSAN en la República Dominicana.
- **Plan de Trabajo (planteamiento de temas y subtemas).**

Luego de haberse desarrollado una serie de trabajos, durante los meses previos, el día 25 del mes de agosto, se desarrolló el taller de inducción a las mesas de trabajo en la sede principal de la Universidad Autónoma de Santo Domingo (UASD), activando las mesas de trabajo.

El trabajo desarrollado por la mesa 3 incluye:

- Segunda sesión de trabajo el día 25 en la biblioteca Pedro Mir, para la definición de roles.
- Tercera sesión de trabajo el día 31 de agosto (Virtual), para analizar la temática a trabajar y la conformación de los equipos de trabajo.
- Cuarta sesión de trabajo 06 de septiembre (Virtual, con los tres subequipos, a las 11:00 am, 2:00 pm. y 5:00 pm), presentación de los aportes individuales de cada integrante.

Los trabajos en equipo, de los días 31 de agosto y 06 de septiembre 2022, fueron secciones grupales remotas, las cuales fueron grabadas para facilitar el trabajo de relatoría.

Adicionalmente se realizaron aportes o trabajos individuales complementarios, con opiniones de expertos, que fueron remitidos a relatoría para ser incorporados a los resultados de las discusiones grupales, interacción entre Mesas (propiciar posibilidades de articulación, y las bases de una estrategia conjunta o coordinada) y redacción del informe y redacción de informe por los grupos de trabajo y las opiniones de expertos.

- **Resultados por temas y subtemas.**

1. **Describir el impacto del cambio climático (CC) sobre los recursos naturales y en las cadenas agroalimentarias y acuícolas.**

Equipo de trabajo 1. -Mario Gullón, Gilberto Gómez, Gregorio García Lagombra, Eriberto Joel Tejada

Preguntas orientadoras:

- ¿Qué impactos ha tenido el cambio climático sobre la seguridad y la soberanía alimentaria?
- ¿Cómo manejar la desertificación y salinización de los suelos en la zona cerca de la costa?
- ¿Cómo manejar el agua y cultivos ante las fluctuaciones de lluvia y sequía?

El impacto del CC se está sintiendo de forma notable en todos los países, incluyendo República Dominicana. Esto se observa principalmente por los cambios en las temperaturas, las precipitaciones, el incremento en el nivel del mar, los fenómenos climáticos extremos y, desafortunadamente, se espera a que estos aumenten con el tiempo.

El CC está ocasionando una serie de cambios a nivel global, regional y local, que impactan la agricultura, que es uno de los sectores más sensibles a cambios en las condiciones climáticas. En ese sentido, estos autores reportan que los rendimientos de los granos básicos, como habichuelas, arroz, maíz y trigo, disminuirán significativamente a nivel mundial para el año 2050, con diferencias entre países en vías de desarrollo y los países desarrollados. Esto es un impacto notable y con gran repercusión en países como el nuestro, con fuerte dependencia de la producción de habichuelas, arroz y maíz.

El CC ya afecta los recursos hídricos de República Dominicana, la agricultura, los océanos, costas, biodiversidad, ecosistemas y la salud humana. Afectará a los países más vulnerables y, según el índice de ND-GAIN, República Dominicana ocupa el lugar 47.2, posición cercana al 50%, lo cual es preocupante y evidencia que somos muy vulnerables.

Las estrategias o planes de adaptación y mitigación deben prepararse con dimensión local, en función del contexto social, económico y ecológico, los cambios esperados y los recursos disponibles, deben ser planificados pensando en resultados a largo plazo. El equipo plantea acciones que permitan reducir los efectos e impactos a nivel socioeconómico, ambiental y productivo.

Pero, en términos generales, en América Latina y el Caribe, los enfoques del desarrollo sostenible se han centrado en el papel principal de la agricultura para la seguridad alimentaria y las compensaciones ambientales asociadas, al explorar los cambios en las huellas hídricas, la calidad del agua, y los impactos en la biodiversidad y las reservas de carbono, y del cambio en el uso de la tierra, y la producción agrícola alternativa.

En ese análisis se evidencia que el agua es uno de los recursos naturales más necesarios y que se debe considerar las búsquedas de alternativas para conservar y promover su renovación en el ciclo hidrológico. Hay que planificar el manejo de ese recurso, considerando, además de su uso eficiente, la cosecha y su almacenamiento, ya que los regímenes de precipitación han cambiado, como consecuencia directa del CC. Los modelos climáticos proyectan un aumento promedio de 1°C - 4°C en las temperaturas en ALC y una disminución del 30% en las precipitaciones.

Esto hace necesario analizar las fluctuaciones del agua, para planificar el uso de esta y obtener mejores resultados, en vista de que se observa una marcada reducción de productividad y rendimientos asociados a menor disponibilidad de agua en los acuíferos, incremento de la concentración de contaminantes, pérdida de humedad del suelo, etc.

En cuanto a los impactos sobre los recursos hídricos, es necesario observarlos desde una perspectiva ambiental, es crucial establecer si el agua utilizada en la agricultura proviene del agua de lluvia perdida por evapotranspiración y evaporación durante el proceso de producción (vegetal) o de fuentes superficiales y/o subterráneas (suelo). La producción extensiva de alimentos conduce al aumento en el uso de agua dulce, seguida por el escenario de liberalización comercial que no considera un crecimiento acelerado del rendimiento. Un aumento en la expansión de terreno para la producción agrícola, sin agua para riego o secano, suele estar asociada al aumento progresivo de la superficie de suelo destinado para la cosecha, porque el potencial de la productividad es menor que el de la agricultura con sistema de riego que proporciona la fuente hídrica básica, para aumentar la producción. Bajo todos los escenarios, excepto los de intensificación sostenible, hay un aumento absoluto en las emisiones de Nitrógeno (N), en casi todas las áreas importantes de producción agrícola de ALC.

Se destaca en el marco del análisis situacional que en el país se desconoce lo que se ha hecho en las instituciones de investigación como el IDIAF, donde se han desarrollado investigaciones en la medición de Metano Entérico, Óxido Nitroso, CO₂ y Hexafluoruro de Azufre. También, con el apoyo de FONDOCYT y de instituciones internacionales, se han desarrollado investigaciones en gases de efecto invernadero (GEI). “La medición, cuantificación y opciones de mitigación de gases con efecto invernadero (Óxido nitroso y metano entérico) emitidos por la ganadería dominicana que influyen en el cambio climático y el aprovechamiento oportuno y eficiente de alimentos no convencionales para la sostenibilidad de los sistemas de producción animal y mitigar su incidencia en el cambio climático”.

Para citar a modo de ejemplo, solo en la temática de GEI se ha contado (además del apoyo de FONDOCYT), con el de dos grupos internacionales que han apoyado al IDIAF, en trabajos importantes realizados. Sin embargo, las instituciones como el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales y el Consejo de Cambio Climático lo desconocen, porque no se ha invertido en difundir lo que se ha logrado, ni se comparten las informaciones de manera institucional, para que se aprovechen los beneficios de las mismas, para el desarrollo nacional.

Se plantea, en ese sentido, que el IDIAF dispone con resultados necesarios para garantizar la seguridad alimentaria, con las alternativas necesarias en producción de leche y de carne, para garantizar que el país disponga de todo lo que necesita en esa área, garantizando producción sostenible. Existen oportunidades en el sector agrícola para mitigar el cambio climático, mediante la reducción de emisiones de GEI con buenas prácticas y reducción de la deforestación, e incrementando el secuestro de carbono en suelo y biomasa.

Otra de las preocupaciones externadas en el seno de la Mesa 3, es que se espera que las pérdidas de Carbono almacenado, por la expansión de las tierras de cultivo o la frontera agrícola, generen pérdidas de

Carbono. También por la futura expansión de las tierras de pastoreo debido a la producción ganadera, tal como ha ocurrido en el resto de ALC por lo cual se espera empeore para 2050, independientemente del escenario de desarrollo agrícola considerado.

Para el eficiente uso de suelos, es necesario considerar y definir el tema de su salinización, lo que demanda la implementación de métodos para esos fines, que permitan mantener la fertilidad y otras condiciones de los suelos en cuestión.

La seguridad alimentaria depende de la producción agrícola y de los recursos naturales que la soportan, con los bosques como soporte principal porque proveen productos maderables y no maderables, así como la contribución a la protección del agua y la diversidad biológica para el equilibrio y así contribuir a garantizar la seguridad alimentaria, la protección de diferentes ecosistemas y de los efectos del CC, contribuyendo de manera significativa en la adaptación y la mitigación, ante los fenómenos resultantes de estos cambios.

El desarrollo de la agricultura durante los últimos siglos, especialmente en los últimos decenios, ha implicado el agotamiento sustantivo de las reservas de carbono. Los suelos agrícolas llegan a ser globalmente una de las reservas mayores de almacenamiento de carbono, con potencial de expansión del secuestro de carbono (SC) y, por lo tanto, proporcionan una manera prospectiva de mitigar la concentración aumentada de CO₂. Se ha estimado que los suelos son capaces de secuestrar alrededor de 20 Pg (petagramo) en 25 años, más del 10 % de las emisiones antropogénicas. Por lo que uno de los planteamientos que forma parte de la discusión sobre SSAN, es que se deben mejorar además los recursos genéticos boscosos, como parte de las garantías necesarias para alcanzar la sostenibilidad y la adaptación.

El trabajo para garantizar la SSAN, también demanda que sean analizadas las situaciones que están generando la pérdida de la biodiversidad, haciendo necesario considerar lo relativo a los factores como la alteración del hábitat, especies invasoras, uso de plaguicidas, sobreexplotación y contaminación en sus diferentes formas. Al respecto se hace necesario, volver a señalar que se han realizado investigaciones en producción y nutrición animal en el IDIAF. Estos resultados deben ser utilizadas para encaminar y promover la adaptación a nivel nacional, mejorando el uso de pasturas para incrementar la producción de carne y leche, mejorando el manejo de las pasturas improductivas, reduciendo las importaciones y aumentando la disponibilidad de leche y carne. Con estos, elaborar un programa de trabajo en ese sentido a nivel nacional, que reduzca así las pérdidas de bosques y de espacios importantes para la conservación de la diversidad biológica.

Una de las actividades sobre las que se ha investigado en el país, aunque no se haya difundido, es la producción de semillas de diferentes cultivos, ya que el IDIAF cuenta con las estaciones experimentales necesarias para ello. Con un buen programa de trabajo, puede garantizar la disponibilidad de semillas de arroz, cacao, café, leguminosas forrajeras (tanto arbustivas como herbáceas, para mejorar las pasturas para alimentación animal) y otras necesarias, para garantizar los materiales de siembra.

Para planificar las estrategias a desarrollar contra el cambio climático, se debe pensar en adaptación y mitigación, poniendo mayor énfasis en la resiliencia para lograrlo, por la posibilidad de las disminuciones de las precipitaciones, que son una amenaza para regiones subtropicales. Mejorando el manejo del agua y, al mismo tiempo, los cultivos para que sean menos dependiente del agua y desarrollar la agroforestería como estrategia de importancia, en la lucha por la adaptación.

La actual crisis climática global, la COVID-19 y los conflictos bélicos, han puesto de manifiesto que se debe trabajar para disminuir la dependencia de las cadenas de suministro de insumos porque, de

hecho, el que se tenga una gran dependencia, disminuye las posibilidades de acceder a los alimentos. En consecuencia, hay que reducir esos impactos sobre los grupos vulnerables, generando y difundiendo las informaciones pertinentes.

Uno de los puntos que ha generado mayores problemas en la actual coyuntura, es lo referente al acceso a fertilizantes, necesarios para mantener la producción convencional de la mayoría de los rubros alimentarios de los ciudadanos y visitantes. Siendo la urea, los sulfatos de amonio, sulfatos potásicos y fosfatos, los fertilizantes que se han hecho más difíciles de importar, encareciendo significativamente los costos de producción. Por ello se ha planteado que en el país se debe investigar, el uso de ureas de liberación lenta o controlada, como alternativa en la reducción de las emisiones de óxido nitroso y posiblemente a mejorar la producción de cultivos como el arroz.

Pero, además, una parte importante de la comunidad productiva y académica nacional está abogando (desde hace tiempo) por la adopción generalizada de prácticas agroecológicas en el manejo de suelos para la producción de alimentos, como una alternativa que simultáneamente puede ayudar a resolver la crisis alimentaria actual y la posible hambruna, que se pronostica ante las condiciones desfavorables que se proyectan a futuro. Estas prácticas benéficas para la biodiversidad permiten producir abundantes alimentos saludables, en forma competitiva, usando los insumos disponibles localmente, mejorando la nutrición, sin degradar el agua y la biodiversidad, a la vez que mitiga y contribuye a la adaptación de las fincas al calentamiento global y al CC, y así a facilitar las situaciones para alcanzar un estado de SSAN.

Los suelos sanos son fundamentales para el sistema alimentario. Estos son la base de la agricultura y el medio en el que crecen casi todas las plantas destinadas a la producción de alimentos. Los suelos sanos producen cultivos sanos. De hecho, la calidad de los suelos está directamente relacionada con la calidad y la cantidad de alimentos. Hoy se puede volver a producir alimentos saludables, mediante el manejo agroecológico del suelo.

República Dominicana es el país mayor productor de bananos y cacao orgánicos del mundo. Esto resultó sin la intervención de políticas públicas que promovieran el manejo orgánico de los sistemas de producción. Sin embargo, los rendimientos alcanzan solo cerca de 20% a 33% de lo que es posible con fertilizantes químicos. Esto evidencia la necesidad de un mayor esfuerzo en generación y transferencia de tecnologías para que estos sistemas de producción, que generan múltiples servicios ambientales, económicos y sociales, optimizados con manejo agroecológico de suelos.

Existe la probabilidad de que aumente el riesgo de extinción y peligro de las especies, como resultado de la expansión de las tierras de cultivo en todos los escenarios. Sin embargo, la medida en que la biodiversidad estará en riesgo depende principalmente, de la futura producción y de la ruta de expansión en el uso de la tierra. La liberalización comercial con sus efectos para la producción agrícola en ALC aumenta el riesgo de pérdida de biodiversidad. Más aún, si las tasas de crecimiento del rendimiento se ralentizaran y las de crecimiento del uso de la tierra se acelerarán, como se supone, en el escenario de intensificación.

Al considerar la ganadería y los efectos de la actividad ante el CC, se indica que los sistemas ganaderos tienden a ser altamente susceptibles a los efectos del CC. La ganadería en República Dominicana está distribuida por todo el territorio, siendo las regiones este y noroeste, las principales, con un alto impacto en los ingresos de las familias.

El aumento general en el riesgo de extinción y peligro de las especies, asociados con la expansión de las tierras dedicadas al pastoreo para la producción ganadera, será mayor que para la expansión de las

tierras de cultivo. De igual manera como se da en las compensaciones de carbono, la intensificación de la producción ganadera no puede compensar los efectos negativos sobre la biodiversidad.

Analizar las regulaciones ambientales requeridas para contrarrestar el impacto del CC.

El Sub-equipo 2. - Mario Gullón, César López, Adrián Eduardo Rosario Mercedes, Gleny López Rodríguez, Pedro Antonio Núñez, Rosangel Matos, Alfredo Dalmau, Ofelia Castro

Preguntas orientadoras:

- ¿Qué impactos ha tenido el cambio climático sobre la seguridad y la soberanía alimentaria?
- ¿Cuáles son las posibles mejoras a las regulaciones ambientales que favorecerían la seguridad alimentaria?

En la República Dominicana, cuando se hace una revisión a las regulaciones ambientales requeridas para contrarrestar el impacto del CC, se observa que existen vacíos importantes, aunque en la constitución política, establece la necesidad de asegurar el uso eficiente y sostenible de los recursos naturales de la Nación, acorde con la necesidad de adaptación al cambio climático (Art. 194), que además se cuenta con la ley 64-00 o Ley General de Medio Ambiente y Recursos Naturales, la Ley 01-12, que establece la Estrategia Nacional de Desarrollo, contamos con el Plan Nacional de Adaptación Frente al Cambio Climático (PNACC RD) y que recientemente fue emitido el decreto 541-20 que crea y establece el Sistema. Nacional de Medición, Reporte y Verificación de los Gases de Efecto Invernadero de la. República Dominicana (MRV), el tema no ha sido abordado por un instrumento legal específico para esos fines, pese a existir la necesidad de ello como se evidencia en los planteamientos que al respecto se han realizado en diferentes foros.

Pero al revisar el marco regulatorio nacional, se encuentra que aspectos como el uso y control de plaguicida, están contenidos varias leyes, decretos y reglamentos. Pero, quedan dudas, si estas prevén o consideran el CC, pero el manejo de esta temática se fundamenta en la Ley 311-68 sobre el “registro de plaguicidas” y sus reglamentos, Reglamento 322-1988 sobre prohibición de algunos plaguicidas y tres decretos (Decretos 217-1991, 356-1999, 819-2003), sobre prohibición de algunos plaguicidas, para el control de importación y uso de sustancia agotadoras de la capa de ozono y ley de agricultura, Ley 311-68 de fecha 24 de mayo del 1968, que regula la fabricación, elaboración, envase, almacenamiento, importación, expendio y comercio en cualquier forma de insecticidas, zoocidas, fitocidas, herbicidas y productos similares (Reglamento 322, 1988).

Pese a la existencia de numerosos decretos, relativos a varios aspectos de la temática, el uso de estos químicos está prácticamente sin control; afectan peligrosamente la SSAN del pueblo dominicano al mismo tiempo que repercute en las exportaciones de bienes producidos . Por lo que urge que las leyes, normas y reglamentos, sean revisados y sobre todo aplicados, para poder contrarrestar los impactos negativos a la población y medioambiente.

Es muy necesario considerar que el uso de estos productos afecta todos los recursos que inciden en la producción (suelo, agua, diversidad biológica e incluso al ser humano), generando una serie de procesos degradadores que incrementan los impactos del CC.

Ante esta realidad actual, urgente, trabajar en la regulación de la contaminación de suelos con metales pesados (como los que aportan los pesticidas y fertilizantes sintéticos), mediante una regulación de fertilizantes y pesticidas, pero con una visión de manejo sostenible de la problemática, en vista de que las plantas son bioacumuladoras y el cultivo en suelos contaminados se traduce en el consumo de esos metales pesados, por los consumidores de esos productos agrícolas.

Es necesario que la regulación no cargue con todo el peso al usuario de los recursos (productor), que se desarrolle de manera eficiente el pago por los servicios ambientales, que motive a los usuarios de los recursos a hacer un uso sostenible ellos, creando las normas que incentiven a quienes lo están haciendo bien.

No obstante, todo lo señalado anteriormente, se considera que la legislación de cambio climático es un hito de la política pública, pero no debe convertirse en un fin en sí mismo. La adopción de leyes sobre cambio climático ha despertado gran interés en muchos países alrededor del mundo. Sin embargo, una ley de cambio climático sólo tiene sentido si está vinculada a una política pública de estado de largo plazo. La experiencia costarricense demuestra que la legislación propuesta debe contener los instrumentos necesarios para alcanzar los objetivos de mitigación y adaptación establecidos por el país. De lo contrario, sería mejor no contar con un instrumento de esta naturaleza, pues crean instituciones sin las herramientas suficientes para cumplir los mandatos determinados en la legislación.

2. Presentar conclusiones y sugerencias para fortalecer, actualizar y/o desarrollar estrategias para enfrentar al cambio climático.

El Sub-equipo 3. -Mario Gullón, Juana de La Rosa, Margarita Betances, Ender Iñiguez, Víctor María Corniel, Rafael Paulino, Yanina Segura

Preguntas orientadoras:

- ¿Qué impactos ha tenido el cambio climático sobre la seguridad y la soberanía alimentaria?
- ¿Cuáles son las posibles mejoras a las regulaciones ambientales que favorecerían la seguridad alimentaria?

Según los planteamientos empleados, ante la caída de la producción y calidad alimentaria, se deben desarrollar variedades de cultivos más resistentes al CC; y fortalecer el conocimiento sobre cultivos autoctonos además de la adopción de prácticas y sistemas de cultivo tradicionales más resilientes. Ante la disminución de la disponibilidad de agua, se deben desarrollar planes de gestión integral en materia de recursos hídricos. Mientras que, en la intensificación de las inundaciones y corrimientos, se debe de implementar en conjunto sistemas de alerta temprana y planes de gestión del riesgo de inundaciones y desarrollo de infraestructuras.

Manejar el impacto de la variabilidad climática, en el desarrollo de los cultivos es y ha sido un reto para los sistemas de producción agrícola. La agricultura de riego ha mostrado una inclinación al uso intensivo de insumos agrícolas, lo que ha permitido un rendimiento sostenido. Ante la ocurrencia de una sequía, existen cuatro estrategias de manejo para reducir el impacto en los cultivos: 1) escapar de la

sequía cambiando la fecha de siembra, 2) establecer una tolerancia al estrés mediante la reducción de la pérdida de agua al maximizar su disponibilidad para la planta, 3) racionar el cultivo en unos períodos y con ello guardar agua para usarse en períodos críticos y 4) moderar el estrés hídrico con riegos ya sean suplementarios, deficitarios, parciales, etcétera.

Se requiere nuevos análisis a las funciones microbianas del suelo, en la producción de alimentos y manejo del suelo: hay que conocer la Red Trófica del Suelo. Un manejo agroecológico del suelo crea las condiciones que permiten su regeneración, volviendo sus características a un nivel saludable. Son condiciones que requieren de un pH cercano a la neutralidad; un nivel de espacios porosos del suelo, cercano al 50%; un nivel de materia orgánica de más de 3%; temperaturas alrededor de 20 a 30 °C, no quemar la biomasa, ni usar químicos, que eliminan poblaciones específicas de la microbiota, desequilibrando las condiciones que mantienen el suelo saludable.

Utilizar las técnicas de manejo del suelo que se adaptan, tanto a los pequeños productores, con bajos recursos financieros, como a los grandes productores, con acceso a maquinarias apropiadas para un manejo agroecológico de los sistemas de producción de alimentos.

Retomar los planes de reforestación, recuperación de cuencas hidrográficas deterioradas:

Desarrollar estrategias para productores agrícolas de montaña, con la adopción de la Adaptación basada en Ecosistemas (AbE), enseñándoles a hacer el uso de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos, como parte de una estrategia integral de adaptación ante los efectos adversos del cambio climático. Enseñándoles a hacer conservación, restauración y manejo sostenible de los ecosistemas naturales y antropogénicos para ayudar a las personas a adaptarse al cambio climático.

Promover con los productores agrícolas en secano, la agricultura de conservación (no o con poco laboreo), utilizando el barbecho para disminuir los impactos de la sequía, desarrollando la cultura de la cosecha de agua y el uso de especies más adaptadas a la sequía.

Con aquellos productores que cultivan utilizando sistemas de riego, considerando que el sector agrícola es el principal usuario de agua y consume alrededor del 70% del agua dulce disponible, se deben impulsar infraestructura para la eficiencia del riego, riego por goteo, corona con cárcavas a medialuna. Además, la agricultura bajo riego debe pagar por los servicios de agua, y dedicarlo a la investigación, reforestación y repoblación de las áreas de captación de las cuencas hidrográficas.

Implementar instrumentos regulatorios para la aplicación del marco general de la Ley 44-18 referentes a la compensación y pago por los servicios ambientales/ecosistémicos, con la finalidad de conservar, preservar, restaurar y usar sosteniblemente los ecosistemas, para garantizar los beneficios que estos prestan y lograr que los usuarios de los servicios paguen, en función del consumo.

Desarrollo de la cultura del manejo forestal sostenible, como un incentivo a la reforestación sostenible y comercial, con la aplicación de la normativa legal existente, hay que asegurar que haya garantías jurídicas para la inversión y una adecuada regulación del sector, con los incentivos correspondientes.

Fomentar la instalación de agroindustrias que permitan obtener un mayor beneficio de la producción agropecuaria, como el caso de la leche en la línea noroeste, el procesamiento de frutas en el nordeste del país, el procesamiento de vegetales en Constanza, víveres en el Cibao central, granos en el sur, entre otros.

Reorientación de la producción ganadera, utilizando modelos apropiados de explotación de ganado vacuno, porcino, entre otros e impulsar el uso de especies menores, aves y peces a nivel productivo y familiar.

Fomentar la implementación de los Seguros Agropecuarios, capitalizar la Aseguradora Agropecuaria Dominicana (AGRODOS), garantizar el cumplimiento del Ministerio de Agricultura, a través de la Dirección General de Riesgos Agropecuarios (DIGERA) y cumplir con los compromisos puntuales con las reaseguradoras, para hacer eficientes y ágiles los procesos y así poder enfrentar las pérdidas de los productores, por los fenómenos cada vez más impactantes del CC y facilitar la participación de otras instituciones financieras nacionales, en el negocio de los seguros para el sector.

Disponer de acceso a servicios de información confiable y oportunos para los productores, por parte ONAMET, INDRHI, Climared y Ministerio de Agricultura.

Crear una verdadera cartera de créditos agrícolas, con asistencia técnica de calidad y apoyo en la comercialización de los cultivos, a nivel nacional y para canalizar la exportación de los excedentes.

Invertir en las investigaciones encaminadas a desarrollar los estudios sobre adaptación de especies, impactos del cambio climático en la fenología de las plantas, variedades con tolerancia a la sequía, altas temperaturas, plagas y enfermedades. La identificación, conservación y uso de especies nativas en la agricultura, investigaciones agrometeorológicas para poder definir modelos apropiados para la producción agropecuaria.

• CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Hay muchos interesados sensibilizados sobre la crisis climática y sus eventos extremos, como sequías, incendios forestales, olas de calor, inundaciones y deslaves, que amenazan la producción de alimentos y, por ende, a la SSAN, acercándonos a posibles hambrunas generalizadas. Estas posibilidades en la Isla más poblada del Caribe, con casi 22 millones de seres humanos y siendo Haití el país más pobre de la Región, enciende las alarmas de una posible crisis alimentaria nacional y de la Isla, lo que obliga a evaluar la necesidad de activar los equipos posibles para el análisis de crisis, para crear las condiciones pertinentes en la búsqueda de estrategias de solución a la problemática.

Según la CEPAL, se podrían perder 2.5 millones de empleos en ALC, lo que afectaría particularmente a los sectores de la agricultura y la construcción. Los aumentos de precios y los déficits comerciales en la región sugieren la posibilidad de un mayor nivel de inseguridad alimentaria en la mayoría de los países. El cambio climático generará bajas en la productividad de los cultivos. Si bien la región puede tener el 40% de la biodiversidad mundial, el 50% de los bosques tropicales y ser el mayor exportador de cultivos, la adaptación del sector agrícola a los impactos climáticos será clave para su supervivencia.

La situación actual y las proyecciones futuras señalan que República Dominicana, debe asumir una serie de acciones urgentes, para poder crear las condiciones necesarias para la adaptación y la mitigación CC, como principales consecuencias del calentamiento global, acciones que deben preparar el aparato productor agroalimentario y así garantizar la SSAN, de modo que se puedan enfrentar adecuadamente los efectos del CC.

Visto el análisis anterior, y ante el objetivo establecido de realizar un “Análisis del impacto CC en las cadenas de producción, y al uso y conservación de los recursos naturales (genéticos, forestales, edáficos, y acuíferos)”.

Habiendo descrito el impacto del CC sobre los recursos naturales y en las cadenas agroalimentarias y acuícolas.

Habiendo analizado las regulaciones ambientales requeridas para contrarrestar el impacto del CC.

Presentamos las principales conclusiones y sugerencias que identificamos para fortalecer, actualizar y/o desarrollar estrategias para enfrentar al CC.

En el ámbito legal

- Necesidad de desarrollar un sistema integrado de Alerta Temprana multifactorial.
- Aprobar una ley de Cambio Climático.
- Aprobar el proyecto de Ley de Ordenamiento Territorial.
- Aprobar el código del agua, para hacer un uso regulado del recurso.
- Aplicar la regulación existente en materia de uso de suelos de vocación agrícola.
- Actualizar la regulación del uso de plaguicidas y los envases plásticos.
- Implementar las regulaciones y normativas para las actividades que afectan el medio ambiente, obligando a su cumplimiento a las instituciones públicas y privadas.
- Ser rigurosos en la aplicación de las normativas vigentes, para evitar la contaminación o degradación de cualquier recurso natural y reforzar el marco jurídico con las leyes que se consideren necesarias.

En materia de manejo de agua

- Desarrollar un programa nacional de cosecha y conservación de agua, patrocinado por el estado.
- Desarrollar tecnologías que faciliten el uso eficiente del agua, en todas las actividades productivas, sobre todo en la agricultura.
- Incentivar el manejo responsable de las aguas utilizadas en el riego y que están contaminadas, con insumos agrícolas.
- Promover con los productores el uso responsable y adecuado del agua que necesita realmente el cultivo.
- Regular el uso de las aguas subterráneas, como reservas de agua disponible para el futuro.

En materia de educación al ciudadano

- Se debe invertir en la divulgación de los trabajos de investigación realizados.

- Implementación de un programa de agricultura urbana y periurbana, como forma de contribuir a contrarrestar el CC y mejorar la seguridad alimentaria.
- Retomar los planes de educación ambiental, por todos los medios de comunicación.

En materia de promoción de la generación de procesos eficientes

- Incentivar a los productores, pero sobre la base del logro de los incrementos de los rendimientos, no sobre la base de la producción simple.
- Organizar la producción local para reducir la dependencia de los insumos que deben ser importados.
- Generar procesos que permitan agregar valor a la producción nacional.
- Zonificación y planificación de la producción agropecuaria.
- Reactivar la producción de rubros como maíz y de sorgo en el país, para aprovechamiento del grano en alimentación humana y animal y del forraje para alimentación animal.

En materia de generación del desarrollo de materiales de calidad para la producción

- Reactivar los programas de producción de semillas de las diferentes especies y establecer los bancos de germoplasma en el país, para garantizar la disponibilidad de materiales genéticos de calidad para la producción.
- Aprovechar al máximo las infraestructuras instaladas, como el laboratorio de tejidos (BIOVEGA) que pueden contribuir con la producción de plántulas por tejidos.
- A través de los organismos de investigación y el Ministerio de Agricultura, se deben generar los materiales de siembra, con alta calidad genética, que puedan adaptarse al CC y garantizar la productividad, con una demanda baja de agua y nutrientes.

En materia del reconocimiento de la realidad IN SITU

- Poner al ser humano en el centro del enfoque del desarrollo sostenible, para que sea efectivo.
- Reconocer la condición de insularidad de la República Dominicana y los riesgos que corre por ese concepto.
- Ante la escasa disponibilidad de recursos, la adaptación debe ser prioritaria en la región, con estrategias locales y focalizadas que cuenten con la participación de los diferentes actores: gobierno, sector privado, universidades, comunidad internacional, ONGs y la sociedad civil.

BIBLIOGRAFÍA

- Altieri, M. (2020) Bases agroecológicas, Masterclass. La Casa Encendida. <https://www.youtube.com/watch?v=mL1T3fFl9-Q&t=672s>(Capturado el 11 de septiembre, 2022).
- CDKN (Climate and Development Knowledge Network) (2014) The IPCC's Fifth Assessment Report: What's in it for Latin America? Climate & Development Knowledge Network, Londres. Recuperado en: <https://cdkn.org/wp-content/uploads/2014/11/IPCCAR5-Whats-in-it-for-Latin-America.pdf>
- Debaeke, P., Aboudrare, A. (2004) Adaptation of crop management to water-limited environments. *European Journal of Agronomy* 21:433–446.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, República Dominicana). (2018) Modelo Ganadero para zonas secas de la República Dominicana. Santo Domingo, República Dominicana. 32 p. <http://www.fao.org/3/i9125es/I9125ES.pdf>
- Flachsbarth I, Willaarts B, Xie H, Pitois G, Mueller ND, Ringler C, et al. (2015) El papel de los recursos de tierra y agua de América Latina para la seguridad alimentaria mundial: compensaciones ambientales de vías futuras de producción de alimentos. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0116733>.
- Guatusmal-Gelpud, C. (2021). Especies arbóreas con potencial para la adaptación al cambio climático en sistemas silvopastoriles, Santiago Rodríguez, República Dominicana. Tesis de Magister Scientiae en Agroforestería y Agricultura Sostenible. CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza), Costa Rica. Asesores: Detlefsen, G., Núñez-Ramos, P.A., Imbach, A. 33 p.
- Martín-Murillo, L., Alejo-Rivera, J., Castizo-Robles, R. (2018) Cambio climático y desarrollo sostenible en Iberoamérica 2018: Informe La Rábida, Huelva.
- Moore-Kucera, J. (2018) Latest Insights on Soil Biology as Influenced by Soil Management (Últimos descubrimientos sobre la biología del suelo, según es influenciada por el manejo del suelo). SARE Outreach. USA. <https://www.youtube.com/watch?v=rfoVBertCII&t=5s>
- Ojeda, W., Sifuentes, E., Rojano, A., Íñiguez, M. (2012) Adaptación de la agricultura de riego ante el cambio climático. Adaptación al cambio climático: efectos del cambio climático en los recursos hídricos de México, 4.
- Rosegrant MW, Paisner MS, Meijer S, Witcover J (2001) Global Food Projections to 2020. Emerging trends and alternative futures. Washington D.C.: IFPRI, 197 p.
- Solomon, S., Plattner, G., Knutti, R., Friedlingstein, P. (2009) Irreversible climate change due to carbon dioxide emissions. *Proc Natl Acad Sci USA*. 106(6):1704–1709.
- University of Notre Dame (2017). ND-GAIN Country Index (2016) <https://gain.nd.edu/our-work/country-index/>

Viguera, B., Martínez-Rodríguez, M.R., Donatti, C., Harvey, C.A., Alpízar, F. (2017) Impactos del cambio climático en la agricultura de Centroamérica, estrategias de mitigación y adaptación. Materiales de fortalecimiento de capacidades técnicas del proyecto CASCADA (Conservación Internacional-CATIE). 47 p. https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/9476/Impactos_del_cambio_climatico_modulo2.pdf?sequence=1

<https://www.cepal.org/es/publicaciones/44395-panorama-social-america-latina2018>

<https://library.fes.de/pdf-files/bueros/fescaribe/14839.pdf>

<https://www.fao.org/soils-portal/soil-management/secuestro-de-carbono-en-el-suelo/es/>

<https://www.fao.org/soils-2015/news/news-detail/es/c/277721/>

Citar:

Gullón, Mario, Cesar López, Graviel Peña, Gilberto Gómez, Gregorio García Lagombra, Eriberto Joel Tejada, Adrián Eduardo Rosario Mercedes, Glenny López Rodríguez, Pedro Antonio Núñez, Rosangel Matos, Alfredo Dalmau, Ofelia Castro, Juana de La Rosa, Margarita Betances, Ender Iñiguez, Víctor María Corniel, Rafael Paulino, y Yanina Segura (2024) CAPÍTULO VI Análisis del Impacto del Cambio Climático en las Cadenas de Producción, y el Uso y Conservación de los Recursos Naturales (Genéticos, Forestales, Edáficos, y Acuíferos). Pp 132-145. En: Carlos M. Rodríguez Peña, Francisco Roberto Arias Milla y Modesto Reyes (editores) Seminario Actualidad y Futuro para Lograr la Soberanía y Seguridad Alimentaria y Nutricional en la República Dominicana: Generación y Transferencia de Conocimientos y Tecnología. MESCYT 258 pp

CAPÍTULO VII

MESA 4

ORGANIZACIÓN INSTITUCIONAL Y CAPACIDAD DEL SISTEMA NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS Y FORESTALES-SINIAF

Ángel Pimentel¹, Víctor Espaillat², Eladio Arnaud Santana¹, Ramón Arbona¹, Julio Morrobel¹, César Amado Martínez¹, Felipe Goya³, Andreis García⁴, Juan Sánchez⁵, Manuel Cebra⁶

¹Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF), ²Universidad Nacional Evangélica (UNEV), ³Banco Mundial (BM), ⁴Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MMARN), ⁵DECA-MINAG, ⁶Programa SUPÉRATE

INTRODUCCIÓN

El desafío de la seguridad alimentaria es cada día mayor. Las proyecciones al 2030 indican que 670 millones de personas en el planeta estarán expuestas a una severa inseguridad alimentaria. En ese mismo orden, la crisis global alimentaria ha incrementado la cantidad de restricciones impuestas por los países a la exportación de alimentos, para asegurar la demanda interna. La inflación en los precios de los alimentos ha sido constante en el mundo. En el caso de República Dominicana la variación de precios en los últimos doce meses, a mayo del 2022, es del orden del 13.1%.

Según la FAO (2014), el 81% de las explotaciones agrícolas de República Dominicana son unidades familiares. Los conflictos internacionales, el aumento de los precios de los fertilizantes, combustibles, costos del transporte y las amenazas de pandemias futuras condicionan los países a evaluar alternativas locales para el fortalecimiento de los recursos naturales y los sistemas agroalimentarios, en procura de garantizar su soberanía alimentaria.

Por estas razones, y la amenaza latente de todos estos determinantes, República Dominicana está dando gran preponderancia a estos importantes temas. Una iniciativa es la implementación de este seminario sobre soberanía y seguridad alimentaria y nutricional, donde se abordaron varios tópicos de interés. Uno de esos temas, responsabilidad Mesa 4, que tratara el papel de las organizaciones públicas y privadas responsables de la definición de políticas y de la generación, transferencia de tecnologías para el sector agroalimentario y forestal de República Dominicana.

1. Objetivos

Generales

Contribuir al fortalecimiento del “Sistema Nacional de Investigaciones Agropecuarias y Forestales-SINIAF” y proponer estrategias de investigación y extensión, para aumentar SSAN.

Específicos.

Analizar la situación de la organización pública y privada, incluyendo a las Instituciones de Educación Superior (IES) del sector agroalimentario y forestal.

Realizar un análisis situacional del “Sistema Nacional de Investigaciones Agropecuarias y Forestales-(SINIAF)”, los roles institucionales y sus logros.

Analizar la propuesta de las IES (sobre el Sistema Universitario de Integración Científica-Tecnológica Agroalimentaria y Forestal-SUICTAF) para su integración y su adhesión al SINIAF.

Proponer las agendas de trabajo de emergencia, para responder a los impactos pandémicos y climáticos.

Presentar conclusiones y sugerencias para fortalecer, actualizar y/o desarrollar las políticas y estrategias de SINIAF.

Resultados por temas y subtemas

1. Análisis de la situación y de la organización pública y privada (incluye IES) del sector agroalimentario y forestal

Sobre las instituciones del sector y las agendas de investigación

El país cuenta con una serie de instituciones que tienen un rol y una misión bien pensada, donde han participado para su constitución organismos nacionales e internacionales. Si se evalúan sus estatutos, misiones, valores, objetivos institucionales e, inclusive, los planes estratégicos, lucen muy bien pensados y estructurados. El desafío está en la ejecución real y efectiva de esa misión, planes y proyectos.

En resumen, se lograrán avances más oportunos cuando las instituciones se apeguen estrictamente a sus objetivos, facilitando de esta manera la vinculación y las capacidades de recursos humanos, necesarios para la definición y ejecución de políticas y planes y desarrollar agendas concertadas de generación y transferencia de tecnología agroalimentaria, forestal y acuícola.

Realmente, ha resultado un poco compleja la investigación científica colectiva entre las entidades públicas que tienen responsabilidad de la generación del conocimiento y desarrollo de tecnologías aplicadas, en los sectores agroalimentario, acuicola y forestal. La falta de una política y una agenda de investigación, clara y consensuada, y la falta de mecanismos efectivos de vinculación de las instituciones que conforman el SINIAF, impide un funcionamiento adecuado del mismo. Esto resulta, con frecuencia, en que las instituciones que lo integran, incluyendo las IES, establezcan sus propias prioridades de investigación. A pesar de esto, ocasionalmente las IES ofrecen al país aportes significativos para la solución de problemas identificados en la producción agroalimentaria, acuicola y forestal.

El sector oficial, con las debilidades que pueda tener, continúa buscando respuestas a las demandas que se presentan de parte de los productores, en los diferentes frentes de producción. No obstante, el IDIAF se vincula con otras instancias para generar tecnología mediante la firma de acuerdos de cooperación estratégica con algunas instituciones privadas y públicas, entre ellas Universidad ISA (UNISA), Universidad Tecnológica del Sur (UTESUR), Universidad Autónoma de Santo Domingo (UASD), Consejo Dominicano de Pesca y acuicultura (CODOPESCA). También mantiene vinculación con asociaciones de productores: Asociación APAPE, Cooperativa de Servicios Múltiples de Productores de Yuca de La Vega (COOPEYUCA), entre otras. Además, el IDIAF dispone en cada

centro regional, de un Comité Consultivo, representado por los sectores productivos agroalimentarios y forestales.

No hay duda de que la organización actual de las instancias sectoriales públicas y privadas, no está optimizada, como debería (casos del Consejo Nacional de Investigaciones Agropecuarias y Forestales-CONIAF, MINAG, y algunas instituciones de educación superior (IES)). Sin embargo, sí se observa la implementación de proyectos que se ejecutan por algunas de ellas y se observa que se está trabajando y mejorando algunos aspectos. Ejemplo de esto es el financiamiento de apoyo económico que aporta el Ministerio de Educación Superior, Ciencia y Tecnología (MESCYT), a través de FONDOCYT, a instituciones como la Universidad Autónoma de Santo Domingo (UASD), Universidad Instituto Superior de Agricultura (UNISA), Universidad Nacional Evangélica (UNEV) y el Instituto de Investigaciones Agropecuaria y Forestal (IDIAF), entre otras. Es evidente que se requiere de una agenda sectorial priorizada y concensuada.

Sobre el Sistema de Investigación y Transferencia de Tecnología

No existe una política y agenda definida de investigación agroalimentaria y forestal. Esto obliga a las instituciones que realizan investigación, a seguir los lineamientos del momento de los ministerios vinculantes que, a menudo, cambian con los ministros. El Consejo Nacional de Agricultura (CNA), que debería aprobar las políticas públicas de desarrollo del sector agroalimentario, no opera eficazmente. El Consejo Nacional de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (CONIAF) tiene el mandato, Ley 251-12, de “Establecer las políticas públicas de investigaciones agropecuarias y forestales acorde con las políticas de desarrollo del país.” Sin embargo, esto no ha ocurrido así, debido a que las instituciones no están apegadas a sus objetivos misionales.

El SINIAF, CONIAF, IDIAF, MINAG y el MESCYT, las cinco entidades gubernamentales encargadas de que las políticas públicas de investigación agroalimentaria y forestal se conviertan en innovaciones.

Asignar la responsabilidad de ejecutar las políticas y agendas públicas de investigación, a una institución autónoma, descentralizada y vinculada al Ministerio de Agricultura (como el IDIAF), es correcta y es el esquema que se aplica en la mayoría de los países de América Latina y el Caribe. Esto hay que hacerlo entender a los tomadores de decisiones, a raíz de los intentos de algunos legisladores de proponer eliminar algunas instituciones públicas calificadas como ‘afuncionales’. Volver el IDIAF como departamento del MINAG sería un error. Desafortunadamente, durante muchos años el Ministerio de Agricultura no ha dado todo el apoyo al SINIAF, CONIAF e IDIAF.

En 2012 el Estado dominicano definió la Estrategia Nacional de Desarrollo 2030 (END), mediante la Ley 1-12. A pesar de que en los 10 años que tiene dicha estrategia se ha avanzado en la consecución de las metas definidas, aún quedan muchas por alcanzar. Así, según el Ministerio de Economía, Planificación y Desarrollo (MEPyD), en 2022 de todos los indicadores que contempla la END, 17 (18.3 %) lograron un avance promisorio o ya han alcanzado la meta establecida al 2020; 16 (17.2 %) muestran un progreso moderado; 14 (15.1 %) se encuentran estancados; 26 (18.3 %) presentan retroceso respecto a su línea base; 26 (28.0 %) se encuentran pendientes de información actualizada, y 2 (2.1 %) tienen una nueva metodología. En el caso particular del indicador “Número de patentes registradas al año”, cuya línea base es 1.3 (promedio 2006-2008), al 2020 este había avanzado 23 % con relación a la línea base.

Aunque en cierta manera el Fondo Nacional de Innovación y Desarrollo Científico y Tecnológico (FONDOCYT) ha contribuido con el financiamiento de investigaciones en el sector agroalimentario y forestal, hay que reconocer que FONDOCYT es un fondo de carácter general, que procura dar respuesta a necesidades puntuales de diferentes áreas del conocimiento.

Es necesario lograr el fortalecimiento de las instituciones de investigación y extensión, con la creación de capacidades para el desarrollo de sus actividades de generación y transferencia de tecnologías agroalimentarias, acuícolas y forestales.

Debe definirse un presupuesto apropiado, para garantizar la ejecución de las actividades identificadas y poder dar respuestas a la demanda del sector productivo, para identificar estas acciones. Es necesario hacer un diagnóstico que incluya, entre otras cosas, las demandas tecnológicas reales a corto y largo plazo, el recurso humano requerido, las competencias de conocimiento de ese recurso humano y el apoyo logístico necesario para ejecutar las acciones planificadas, etc.

Sobre el servicio de extensión

En los últimos 35 años, los servicios de extensión agropecuaria oficiales de República Dominicana han funcionado sin una metodología y organización administrativa definida. Se pasó de un sistema centralizado, que utiliza la metodología conocida como capacitación y visitas, a un descontrol en la operación de los técnicos del Ministerio de Agricultura, que no se ha podido superar.

Durante ese tiempo, los más de mil quinientos extensionistas del Ministerio de Agricultura, destinados a trabajar directamente con los agricultores y sus familias en las zonas rurales, han venido dando un servicio limitado. Su trabajo se ha inclinado más a la entrega de servicios de apoyo a la producción, tales como preparación de tierra, recolección de informaciones estadísticas o distribución de semillas y agroquímicos. En cambio, se ha hecho muy poco sobre el uso de los métodos y técnicas de extensión (transferencia), como son parcelas demostrativas y de validación; cursos, talleres, y participación en investigación en fincas.

También en el MINAG se han ido creando servicios de extensión para atender áreas temáticas. Incluso, varios de sus programas o departamentos se han convertido en instituciones autónomas, con su propio servicio de extensión.

Por esta situación, las labores de asistencia técnica y transferencia tecnológica han cobrado impulso en otras instancias y modalidades de servicio, entre las que se encuentran:

- Contratación por los productores.
- Empresas importadoras y comercializadoras de productos para la agricultura.
- Organizaciones no gubernamentales o sin fines de lucro.
- Agroindustrias y compañías exportadoras de productos agropecuarios.
- Profesionales independientes.

Según datos del MINAG, hay cerca de 260,000 productores agroalimentarios, de los cuales se pretende atender unos 70,000 a través del servicio de extensión oficial. No obstante, a mediados del año 2021 se estimó atender 39,200 productores, 56% de la población propuesta.

Los servicios de extensión y transferencia tecnológica, que se ofrecen en la actualidad están disgregados, dispersos y con poco contacto con los investigadores. La existencia de un sistema estatal de extensión y capacitación agroalimentaria, acuícola y forestal deficiente, ha provocado que cada instancia oficial vinculada a la producción agroalimentario, acuícola y forestal nacional esté utilizando metodologías y estrategias diferentes, que necesariamente no responden a una estrategia de desarrollo agropecuario y forestal eficaz. Esto ha permitido que el “sector privado haya implementado sus propias metodologías para promover sus productos; no necesariamente hacer una transferencia de conocimientos que orienten a la sostenibilidad de la producción”. Muchas ONG, procurando llenar el vacío existente, operan con la ayuda de fondos internacionales en comunidades empobrecidas, pero cuando termina el proyecto termina la acción.

La Reorganización del Servicio de Extensión. - El MINAG asumió, en 2018, el compromiso de iniciar el fortalecimiento y la reorganización del Servicio de Extensión e Innovación Agropecuaria (SEIA). El objetivo es hacer más competitivo al productor nacional a través del aumento de la producción y sus ingresos y mejorar las condiciones de vida de estos y sus familias. Para lograrlo, se brindarán servicios de asistencia técnica permanente y de buena calidad a los agricultores, a través de 28 oficinas habilitadas y equipadas para esos fines.

El Servicio funciona en base a la reestructuración del Departamento de Extensión y Capacitación del Viceministerio de Extensión y Capacitación del Ministerio Agricultura. En este sentido, conforma una Dirección en la sede central y 40 Unidades Territoriales que asumen cinco funciones principales.

2. Análisis situacional del “Sistema Nacional de Investigaciones Agropecuarias y Forestales-SINIAF”, los roles institucionales y sus logros.

La Ley 251-12 crea el Sistema Nacional de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (SINIAF), como un mecanismo que integra a las instituciones y organizaciones públicas y privadas que realizan actividades de investigación o transferencia de tecnologías en el sector agropecuario y forestal. Este está conformado CONIAF, IDIAF, y las instituciones públicas o privadas, que realizan acciones de investigación o transferencia de tecnologías en el sector agroalimentario, acuícola y forestal.

El CONIAF “*es el ente cohesionador y articulador, y de mayor jerarquía del SINIAF*” y, como tal, “*debe establecer las políticas y agendas públicas de investigaciones agroalimentarias, acuícolas y forestales, acorde con las políticas de desarrollo del país,*” y necesidades de los productores, las cuales se deben actualizar periódicamente, para adaptarlas a las prioridades nacionales.

Conforme a dicha Ley, existe un ‘arreglo institucional’ para la generación y transferencia de tecnologías y conocimientos en el sector agroalimentario, acuícola y forestal, que puedan contribuir a la consecución y mantenimiento de la SSAN. Sin embargo, aunque la Ley indica cómo está conformado el SINIAF, aún hace falta el reglamento correspondiente para activarlo y hacerlo más efectivo; pues, con excepción del CONIAF y el IDIAF, que tienen atribuciones bien definidas en la Ley, no está claro cómo las demás instituciones y organizaciones operarán dentro del SINIAF.

En sus inicios, tanto el CONIAF como el IDIAF, desempeñaron bien las responsabilidades para las cuales fueron creadas. Los mejores ejemplos son, el establecimiento de las infraestructuras construidas, remodeladas y/o adquiridas en sus 22 años de existencia. Ambas instituciones se han encargado de agrupar a muchos de los profesionales con alto nivel académico en las áreas del saber agroalimentario del país. Incluso, son las fuentes donde muchas de las academias que desean impartir

carreras afines al sector, van a buscar profesionales competentes. Esto ha provocado problemas dentro de estas instituciones; particularmente en el IDIAF, que a menudo se ve obligado a ceder el tiempo de sus servidores contratados. El trabajo de los investigadores a tiempo completo en el IDIAF se ha visto sensiblemente afectado por su inclusión en la docencia y actividades de investigación, más allá de lo que permite la Ley 41-08 de Administración Pública. Esto está afectando el desempeño institucional del IDIAF y, en algunos casos, de las carreras de las IES involucradas.

Sin lugar a duda, el SINIAF no ha estado operando. Sin embargo, aunque de manera ralentizada, se ha mantenido, gracias al apoyo de instituciones como el MESCYT, MEPyD e instituciones y proyectos internacionales como Fondo Regional de Tecnologías Agropecuarias (FONTAGRO), **I International Trade Centre** (ITC), PEERS, entre otras. El paquete de nuevas variedades de arroz, maíz, habichuela, ajo y yuca, el establecimiento de laboratorios y el desarrollo de conocimientos y distintas tecnologías, son sólo ejemplos de que, a pesar de las debilidades, el sistema ha seguido caminando.

De acuerdo con la Ley 251-12, una de las atribuciones del CONIAF, es *financiar proyectos de generación, validación, transferencia y adopción de tecnologías agroalimentarias y forestales*. Esto se hace a través del Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (FONIAF), que también se crea mediante la Ley 251-12, *como un mecanismo de financiamiento de investigaciones realizadas por las instituciones que conforman el SINIAF*. Los recursos del FONIAF provienen del Presupuesto Nacional y son administrados por el CONIAF. Sin embargo, desde el año 2013 esta institución no ha realizado otra convocatoria para financiar proyectos en su ámbito de acción.

De hecho, la última convocatoria efectiva realizada por el CONIAF fue en 2012, pues la de 2013 solo llegó hasta la recepción de las propuestas. Es decir, no hubo financiamiento de proyectos en la convocatoria 2013; se entiende que, por falta de recursos en el FONIAF, ya que este fondo se nutre principalmente del Presupuesto Nacional y, teóricamente, es agotable cada año (según la Ley). Como puede observarse en la Tabla 1, el presupuesto del CONIAF se redujo más de la mitad de 2001 a 2005; y a partir de ahí comenzó a incrementar, pero sin alcanzar el nivel de 2001. En efecto, en términos nominales, el presupuesto del CONIAF para el 2022 es 30% menor que en 2001.

Tabla 1
Comportamiento del presupuesto del CONIAF entre 2001 y 2022.

Años	Total (RD\$)	Variación entre períodos (%)	Variación entre 2001 y 2022 (%)
2001	105,462,890	--	-30.9
2005	46,247,490	-56.1	
2011	50,538,172	9.3	
2016	55,905,842	10.6	
2020	68,021,984	21.7	
2022	72,826,675	7.1	
Fuente: DIGEPRES (Valores nominales)			

Según la Ley 251-12, el IDIAF se crea con la finalidad de implementar las políticas públicas de investigación científica y tecnológica en las áreas agrícola, acuícola, pecuaria (zootécnica) y forestal,

a través del desarrollo de nuevas tecnologías y de conocimientos básicos, que permitan impulsar el desarrollo del Sector y mejorar la calidad de vida de la población. Para cumplir con esta finalidad, el IDIAF, como fuente principal de financiamiento, recibe asignaciones del Presupuesto Nacional, las cuales son consignadas en el presupuesto del Ministerio de Agricultura, establecido en la Ley del Presupuesto General del Estado de cada año. Desde su creación, el IDIAF ha recibido las asignaciones presupuestarias correspondientes. Sin embargo, a través de los años, su participación en el Presupuesto General del Estado es cada vez menor. En otras palabras, el IDIAF ha ido perdiendo importancia relativa en el presupuesto del Estado. En 2001 (primer año en el que se asignó recursos al IDIAF en el presupuesto; entonces IDIA), su presupuesto fue igual al 0.27% del Presupuesto General del Estado; pero esta proporción fue bajando hasta llegar a 0.03% en el 2022 (Tabla 2). Si el análisis se realiza en base al Producto Interno Bruto Agroalimentario (PIBA), se mantiene la misma tendencia: en el 2001 el presupuesto asignado por el Estado al IDIAF era equivalente al 0.59 % del PIBA; en cambio, en 2020 este representa apenas el 0.13 % del PIBA (Tabla 3).

Situación similar sucede con el Ministerio de Agricultura (MINAG), que gestiona el servicio de extensión y transferencia de tecnologías al sector productivo agroalimentario. Según los datos de la Tabla 2, la importancia relativa del MINAG en el Presupuesto del Estado desde 2001 también ha venido disminuyendo. En 2001 el presupuesto del MINAG representaba 5.94% del Presupuesto Nacional y en el 2022 sólo llega al 1.29% del Presupuesto Nacional. Asimismo, en el 2001 el presupuesto del MINAG equivalía al 12.9% del PIBA y en el 2020 4.9% (Tabla 3). En estas circunstancias, la asistencia técnica y transferencia de tecnologías al sector agroalimentario se ven comprometidas.

Tabla 2
Participación del presupuesto del Ministerio de Agricultura e IDIAF en el Presupuesto de la Nación.

Año	Presupuestos (RD\$)			Presupuesto MINAG-IDIAF/NACIÓN	
	TOTAL NACIÓN	MINAG	IDIAF	MINAG	IDIAF
2001	65,176,719,684	3,870,676,857	175,036,015	5.94%	0.27%
2005	201,406,943,276	6,933,237,461	198,321,404	3.44%	0.10%
2010	378,997,503,959	8,100,564,012	264,922,325	2.14%	0.07%
2015	529,316,065,590	8,085,191,235	238,121,000	1.53%	0.04%
2020	997,119,172,943	13,185,367,268	343,954,457	1.32%	0.03%
2022	1,214,606,007,369	15702169538	346,967,148	1.29%	0.03%
Fuente: DIGEPRES (Valores nominales)					

Tabla 3
Asignaciones presupuestarias al Ministerio de Agricultura e IDIAF en relación con el Producto Interno Bruto Agropecuario (PIBA).

Año	PIB Agropecuario (RD\$) *	Presupuesto (RD\$) **		Presupuesto/PIBA	
		MINAG	IDIAF	MINAG	IDIAF
2001	29,901,731,203	3,870,676,857	175,036,015	12.9%	0.59%
2005	78,137,352,343	6,933,237,461	198,321,404	8.9%	0.25%
2010	120,131,605,494	8,100,564,012	264,922,325	6.7%	0.22%
2015	175,820,436,839	8,085,191,235	238,121,000	4.6%	0.14%
2020	269,247,953,831	13,185,367,268	343,954,457	4.9%	0.13%
Fuentes: *Banco Central (PIB a precios corrientes) **DIGEPRES.					

Esto demuestra que el financiamiento de la investigación en el IDIAF sigue siendo insuficiente y lejos del 1% recomendado por Naciones Unidas, calculado como % del PIBA. Además, el financiamiento que se hace a la investigación es atomizado y disperso y no ha generado el impacto esperado, por la amplitud de temas de investigación. Así mismo, el financiamiento de la investigación no se ha podido diversificar. Por ejemplo, los sectores productivos no participan del financiamiento de la I+D+i. La principal fuente de financiamiento es el Estado Dominicano.

Un elemento preocupante es que el sector privado no se ha integrado al Sistema. Actualmente se está trabajando sobre la elaboración del Reglamento de la Ley 251-12, que crea el Sistema, y se espera que, a partir de la aprobación de este, el SINIAF empiece a funcionar como fue concebido. Mientras tanto, el CONIAF y el IDIAF siguen articulando trabajos y accionar dentro de sus posibilidades de desempeño.

El principal problema que enfrenta la investigación falta de pertinencia de lo que se hace y, por otro lado, a la poca transferencia y adopción de las tecnologías que se generan o validan. Los resultados de investigación no son adoptados en un nivel considerable por parte del usuario del conocimiento o la tecnología. Las instituciones de investigación, transferencia de tecnologías y extensión existen, pero, sin embargo, la adopción, que es donde deben llegar los productos tecnológicos para producir innovación, es baja. Quizás por las mismas debilidades del sistema agroalimentario nacional, no se ha podido realizar y no se ha sido muy efectivo en la transferencia de los conocimientos y tecnologías desarrolladas.

Otro aspecto preocupante para considerar es la falta o poco relevo generacional de los investigadores del IDIAF, que son los llamados a mantener el Instituto operando, para continuar cumpliendo su misión. En consecuencia, la edad promedio de los investigadores es cada vez mayor. Para ilustrar este hecho se presentan los datos correspondientes a una muestra de 42 investigadores (Centro Norte), que representan aproximadamente el 30% de la plantilla de investigadores del Instituto. La edad promedio de este grupo de investigadores es **57.8 años**. Un análisis más detallado (Figura VII-1) permite observar que apenas el 9.5% de los investigadores de este centro tiene menos de 40 años ('jóvenes'). En cambio, 43% están próximos (13) o sobrepasan (5) la edad de retiro.

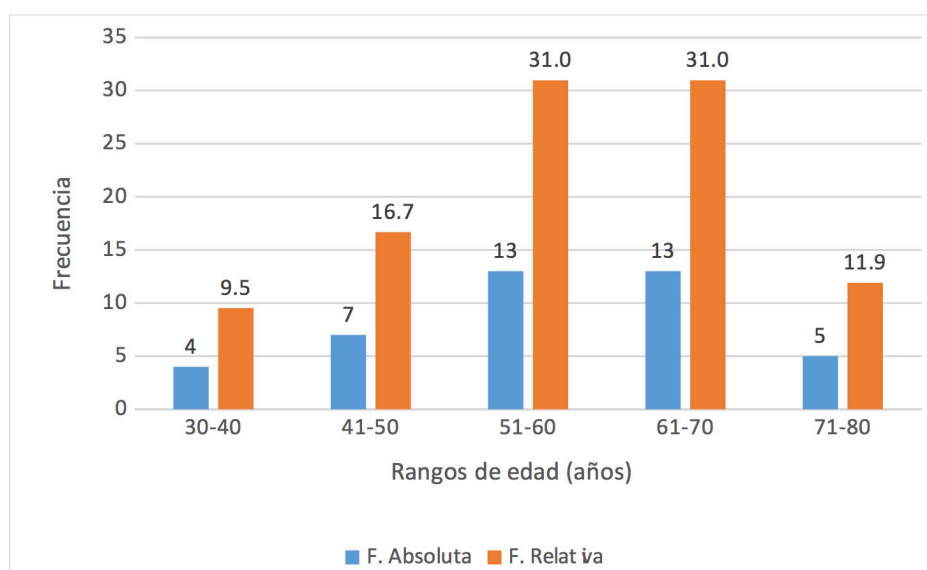


Figura VIII.1. Investigadores del Centro Norte del IDIAF, según rangos de edad. Fuente: Elaboración de Julio Morrobel en base a una muestra

Otra de las deficiencias del SINIAF es que algunas de las instituciones integrantes no cumplen con su rol (a veces por imposición). El CONIAF es un ejemplo, dado que no ha recibido el apoyo necesario. El rol del CONIAF ha sido desarticulado del Sistema, en términos del financiamiento de la investigación y la transferencia de tecnologías (FONIAF). Otro asunto es que la Junta Directiva del IDIAF es inoperante. Esto obliga a la Dirección Ejecutiva a actuar discrecionalmente y en función de lo que establezca el ministro de Agricultura, o correr el riesgo de no recibir el apoyo necesario.

Los resultados de un estudio realizado por el Servicio Internacional para la Investigación Agrícola Nacional (ISNAR, 2002) sugieren que la agenda de investigación del IDIAF es demasiado amplia y dispersa, y el tamaño de la institución (personal y estaciones experimentales) muy grande, situación que persiste hoy en día. El problema de la amplitud de la agenda puede serlo también en otras instituciones de investigación e IES.

Otros aspectos importantes sobre la situación del SINIAF y que merecen atención son los siguientes:

- Debido a la falta de recursos propios para investigación, las instituciones de CyT no tienen muchas oportunidades de trabajar sobre sus propias prioridades, sino sobre aquellas de los donantes.
- Muchas tecnologías desarrolladas durante los últimos 22 años han sido transferidas y adoptadas exitosamente, con impacto significativo en las cadenas productivas. En cambio, existen muchas otras, también disponibles, que no han sido transferidas ni adoptadas. El desafío es lograr que esa tecnología llegue a transformar los sectores productivos de la nación.
- La vinculación con los sectores productivos sigue siendo débil, lo que afecta la identificación de la agenda de investigación (que sigue dominada por la visión del investigador) y los procesos de adopción.

- Hay una relativamente buena, pero mejorable, vinculación científica con instituciones internacionales, lo que facilita la consecución de proyectos de I+D+i. Por ejemplo, en la actualidad, el IDIAF ejecuta 6 proyectos de investigación con financiamiento internacional (3 por FONTAGRO y 3 por el Centro KOPIA del Gobierno de Corea del Sur).
- Como soporte, el IDIAF tiene en cada uno de sus cuatro centros regionales de investigación, un comité consultivo que lo constituye una representación de cada uno de los sectores productivos de esos lugares. Estos comités, se reúnen periódicamente y traen a la Institución las problemáticas de producción identificadas, para que el IDIAF le busque respuesta. Una vez identificadas los conocimientos y las tecnologías, ese mismo comité, junto al IDIAF, se encarga de organizar actividades participativas con los productores y los técnicos del Ministerio de Agricultura, para hacerles llegar conocimientos y tecnologías.
- No hay una política de gestión de la propiedad intelectual.
- Todavía en el SINIAF el número de investigadores con nivel académico de doctor sigue siendo bajo. Estos son necesarios para formar la masa crítica que lidere la gestión del conocimiento en temas estratégicos.
- No existe una política adecuada definida para la contratación, formación, remuneración y retención de investigadores. Tampoco para gestionar un relevo adecuado del personal y un aprovechamiento máximo de los que se retiran. No se aplica una política salarial al personal del IDIAF y las remuneraciones a los investigadores siguen siendo insuficientes.
- Los estudios de impacto de adopción no son suficientes, si acaso se hacen.
- Todavía la coordinación interinstitucional en el SINIAF sigue siendo inexistente, principalmente para ejecutar un determinado proyecto. No se constituyen consorcios de investigación permanentes en temas estratégicos para el país, sino temporales y muy puntuales para ejecutar un proyecto. Esto, si bien no está mal en sí mismo, contribuye con la atomización y la falta de impacto.
- Los temas de la gestión del conocimiento, de la calidad y ambiental siguen siendo insuficientes en la gestión institucional del IDIAF.
- No hay suficiente vinculación entre la investigación y el sistema de extensión público.
- En muchas regiones y dominios de recomendación la extensión y la adopción están dominadas por las empresas privadas de agroquímicos.
- Existe una gran masa de investigadores bien calificados en sus disciplinas, lo cual es una fortaleza.
- Hay una buena capacidad (aunque mejorable) de formulación de propuestas competitivas de investigación para fondos locales, aunque no lo parece así para fondos internacionales.
- Las instituciones de investigación poseen estaciones y campos experimentales en toda la geografía nacional.
- La percepción pública sobre la investigación, y sobre el IDIAF en particular, todavía no es la adecuada.

- Los mecanismos de administración financiera centralizada impuesta en la administración pública no se ajustan a la gestión de instituciones de CyT que trabajan con procesos biofísicos naturales. Esto ha afectado mucho el desarrollo de los proyectos de investigación.
- El IDIAF cuenta con una cantidad impresionante de normativas (reglamentos, protocolos, etc.) para la gestión del conocimiento, pero no todas se están aplicando. Bastaría con revisarlas, adecuarlas, actualizarlas y ponerlas en operación.
- No se generan patentes y todavía son pocas las publicaciones científicas en revistas internacionales indexadas y arbitradas.

Sobre los sistemas de transferencia tecnológica

El enfoque participativo de desarrollo tecnológico es el más difundido en la región. Busca integrar la transferencia y la extensión con la investigación, otorgando a los agricultores un papel activo en materia de diagnósticos, ensayos y difusión de resultados. Los sistemas de innovación agroalimentaria, con frecuencia, se observan sumamente desarticulados.

El estudio *‘Estrategias de reformas institucionales en inversiones para los sistemas de extensión y transferencia de tecnología en América Central y República Dominicana’* identificó oportunidades de mejora en los sistemas de extensión de la región. Enfatiza en la consideración de la familia, como unidad de políticas públicas y uso de las TIC.

Después de la pandemia, el “Departamento de Extensión y Capacitación Agropecuaria (DECA)” trabaja en el establecimiento de mecanismos de planificación, seguimiento, supervisión y evaluación del Servicio de Extensión Agroalimentaria. Durante el proceso de implementación del Servicio, se está creando las condiciones para la innovación a nivel de las instituciones y de las personas, para que los servicios de asesoría tengan la capacidad de promover las transformaciones y la creación de valor en los distintos niveles del accionar productivo, económico y social en los territorios con los cuales se trabaja.

En tal sentido, se hace necesario que las instituciones que realizan investigación (IDIAF, IES, ONG, fundaciones, etc.) planifiquen de manera participativa los estudios a realizar, que permitan al DECA contar con las técnicas más recientes para transferir a los productores. En este sentido, las IES deberían realizar investigaciones regionalizadas, según su ubicación, y sería fácil transferir los resultados de estas a los técnicos del Ministerio de Agricultura.

Se sugiere el fortalecimiento del SINIAF, incluyendo la integración de las IES, así como del Servicio de Extensión Agroalimentaria. Que se defina una estrategia de trabajo común y se presenten y discutan tanto las investigaciones a realizar, como la estrategia de difusión de sus resultados.

3. Conocimiento de la propuesta de las IES (SUICTAF) para su integración Científica – Tecnológica y adhesión al sistema nacional de investigación y extensión.

En el SINIAF están representados el CONIAF y el IDIAF (de parte del estado) y el sector privado, *“las universidades (IES) y cualquier otra institución privada que realizan acciones de investigación y transferencia de tecnologías agropecuarias y forestales.”*

Las IES deben ocupar de manera directa su espacio en el SINIAF y, desde ahí, contribuir a fortalecer este sistema para dar respuesta al desarrollo agrícola del país. El SUICTAF no es otro sistema

de investigaciones agrícolas y forestales que necesita el país, sino contribuir a fortalecer el SINIAF. Las IES con el SUICTAF, hacen una propuesta de organización interna para su integración en el SINIAF.

No obstante, la ley del SINIAF, aunque menciona las IES, no especifica claramente su rol, su vínculo ni su operacionalización dentro del sistema. Pudiera evaluarse la posibilidad de definir una estrategia de enlace del Sistema Universitario de Integración Científica - Tecnológica Agroalimentaria y Forestal (SUICTAF) al SINIAF. El SUICTAF puede ser un espacio de coordinación interinstitucional de las IES, pero la MEDEAGROF (Mesa de Decanos y Directores de Carreras Agroalimentarias y Forestales) pudiera ser el mecanismo representativo de las IES ante el SINIAF, bajo la coordinación del CONIAF. Esto no afectaría los productos esperados por la propuesta.

Se debe evaluar cómo la propuesta del SUICTAF se vincula al SINIAF. El SUICTAF, además de su fortalecimiento institucional, debe precisar los mecanismos del fortalecimiento interinstitucional, de las IES, que lo requieran. También con las demás instituciones de las sectoriales y con las empresas, conforme a una agenda nacional de investigación, transferencia de tecnología y extensión, con todo lo que eso implica.

- Lo que se propone es el funcionamiento del SINIAF, representado por el CONIAF, el IDIAF, y el SUICTAF dentro del sistema.
- En este sentido, lo conveniente es dinamizar el SINIAF para lo cual se requiere la participación de las instituciones involucradas, como, por ejemplo: el CONIAF, el SUICTAF, y MINAG con el Viceministerio de Extensión y otros.

4. Propuestas para las agendas de trabajo de emergencia, para responder a los impactos pandémicos, bélicos y climáticos.

La coyuntura mundial actual nos debe mover a consensuar acciones de investigación, pensando en el interés nacional ante lo vivido en tres momentos asociados a la pandemia: a) al inicio de la pandemia, en que el mundo se paralizó; b) en medio de la pandemia, cuando aprendíamos en medio de la emergencia a sobrellevarla y tratar de sobrevivir; y c) en post pandemia, que ha dejado secuelas que han afectado a la sociedad en su conjunto, en lo social, lo económico, lo político, y alterado los patrones productivos, por el alza experimentada en el costo de los insumos por el conflicto entre Rusia y Ucrania, así como otros 16 conflictos bélicos en el mundo. Esto ha afectado el costo de la canasta familiar de manera significativa.

En atención a la agenda de trabajo de emergencia para responder a los impactos pandémicos y del calentamiento global, lo más acertado es iniciar un programa de producción sostenible de alimentos y de desarrollo rural. Pero siempre mantenerse apegados a los lineamientos o mandatos de implementar el uso de tecnologías que garanticen la conservación de los recursos naturales, la no contaminación del ambiente y que, además, se responda a la filosofía de 'Una Sola Salud'. Son varios los ejes o factores a tomar en cuenta para definir una agenda de esta naturaleza. Para ello hace falta la interrelación participativa de varias instituciones, sobre todo los ministerios de Agricultura, de Educación, de Obras públicas, de Salud y de Medio Ambiente, y las IES.

Como país pequeño en el que uno de sus aparatos productivos principales es la agricultura, una de las acciones más importantes debe ser la SSAN de la gente. Esto se debe hacer a través de la producción y abastecimiento de suficientes alimentos producidos en el país y con la mayor inocuidad posible.

Debemos, además, poner mucho énfasis en aspectos como bajar los costos de producción, implementar un tipo de agricultura regenerativa, avanzar en el uso de tecnologías 4.0, impulsar el uso de las buenas prácticas agroalimentarias, así como también incorporar a la población en actividades de agricultura familiar, como forma de garantizar y dinamizar una mayor actividad productiva agrícola entre familias de bajos recursos del país, de tal manera que se cumpla con el principio de “producir más con menos recursos básicos disponibles”.

La situación de la pandemia afecta el suministro de materia prima para la alimentación de animales y humanos en República Dominicana. Lo mismo ha pasado con el conflicto actual de la guerra entre Rusia y Ucrania, lo que ha afectado el suministro de alimentos para animales y ha producido un aumento de la inflación.

Para estas situaciones, se propone identificar y promover políticas para el aumento de la producción nacional de alimentos para el consumo humano y animal. Algunos elementos que se pueden identificar son los siguientes:

- Otorgar incentivos que promuevan el desarrollo rural sostenible; la agricultura familiar; el manejo sostenible de los recursos naturales, tales como el suelo y el agua; entre otros. Tomar como referencia el programa de agricultura familiar apoyado a través de la presidencia con el apoyo de las sectoriales y organismos internacionales.
- Es necesario promover iniciativas de proyectos ligados a la conservación y utilización sostenible de recursos fitogenéticos locales e introducidos (como cereales, raíces y tubérculos, otros), para mejorar la productividad nacional y paliar la escasez de otros productos, limitados por la presencia de los determinantes anteriormente citados.
- En ese mismo orden, incorporar la planificación de las principales cadenas de producción; desarrollar propuestas de postcosecha, transformación y conservación de alimentos, para mejorar su oferta y distribución y reducir las pérdidas.
- Promover prácticas de manejo integrado de cultivos (plagas, enfermedades, riego, nutrición, otros) para el aumento de la productividad en las diferentes cadenas agroalimentarias, reducir costos y aumentar la oferta de alimentos.
- Identificar las tecnologías generadas y validadas, o mejores prácticas, en las diferentes cadenas agroalimentarias e iniciar un plan de transferencia para mejorar su eficiencia productiva.

En relación con el calentamiento global, fenómeno de cambio que afecta de manera significativa la vida en el planeta tierra, se sugiere la implementación de medidas a corto, mediano y largo plazo para su mitigación o adaptación. Algunas que se pueden sugerir son las siguientes:

1. identificar las áreas o ecosistemas más vulnerables y amenazados por este fenómeno en el país.
2. Identificar las posibles medidas para su mitigación o adaptación de que dispone el país en el ámbito local (mejores prácticas) o algunas otras ya implementadas en otras naciones y evaluar su posible adaptación al país.
3. Realizar un análisis de los patrones asociados al cambio climático en los últimos años, a saber: lluvia, temperatura y otros factores y evaluar sus posibles impactos en las cadenas agroalimentarias y en los ecosistemas terrestres y marinos, en sentido general.

4. Evaluar los efectos de la temperatura en la fenología de los principales cultivos de las cadenas agroalimentarias.
5. Determinar los impactos de la lluvia y la erodabilidad de los ecosistemas y los conflictos de uso de la tierra para mitigar los efectos del calentamiento global.
6. Enfrentar la escasez de agua debido a los efectos del cambio climático. P Los cultivos como el arroz no podrán continuar produciéndose con los volúmenes de agua que se utilizan en la actualidad.
7. Enfrentar el impacto de eliminación de aranceles a la importación de arroz.
8. Por el vencimiento de los plazos para desmontar los aranceles acordados en el DR CAFTA, se propone pensar en desarrollar tecnologías para agregar valor al arroz producido localmente o, en su defecto, pensar en diversificar la producción en las tierras arroceras.
9. Asimismo, se debe disponer de capacidades para el diagnóstico de las variables indispensables para el buen manejo de la producción y los procesos postcosecha. En este caso se debe considerar no sólo las capacidades de laboratorio sino también la disponibilidad de equipos móviles que permitan diagnósticos rápidos en campo.

Frente a los retos que plantea la postpandemia, el conflicto Rusia-Ucrania y el calentamiento global, se hace necesario eficientizar el sector productivo y extraer el máximo provecho de su potencial y de las oportunidades del mercado internacional.

Como se puede notar, las referidas limitaciones tienen su origen en causas que obedecen a una compleja situación de naturaleza social, ambiental, tecnológica y a debilidades institucionales, así como una escasa coordinación para que los productores puedan aprovechar mejor los recursos existentes.

Las pequeñas explotaciones agroalimentarias, que contribuyen ampliamente al abastecimiento del mercado nacional de productos básicos y que aportan a la cuota de exportación que realiza el país, particularmente en rubros como café, cacao y productos orgánicos, no presentan perspectivas halagadoras de salir de la pobreza. A esto se une la situación relacionada con el relevo generacional, el cual disminuye gradualmente a ese nivel de la producción.

La solución a estos problemas no se vislumbra en el marco de las políticas que actualmente están en vigencia, las cuales promueven la exportación y la competitividad a partir de una agricultura tecnificada, diversificada y altamente dependiente de insumos externos, que requiere mucha capacidad de inversión. Por ello, los agricultores con pequeñas propiedades están fuera de la competencia y, por tanto, fuera de la política de modernización.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Conclusiones y sugerencias para fortalecer, actualizar y/o desarrollar las políticas y estrategias de GYTIAF.

Para mejorar la eficiencia en el cumplimiento de la misión de las instituciones del sector agroalimentario y forestal, y en particular las del SINIAF, es necesario considerar varios aspectos, a saber:

- En primer lugar, definir las políticas claras, establecer las agendas del Sector y establecer una real vinculación de las instituciones. Para ello hay que considerar todos los actores involucrados en las cadenas agroalimentarias, incluyendo los estatales, sector privado y usuarios de los productos finales del sector (productores y consumidores).
- Establecer el rol de cada institución en las cadenas agroalimentarias y supervisar sus productos con indicadores claros, medibles.
- Identificar y seleccionar los recursos humanos competentes y comprometidos con la misión de las instituciones, para la gestión y ejecución eficiente de los planes y proyectos, conforme a los resultados esperados. El criterio para la selección de los recursos humanos debe ser sus competencias, su perfil conforme a la posición a desempeñar. No deben primar otros criterios.
- El elemento vinculación interinstitucional no ha estado del todo presente, y debe ser clave para la ejecución de políticas orientadas al alcance de resultados e impactos significativos para una seguridad alimentaria sostenible.
- Para mejorar la adopción del conocimiento y la tecnología, se propone una mayor participación y vinculación entre las instituciones del sector, IES, grupos productivos y demás miembros de las cadenas agroalimentarias.
- Es prioritario que exista más contacto/armonía entre quienes generan, transfieren y demandan el conocimiento y tecnología.
- Es recomendable lograr la autonomía de las entidades públicas articuladas por el SINIAF en la modalidad actual: autónomas y descentralizadas. Las modalidades anteriores no funcionaron del todo bien.
- El modelo de gestión de las responsabilidades en la GYTT entre Productores, Investigadores y Extensionistas (desde el diagnóstico hasta la difusión) es adecuado y ya probado en muchas instituciones y centros nacionales e internacionales de investigación.

En resumen, más que agregar estructuras, es mejor pensar en apoyar a las instituciones ya existentes a cumplir sus misiones. Se obtendrían grandes logros si las instituciones cumplieran la misión para la cual fueron creadas. A ese propósito también ayudaría mucho si existiera la vinculación necesaria y las capacidades de recursos humanos requeridas para la definición y ejecución de políticas y planes en agendas comunes. Es necesario realizar un análisis FODA por cada institución, a fin de aprovechar las sinergias potenciales que pueda haber para aprovechar oportunidades, desarrollar fortalezas, protegerse de las amenazas y superar las debilidades que presenta cada una y el SINIAF de manera conjunta.

Sobre el SUICTAF

El SUICTAF, una propuesta que nació en el marco de las reformas a las carreras de ingeniería llevadas a cabo ahora adjunto al MESCYT. Ese trabajo evidenció la necesidad de que las IES tenían que participar de manera activa en la búsqueda de soluciones a los problemas que surgen en el quehacer agroalimentario nacional. De esta manera podrían sacar provecho, para bien de la nación, del personal, los materiales y equipos existentes en cada institución.

Se considera que la creación y operación del SUICTAF es una buena iniciativa entre las IES y que pudiera evaluarse la posibilidad de definir una estrategia de inclusión en el SINIAF. Se debe discutir

cómo la propuesta de este nuevo mecanismo que se vincula al sector; no como algo aparte, sino como parte del propósito del SINIAF.

El SUICTAF, además de su fortalecimiento institucional, debe evaluar los mecanismos del fortalecimiento entre IES, que aún lucen débiles. También se deben fortalecer los mecanismos de vinculación con las demás instituciones del sector agropecuario y con las empresas, conforme a una agenda nacional de investigación, transferencia de tecnología y extensión, con todo lo que eso implica.

Se debería evaluar la posibilidad de que la MEDEAGROF (Mesa de Decanos y Directores de Carreras Agroalimentarias y Forestales) sea el mecanismo representativo de las IES ante el SINIAF, bajo la coordinación del CONIAF. Esto no afectaría los productos esperados por la propuesta del SUICTAF. Cada IES mantendría su independencia y autonomía para planificar y ejecutar planes, programas y proyectos, así como otras acciones, de manera conjunta con las demás instituciones del SINIAF. Ocuparían así el lugar que les pertenece en el Sistema.

Sobre los recursos para el SINIAF

A raíz del análisis realizado, en el que se evidencia una tendencia a disminuir el presupuesto del sector agroalimentario y el del SINIAF, se propone lo siguiente:

- Reactivación del Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (FONIAF), el cual no financia proyecto de investigación alguno desde la convocatoria de 2012.
- En consecuencia, el presupuesto del CONIAF debería ser incrementado para que pueda retomar el financiamiento de investigaciones en el sector agroalimentario.
- Asimismo, el Estado debe procurar incrementar la participación del IDIAF y el MINAG en el Presupuesto Nacional.
- Otros financiadores del Estado deberían definir prioridades junto al SINIAF, para el financiamiento de proyectos y formación de recursos humanos, conforme a una planificación estratégica que dé respuesta a prioridades de corto, mediano y largo plazo.
- La definición de prioridades para la generación y transferencia de tecnologías agropecuarias y forestales debería considerar la Estrategia Nacional de Desarrollo (END) y los objetivos de desarrollo sostenibles (ODS), con énfasis en la agricultura familiar.
- Se sugiere el fortalecimiento de una masa crítica de profesionales capaces de llevar a cabo las investigaciones que demanda el país en áreas y temas estratégicos, para garantizar la soberanía y seguridad alimentaria.
- Se propone la elaboración del Reglamento de la Ley 251-12 que crea el SINIAF.

Sobre el Sistema de Extensión

La familia se considera una unidad de gestión de conocimiento para el cambio. Por esto, se le debe considerar como una unidad de desarrollo en la que hombres y mujeres tienen acceso igualitario a políticas, asignación presupuestaria, tecnologías, empleos y procesos.

El sistema de extensión, además de su vinculación con otros sistemas (en particular con el SINIAF), debe hacer uso de las TIC, teniendo en cuenta su disponibilidad y su costo. Esto permitiría mejorar la cobertura y la calidad de los servicios (los teléfonos móviles son un ejemplo de esas tecnologías y permiten llegar a un gran número de pobladores).

El papel del Estado como proveedor de la innovación agroalimentaria ha cambiado en la región. El sector privado y no gubernamental tienen un papel fundamental también.

El Poder Ejecutivo, con todas sus dependencias vinculadas al sistema agroalimentario nacional, debe prestar atención especial a la situación que se plantea en este documento de la Mesa 4. Las conclusiones y recomendaciones que se hacen resultan de especial importancia para dar el apoyo necesario que necesita el Sistema Nacional de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (SINIAF). El objetivo es lograr un SINIAF fortalecido, realmente eficaz, que pueda generar, validar y transferir las tecnologías agroalimentarias y forestales que necesita el país de manera sostenida.

Para el DECA, las necesidades actuales de tecnologías para transferir a los productores se pueden resumir de la siguiente manera:

Temas en Cultivos de exportación (Frutales):

- Selección de cultivares, uso y producción de material de siembra de calidad.
- Manejo de cultivo (suelos, fertilización inorgánica y orgánica, densidad de siembra, poda, manejo eficiente de agua, control integrado de enfermedades fungosas, manejo de plagas de aguacate y prácticas de postcosecha).
- Manejo de tejido (sistemas y tipos de poda) y nutrición (fórmula, fuente, dosis y época de aplicación).
- Manejo Integrado de Plagas.

Temas en Cultivos de exportación (Vegetales Orientales):

- Mejoramiento por selección masal.
- Manejo agronómico con Buenas Prácticas Agrícolas-BPA (surqueo, aporque, incorporación de fertilizantes y drenaje).
- Manejo integrado de plagas (control biológico, entomológico y cultural).
- Uso seguro de plaguicidas.

Temas en Canasta básica (arroz, habichuela, plátano, batata, yuca, guandul):

- Genotipos tolerantes al síndrome del vaneamiento del arroz.
- Aplicación de los métodos de manejo de las principales plagas asociadas a los cultivos.
- Selección de cultivares, uso y producción de material de siembra de calidad.
- Densidad de siembra, sistema y frecuencia de riego.

- Fuente, dosis y frecuencia de aplicación de nutrientes.
- Cobertura vegetal de suelo.
- Sistema de Producción

Temas en Producción de leche y carne:

- Producción de gramíneas y leguminosas.
- Conservación de pastos y forrajes.
- Utilización de dietas no tradicionales en la alimentación.
- Uso de alternativas alimenticias como bloques multivitaminados, subproductos agroindustriales y de cosecha, entre otros.
- Técnicas de inseminación artificial

Temas en el Componente agroindustrial:

- Uso de técnicas innovadoras que aumentan la calidad nutritiva en la elaboración de panes, galletas, bizcochos y bebidas, agregando harina de maíz, en panaderías y reposterías que suplen el desayuno escolar, hoteles, supermercados y nuevas instalaciones. El Instituto de Innovación en Biotecnología e Industria (IIBI) ha jugado un papel relevante en estas técnicas.
- Agregar valor industrial con productos orgánicos y saludables, que incrementen la oferta para la canasta básica.
- Implementación de las prácticas de comercio justo, incremento de empleo y disminución de la pobreza y el hambre en el marco de los objetivos de desarrollo sostenible.

Temas en Agricultura vertical y urbana:

- Granjas verticales: ¿Cómo funciona la agricultura vertical? (Todos los temas tecnológicos asociados a estos sistemas de producción, que representan el futuro de la producción de alimentos).

Se requiere dotar a los técnicos del Ministerio de Agricultura de los conocimientos de ofimática que les permitan realizar un trabajo eficiente. Estos se deben capacitar en Word, Excel, PowerPoint y manejo de redes de comunicación.

Todos los temas a tratar deben enfocarse como resilientes al calentamiento global.

Referencias

BANCENTRAL (Banco Central de la República Dominicana). Estadísticas del PIB por sectores de origen. Disponible en: <https://www.bancentral.gov.do/a/d/2533-sector-real>.

- DIGEPRES (Dirección General de Presupuesto). Leyes de Presupuesto 2001, 2005, 2011, 2016, 2020 y 2022. Disponibles en: <https://www.digepres.gob.do/presupuesto/gobierno-general-nacional/>
- FAO. (2014). La agricultura familiar en América Latina y el Caribe: Recomendaciones de políticas. Salcedo, S; Guzmán L (eds.). Santiago, Chile. 497 p.
- MEPyD-Ministerio de Economía Planificación y Desarrollo. (2022). Noveno Informe Anual de Avance en la Implementación de la Estrategia Nacional de Desarrollo 2030 y el Cumplimiento de los Objetivos y Metas del Plan Nacional Plurianual del Sector Público al 2020. Santo Domingo, DO.

Citar:

- Pimentel, Ángel, Víctor Espaillat, Eladio Arnaud Santana, Ramón Arbona, Julio Morrobel, César Amado Martínez, Felipe Goya, Andreis García, Juan Sánchez, Manuel Cabral (2024) CAPÍTULO VII Organización institucional y capacidad del Sistema Nacional de Investigaciones Agropecuarias y Forestales-SINIAF. Pp 146-164. En: Carlos M. Rodríguez Peña, Francisco Roberto Arias Milla y Modesto Reyes (editores) Seminario Actualidad y Futuro para Lograr la Soberanía y Seguridad Alimentaria y Nutricional en la República Dominicana: Generación y Transferencia de Conocimientos y Tecnología. MESCYT, 258 pp

CAPÍTULO VIII

MESA 5

ESTRATEGIAS FINANCIERAS, ACTUALES Y FUTURAS, PARA LA GENERACIÓN Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA, AGROALIMENTARIA Y FORESTAL (GYTTAF), PRODUCCIÓN Y PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS PARA LOGRAR INCREMENTAR LA SEGURIDAD Y SOBERANÍA ALIMENTARIA Y NUTRICIONAL (SSAN)

Janina Segura Paniagua, Pedro Antonio Núñez Ramos, Ana Mateo Arnaud, Joaquín Caridad, Enelvi Brito Sosa, Mary Batista, Ricardo Sosa, Socorro De la Cruz, Rafael Mendoza y Jesús Peña

1. INTRODUCCIÓN

Las estrategias financieras utilizadas en la generación y transferencia de tecnología son un elemento importante en el incremento de la seguridad y soberanía alimentaria y nutricional de cualquier país. Según el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), entre 1950 y principios de los años noventa, los gobiernos se encargaban de proveer los recursos financieros necesarios a los sectores rurales de los países de América Latina y el Caribe. La norma era diseñar grandes programas de crédito, subsidiados y focalizados que se ejecutaban a través de los bancos estatales especializados en el desarrollo agrícola y entidades financieras comerciales privadas.

Estos programas tenían el objetivo de mejorar el acceso al crédito de los pequeños agricultores y así estimular el crecimiento del sector agrícola, la expansión del ingreso y la reducción de la pobreza. A pesar de los grandes esfuerzos y de las buenas intenciones, las evaluaciones de los programas de crédito patrocinados por diferentes instituciones internacionales de desarrollo indican que los resultados fueron inferiores a lo esperado. Ya que no mejoró de manera significativa el acceso de los clientes rurales de bajos ingresos a créditos oportunos y a términos razonables, ni se crearon intermediarios financieros viables.

La aplicación de los programas demostró no ser suficiente para alcanzar las metas de aceleración del crecimiento y reducción de la pobreza y no se desarrollaron otros servicios financieros importantes, como los depósitos y los seguros, a pesar de su necesidad. A fines de los años ochenta y comienzos de los noventa, la mayoría de los países de la región comenzaron a realizar reformas globales en sus sectores financieros, las cuales incluían la liberalización de las tasas de interés; la liquidación de algunos bancos insolventes y la rehabilitación de otros; así como la liquidación de algunos bancos estatales.

En el presente documento, mediante participación y consenso de los integrantes de la mesa de trabajo 5, se busca identificar, analizar y presentar conclusiones y recomendaciones con el fin de incidir en la elaboración de una “Estrategia financiera para la generación y transferencia de tecnología, agroalimentaria y forestal (GYTTAF), producción, procesamiento y comercialización de alimentos e insumos que conlleve a incrementar la seguridad y soberanía alimentaria y nutricional (SSAN)”.

2. OBJETIVOS

General

- Evaluar las estrategias financieras actuales y futuras para la gestión y transferencia de tecnología (GYTTAF) y procesamiento de alimentos y así lograr incrementar la SSAN.

Específicos

- Describir la situación económica del sector agroalimentario.
- Analizar y cuantificar las carteras de financiamiento disponibles (públicas y privadas) y ejecutadas para la producción y procesamiento de alimentos disponibles para los estratos productivos (familiar, comunitario y comercial).
- Realizar un análisis de situación de las políticas y estrategias de crédito para las cadenas de importación de alimentos y de insumos para la producción y procesamiento de alimentos.

3. PLAN DE TRABAJO

Con la finalidad de realizar un análisis minucioso de las “Estrategias financieras ejecutadas en la actualidad y proyectadas a futuro para el abordaje de la generación y transferencia de tecnología, agroalimentaria y forestal (GYTTAF), producción y procesamiento de alimentos para lograr incrementar la seguridad y soberanía alimentaria y nutricional (SSAN) en la República Dominicana, el análisis ha sido realizado en tres secciones más una sección de conclusiones y recomendaciones.

El plan incluyó:

- i) Análisis de la situación económica del sector agroalimentario;
- ii) Análisis y cuantificación de las carteras de financiamiento disponibles y ejecutadas para la producción y procesamiento de alimentos disponibles para los estratos productivos (familiar, comunitario y comercial);
- iii) Análisis de situación de las políticas y estrategias de crédito para las cadenas de importación de alimentos y de insumos para la producción y procesamiento de alimentos, y
- iv) Conclusiones y sugerencias para la elaboración de una estrategia financiera para la gestión y transferencia de tecnología (GYTTAF) y procesamiento de alimentos para lograr incrementar la SSAN.

4. RESULTADOS

4.1 Análisis de la situación económica del sector agroalimentario

4.1.1 Contexto global

Según Graziano da Silva *et al.* (2021), “La seguridad alimentaria es algo más complejo”, ya que, para casi 700 millones de nuestros congéneres, tener acceso a la energía mínima sigue siendo su necesidad

cotidiana. Dos mil millones de personas no saben si podrán tener suficientes alimentos en un momento dado y deben, con cierta frecuencia, reducir la cantidad o calidad de lo que comen. Tres mil millones, casi cuatro de cada diez habitantes del planeta, no tienen capacidad de alimentarse saludablemente. Además, resulta que la alimentación, y la agricultura que la produce, están involucradas en algunas de las manifestaciones más graves de la crisis ambiental y climática de nuestra época. Ya no se trata solo del grado de acceso al alimento, sino de la forma de producirlo, procesarlo, transportarlo, comercializarlo y consumirlo, y de sus efectos planetarios. Todo esto termina de componer una nueva noción de la seguridad alimentaria en el siglo XXI”.

El valor agregado de la actividad agropecuaria, pesquera y acuícola en América Latina y el Caribe, a precios constantes, decreció un 0.6% en el segundo trimestre de 2020, respecto al mismo trimestre del año anterior (Graziano da Silva *et al.*, 2021), siendo en República Dominicana de 4.3%. Estas informaciones evidencian un decrecimiento, causado por diversos factores, dentro de estos los climáticos, por lo tanto, los CC afectan el valor agregado de las actividades agropecuarias, pesqueras y acuícolas. En ese sentido, según estimaciones de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), los precios de los alimentos a nivel global aumentarían entre un 8 y un 22% más; situación que se debe en gran medida al conflicto bélico entre Rusia y Ucrania, debido a que ambos países son exportadores de insumos, como trigo, maíz y fertilizantes (FAO, 2022), por lo tanto, un aumento del costo afectará la producción y podría afectar la seguridad alimentaria de la región. En ese sentido, los precios de los alimentos han experimentado un aumento sin precedentes, situación que ha provocado una crisis a nivel mundial. El número de personas que padecen hambre aumentó a 828 millones en 2021, lo que indica un incremento de unos 46 millones desde 2020 y 150 millones desde que surgió la COVID-19 (OMS, 2022).

A nivel mundial, el sector agrícola es el mayor empleador y proporciona medios de vida al 40% de la población, representando la mayor fuente de ingresos y empleos para los hogares rurales. Datos proporcionados por FAO, indican que 500 millones de pequeñas parcelas productivas en el mundo, suplen más o menos el 80% de los alimentos que se consumen en la mayoría de los países en desarrollo (FAO, 2014).

El éxito de un sistema alimentario podría medirse en función de su capacidad de alimentar adecuadamente a todas las personas que participan de él, así como los factores sociales que influyen en la alimentación de la población. En el año 2019, 47.7 millones de personas en América Latina y el Caribe vivió con hambre, 13.2 millones más que en los últimos 5 años, y 191 millones se vieron afectados por inseguridad alimentaria moderada o grave. La desnutrición crónica se redujo del 22.7 al 9.0% en las últimas tres décadas, pero el sobrepeso infantil aumentó del 6.2 al 7.5% en el mismo período, situándose por encima del promedio mundial de 5.6% (FAO-FIDA-OPS- PMA-UNICEF, 2020).

4.1.2 Contexto nacional

El sector agroalimentario de República Dominicana representa entre 5.0%-6.0% del PIB y 8.0-9.0% del empleo total (no incluye el control de mano de obra extranjera haitiana); de igual manera representa 27.0% de los empleos rurales y 5.7% de los ingresos laborales. En todo el país hay 320 mil unidades productivas, equivalentes a 1.9 millones de hectáreas, con la cantidad de tierra precisada el país produce el 85% de los alimentos que consume, lo que indica que hay suficiencia alimentaria (Isa Contreras, 2022). Por los datos publicados y discutidos por del Rosario (2021), esta suficiencia también depende de las importaciones y no solamente de la oferta nacional de productos.

La exportaciones del sector agroalimentario alcanzaron, de enero a octubre de 2021, un volumen total de 1,330,524 TM, lo que representó en divisas unos US\$ 2,307,327,373. Los principales cultivos de exportación son: tabaco y sucedáneos de este elaborados, cacao y sus derivados, azúcares y artículos de confitería, bananos, aguacate, ajíes, mango, tomate, vegetales orientales (MARD, 2021).

La producción agrícola en el año 2021 alcanzó un volumen de 178.50 millones de quintales de alimentos, con un incremento de 2.58% con respecto al 2020. También es bueno precisar que se sembraron 6,309,786 tareas y se cosecharon 10,815,735; estas acciones concretas muestran la capacidad del país para abastecer de alimentos a la población en más de un 85% (MARD, 2021).

El sector agroalimentario tiene una importancia estratégica en el proceso de desarrollo económico y social de República Dominicana, su producción es esencial para el suministro de alimentos a los hogares urbanos y rurales y de materia prima para la industria (Banco Central, 2016). El futuro de República Dominicana, al igual que el de muchos países de base tradicionalmente agrícola, debería estar encauzado hacia la mejora de la competitividad del sector agroalimentario y el desarrollo de sus exportaciones (Calderón *et al.*, 2015). En los últimos 15 años el crecimiento del sector agroalimentario de República Dominicana ha sido modesto y volátil. La productividad media se estancó o disminuyó en diferentes cultivos y fue menor que la de muchos países competidores. La superficie cosechada total de los principales cultivos se ha estancado en un promedio anual de 0.6% (es decir con áreas de cosechas en cantidades similares cada año) y su estructura se ha modificado (Global Love, 2014).

América Latina y el Caribe han experimentado rápidas transformaciones en los sistemas alimentarios en las últimas cuatro décadas. Esto implica profundos cambios en los patrones de consumo de alimentos de la población, desde una dieta basada fundamentalmente en cereales, tubérculos, hortalizas y frutas, pasando por un mayor consumo de azúcar, grasas y alimentos procesados y, en décadas recientes, un incremento significativo de alimentos procesados con un alto contenido de grasa y azúcar y bajo contenido de fibra (del Rosario, 2021). Los alimentos de consumo de los dominicanos son provistos por la oferta nacional y las importaciones desde distintos mercados internacionales (del Rosario, 2021). El mismo autor señala que el consumo de alimentos en RD se ha incrementado significativamente desde 2012 hasta 2020, en términos absolutos. La variación porcentual entre estos dos años alcanzó 47 % en ese período. Ese incremento del consumo de alimentos ha requerido un aumento tanto de la oferta nacional como de las importaciones. La oferta nacional de alimentos representa 64% en promedio del consumo total entre 2012-2020 y, por lo tanto, se podría deducir que las importaciones representarían un 36%.

Este comportamiento de la oferta nacional de alimentos se da en un contexto donde ha primado la ausencia de un soporte institucional, integral, sistemático y sostenido a gran escala, que no ha facilitado el incremento robusto de la productividad del sector agroalimentario, para mejorar la competitividad, ni ha sido un impulso al desarrollo sostenido del valor agregado agroindustrial (Flores *et al.*, 2020). En efecto, la producción nacional de alimentos es ineficiente y costosa, lo que provoca un menor acceso a los alimentos debido a los precios internos más elevados (Salazar y Muñoz, 2019). Así, la dinámica progresivamente deficiente de la oferta nacional de alimentos para suplir la demanda de la población dominicana ha traído paralelamente un incremento continuo de importaciones de productos alimentarios para el consumo.

Las proyecciones indican que en los años subsiguientes a 2025, República Dominicana se convertirá en un país importador neto de alimentos. Se prevé un impacto negativo, sobre todo para los productores agroalimentarios y procesadores de pequeña escala, que no han podido realizar los ajustes productivos y

organizativos para mejorar la competitividad. Y también debido a los efectos del cambio climático (del Rosario, 2021). La expansión en las exportaciones fue más marcada en América del Sur (10.4%) que en América Central y el Caribe (2.9%). Sin embargo, el impacto fue heterogéneo entre los países, siendo en República Dominicana de -6.6%. Estos resultados sugieren un cambio de estrategias financieras para revertir los resultados hacia una mayor oferta nacional.

El sector primario, que en este caso excluye la minería, aporta el 5.7% del producto interno del país, viniendo la mayor parte de este porcentaje de la producción agrícola (esencialmente destinada al mercado interno). Sin embargo, su importancia es mayor desde el punto de vista laboral, siendo la población rural vinculada al sector un 22.0% del total del país (Banco Central). El cultivo de bananas y la consecuente actividad exportadora, que le da salida comercial, juegan un papel fundamental en el desarrollo socioeconómico local y regional, donde se llevan a cabo (Cobo-Espantaleón, 2020). En el caso del pollo, la producción presentó una reducción del 4.4% durante el primer semestre de 2020, en comparación con la misma fecha del año anterior, debido a los efectos de la COVID-19 (INFECO 20). En la práctica, toda la producción de pollo de RD se consume en el mercado nacional donde existe una demanda importante, vivo, que se distribuye a través del denominado “canal caliente”. El resto se expende congelado a cadenas de supermercados, hoteles, restaurantes, pequeños mercados y establecimientos locales (Del Viejo *et al.*, 2021).

Castañeda (2021), señala que ante la situación actual de la pandemia de covid-19 en República Dominicana, es importante tener en cuenta los potenciales efectos de la misma en los sistemas de producción y suministro de alimentos, por su directo impacto en la salud humana. En ese sentido, este autor hace dos recomendaciones sobre políticas públicas en el país para mejorar el sector agroalimentario:

1. Para el corto plazo, se recomienda fortalecer los mecanismos de abastecimiento y acceso a los alimentos en todas las regiones, especialmente en zonas rurales dispersas, para garantizar el derecho a la alimentación de toda la población y, en especial, medidas de protección social hacia los más pobres y vulnerables, incluyendo a los pequeños productores, familias rurales, adultos mayores, personas con discapacidad, desempleados, personas en situación de calle o sin hogar, población migrante, entre otros, que no puedan acceder a los alimentos por efectos económicos de la pandemia
2. Para el mediano y largo plazo, la pandemia ha demostrado que el sector agroalimentario debe ser considerado de valor estratégico para el país, motivo por el cual será preciso incrementar los esfuerzos para realizar transformaciones al sistema alimentario, direccionadas a una mayor resiliencia y adaptación a las diferentes crisis y cambios, incluidos los climáticos y sanitarios.

De los Santos *et al.* (2018), indican un sin número de políticas públicas para apoyar el sector agroalimentario dominicano, dentro de las cuales se pueden citar: préstamos subvencionados, apoyo presupuestario, desarrollo de la cadena de valor y comercialización, concesiones fiscales, aranceles a las importaciones, programas de apoyo, información de mercadeo y servicios de extensión, adaptación de la agricultura al cambio climático. La realidad dominicana es que muchas de estas políticas han sido deficientes a nivel de campo, pero otras han causado un impacto positivo en el desarrollo del sector agroalimentario dominicano.

Mientras, Le Coq *et al.* (2021) plantean que la transformación profunda de los sistemas alimentarios sostenibles se impone como un desafío mayor para las agriculturas y las sociedades, no sólo para

resolver los problemas de malnutrición, sino también para responder de forma más global a todos los retos del desarrollo sostenible. En la compilación sobre “Políticas públicas y sistemas alimentarios en América Latina”, se hacen un sin número de recomendaciones sobre políticas públicas para mejorar el sector agroalimentario en nuestros países.

La FAO insta a los países a que realicen lo siguiente:

- Satisfacer las necesidades alimentarias inmediatas de sus poblaciones vulnerables.
- Estimular los programas de protección social vista nacional.
- Mantener el comercio mundial de alimentos.
- Mantener en funcionamiento los engranajes de las cadenas de suministro nacionales.
- Apoyar la capacidad de los pequeños productores para aumentar la producción de alimentos.

En el contexto dominicano, la protección social tiene el potencial de aumentar el consumo y la diversidad de alimentos en los hogares. Se ha demostrado que las transferencias monetarias conducen al aumento en el número de comidas y a diversificar la alimentación de las familias vulnerables, especialmente en contextos de crisis como la actual pandemia de la COVID-19”. Según FAO, políticas de protección social como las que desarrolla el programa Progresando con Solidaridad (PROSOLI), son un buen ejemplo de cómo abordar las vulnerabilidades económicas y sociales de la inseguridad alimentaria y la pobreza, mediante acciones de protección y promoción de los medios de vida de las familias.

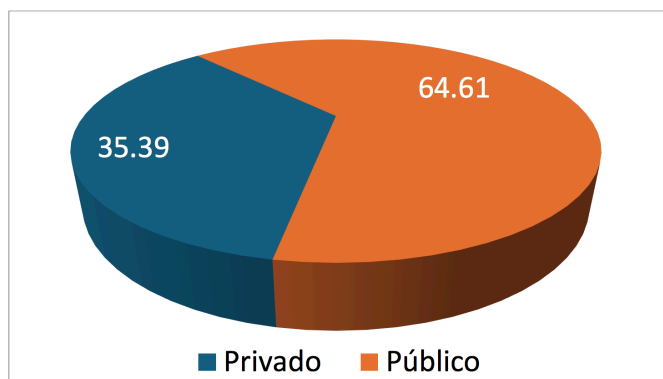
En el país existen iniciativas relacionadas a la protección social. El Decreto No. 1554-04 establece el Programa de Protección Social, con el propósito de proteger 10 riesgos a las poblaciones de pobreza extrema y en situación de vulnerabilidad social. El Estado Dominicano cuenta con una serie de instituciones y programas que han acumulado una vasta experiencia, en términos de tiempo y de alcance, en materia de asistencia social. El Gobierno Dominicano, por ejemplo, tiene entidades con más de sesenta años prestando servicios a los sectores más pobres del país; tiene entidades capaces de manejar las más disímiles áreas temáticas, como alimentación, salud, vestido, capacitación, documentación, etc. Pero la mucha edad puede traer consigo el anquilosamiento, y el mucho abarcar, el poco apretar. En palabras de gerencia moderna, los programas de asistencia social del Gobierno Dominicano han sido diagnosticados por múltiples estudios como poco eficientes y poco eficaces. Las propuestas que regularmente han surgido de esos estudios apuntan a la reforma interna de las entidades, a evitar la redundancia y al establecimiento de cierto nivel de coordinación (Valdés, 2005).

Del Viejo *et al.* (2021), en su publicación sobre “Retos y desafíos en las cadenas de suministro en República Dominicana por efecto del COVID-19. El estudio se centra en su alcance en cuatro cadenas de suministro de productos considerados esenciales en la RD y en el sector del transporte de mercancías. Tres de las cadenas de suministro seleccionadas pertenecen al sector de la alimentación (banano, vegetales orientales y pollo) y una pertenece al sector sanitario (EPP). El estudio plantea un sin número de riesgos a los que están sometidas estas cadenas en el país. De los Santos *et al.* (2018), presentan un sin número de iniciativas y políticas para apoyar la capacidad de los pequeños productores dominicanos para aumentar la producción de alimentos a través del Ministerio de Agricultura y dependencias e instituciones

1.1 Análisis y cuantificación de las carteras de financiamiento disponibles (públicas y privadas) y ejecutadas para la producción y procesamiento de alimentos disponibles para los estratos productivos (familiar, comunitario y comercial).

El sector agroalimentario es uno de los ejes fundamentales de la economía dominicana, recibiendo créditos de diferentes entidades de intermediación financiera, siendo el Banco Agrícola la que más aporta a la actividad agropecuaria nacional. En ese sentido, la Superintendencia de Bancos de la República Dominicana (SBRD, 2022), publica que al 30 de junio de 2022 la cartera de crédito al sector agroalimentario dominicano era de RD\$59,003 millones de pesos, resultando en un aumento de 40%, respecto al año 2019, de los cuales el sector público representó el 64.60% con unos RD\$38,119 millones, mientras que el sector privado correspondió a un 35.39 % equivalente a RD\$20,884 millones de pesos (Figura VIII-1).

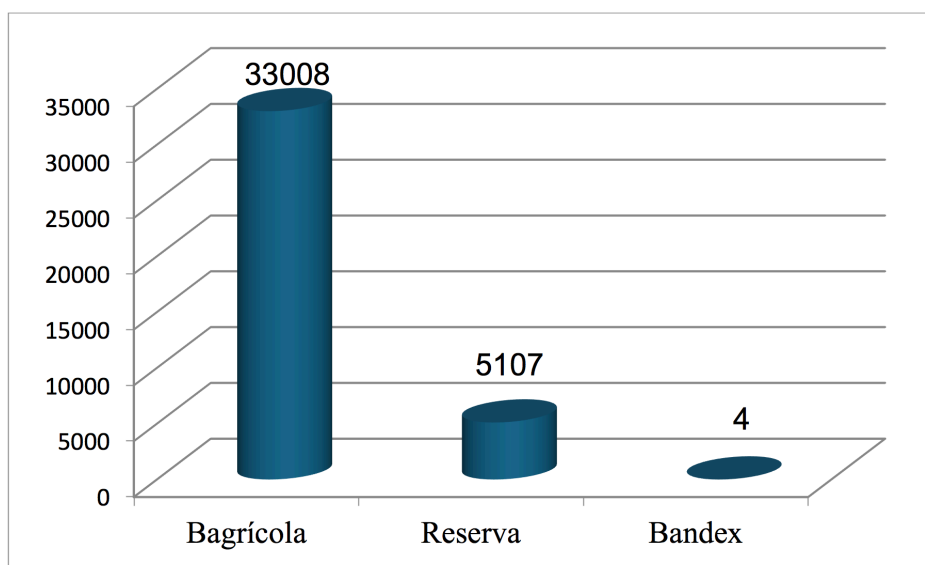
Entre los años 2016-2020, los desembolsos representaron en promedio el 54.0% de todos los recursos financieros destinados al desarrollo agroalimentario. Durante estos años, el crecimiento promedio del monto total desembolsado al sector agroalimentario fue de 2.7% anual, destacándose el año 2019 cuando al sector le fueron inyectados RD\$39,038 millones, que significó un aumento de 8.88% con relación al año anterior (MARD, 2021).



Fuente: Superintendencia de bancos de la República Dominicana

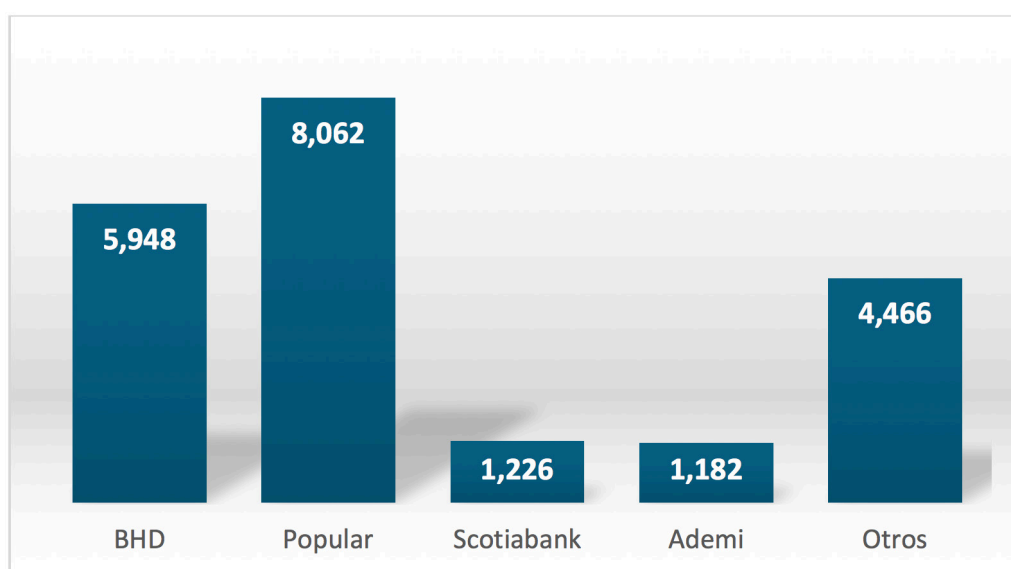
Figura VIII-1. Participación porcentual del sector público y privado en el financiamiento agropecuario dominicano a junio 2022.

Dentro del sector público, el Banco Agrícola de la República Dominicana es la entidad financiera más importante, seguido por el Banco de Reservas. En tercer lugar, está el BANDEX, que es un Banco con potencial para otorgar más préstamos al sector agroalimentario exportador (figura VIII-2). Mientras que en el sector privado se destaca la banca múltiple, donde los principales son Banco Popular Dominicano y Banco Hipotecario Dominicano (BHD). Otros bancos que otorgan crédito al sector agroalimentario del país son el Scotia Bank, Asociación para el Desarrollo de la Microempresa (Banco ADEMI). La banca no especializada, presta a tasas de interés competitivas: 10.0% – 14.0% (promedio ponderado) (figura VIII-3).



Fuente: Superintendencia de bancos de la República Dominicana

Figura VIII-2. Distribución de financiamiento al Sector agroalimentario de agencias públicas al 30 de junio 2022, en millones de pesos.



Fuente: Superintendencia de bancos de la República Dominicana.

Figura VIII-3. Financiamiento al sector agroalimentario desde la banca privada (en millones de RD\$).

El sector agroalimentario siempre ha sido una de las principales columnas de la economía nacional. Este se nutre financieramente de diversos sectores, siendo el gobierno uno de sus principales aliados, cuando se trata de financiamiento, debido fundamentalmente a los altos niveles de riesgos que significa la producción agrícola, de allí que el Banco Agrícola juegue un papel fundamental en este renglón. Este hecho hace necesario que se reduzca o estabilice el riesgo de préstamos agropecuarios, mediante la identificación de los factores con mayor incidencia en el sector. En los últimos 5 años los desembolsos

por razones de préstamos del Banco Agrícola representaron en promedio el 48.0% de todos los recursos financieros destinados al desarrollo agroalimentario.

4.2.1 Crédito del sector privado al sector agroalimentario

Los créditos desembolsados al sector agroalimentario han ido incrementando durante los últimos siete (7) años, con excepción de 2020, cuando la pandemia de la COVID-19 provocó un efecto adverso (Figura VIII-4).

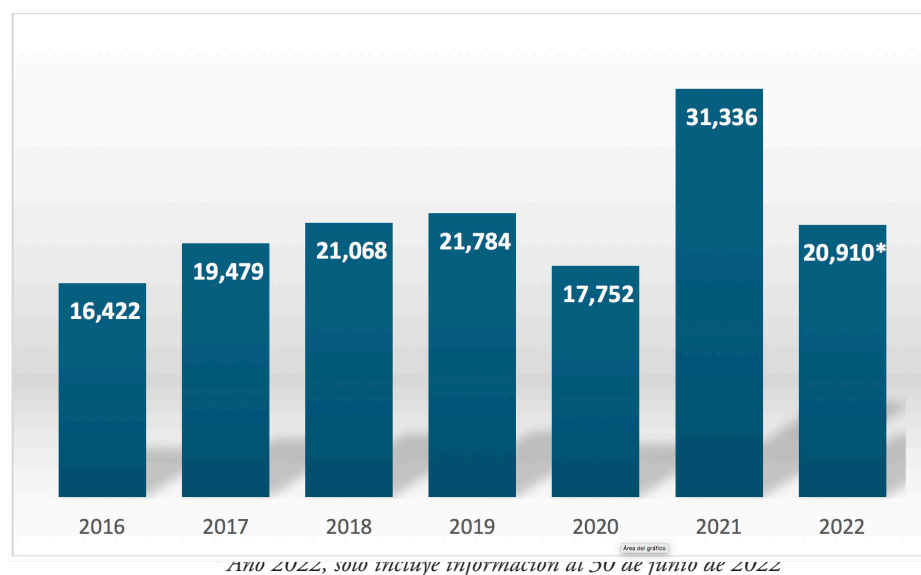


Figura VIII-4. Créditos desembolsados por el Banco Agrícola al Sector Agroalimentario 2016-2022 (En millones de RD\$).

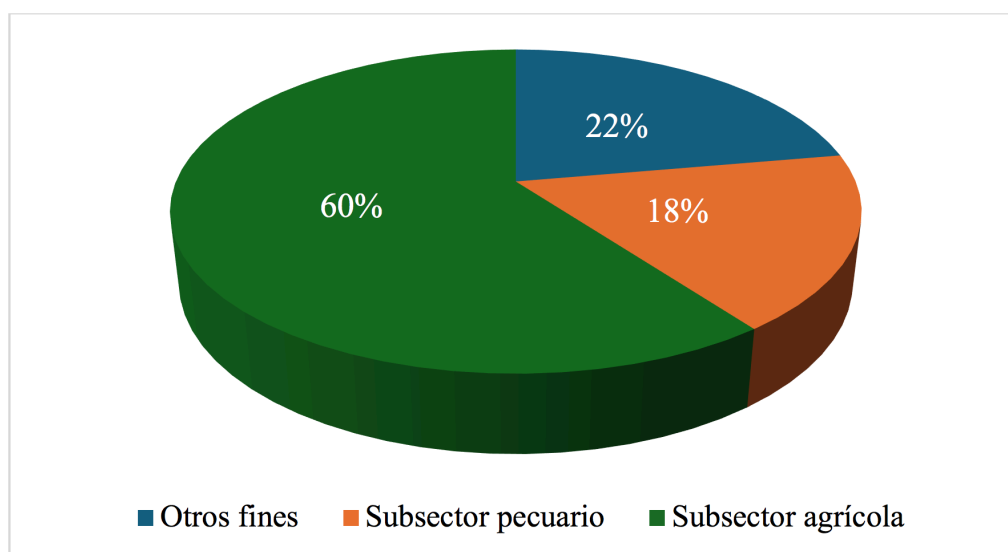
Tomando como referencia los préstamos del Banco Agrícola y comparándolos con el sector privado a nivel nacional, muestra que para el año 2020 el Banco Agrícola solo desembolsó préstamos por un monto de RD\$17,751.6 y el sector privado lo hizo por RD\$21,066.10, siendo estas cifras muy bajas para el desarrollo del sector. Si la entidad estatal desembolsó aproximadamente el 45.0% del total, significa esto que el sector privado tuvo una participación muy tímida. Adicionalmente, hay que tomar en cuenta que, en términos del PIB, la participación del sector fue de aproximadamente un 6%, equivalente a un monto de RD\$38,000 millones, lo cual puede ser considerado como pírrico. Todo lo anterior lleva al punto de tener que enfocar la necesidad de que para el desarrollo del sector es imprescindible, que tanto el público financiero de manera integral, así como, el privado, quintupliquen su participación crediticia hacia el sector agroalimentario. De no tomarse esta medida, será imposible una variación en las actuales estructuras productivas agroalimentarias a nivel nacional.

4.2.2 Préstamos del Banco Agrícola de la República Dominicana

El Banco Agrícola es la entidad gubernamental que encabeza y tiene la principal titularidad de los préstamos agroalimentarios. En tal sentido, los créditos otorgados por el Banco Agrícola para financiar las actividades del sector agroalimentario y de comercialización, han ejercido un papel preponderante en el desarrollo de este, pero como se ha expresado anteriormente, se requiere mucho más. El total de crédito concedido por este Banco al sector agroalimentario en 2019 alcanzó un 48.0% del total colocado por el sistema financiero nacional, es decir un 8.0% por debajo de la media anual en el período. En el año 2020, al compararlo con los desembolsos de 2019, se evidencia una disminución de 18.5% por razones previamente explicadas. Pero luego en 2021 aumentaron en un 76.5%, esperando que en 2022 lo supere, dado que, al 30 de junio, ya el Banco Agrícola había desembolsado aproximadamente RD\$21,000 millones.

Según el MARD (2021), el monto total desembolsado por el Banco Agrícola en el período 2016-2020, el subsector agrícola recibió en promedio anual 11 mil 615 millones de pesos, equivalente al 60.1%. Al subsector pecuario se destinaron en promedio 3 mil 391 millones de pesos por año en el transcurso del período, que representaron el 17.6% del total. Mientras que, en otras actividades, se colocaron cada año 4 mil 294 millones de pesos (Figura VIII-5).

La mayor concentración de apoyo o de demanda financiera, se origina en el subsector agrícola, que provoca la necesidad de brindarle especial atención y, a la vez, analizar las razones por las que los demás subsectores no tienen una participación igualitaria o mayor. Creándose con ello la necesidad de incentivarlos a todos por igual para motivar y dinamizar su crecimiento.



Fuente: Banco Agrícola

Figura VIII-5. Distribución de los créditos concedidos por el Banco Agrícola periodo 2016-2020.

4.2.3 Resultados y logros de la actividad crediticia en la República Dominicana

Como se ha expresado en las aclaraciones señaladas anteriormente, la participación del sector financiero, tanto público como privado, ha sido insuficiente, y requiere mayor dinamismo, no obstante, a ello, hay logros alcanzados por la administración pública que pueden ser resaltados. A continuación, se presenta los avances crediticios ejecutados por el Banco Agrícola, como principal motor gubernamental en la financiación del sector agroalimentario según Informe de Desempeño del Sector Agropecuario (MARD, 2021):

- “La cartera total de préstamos al 31 de diciembre de 2019 registra un saldo de RD\$30,247.8 millones, creciendo este activo en término absoluto en RD\$2,353.4 millones, registrando una tasa de 8.4%, con relación a los RD\$27,894.4 correspondientes al cierre de 2018.
- El monto otorgado en 2019 ascendió a RD\$23,243.3 millones, alcanzando un nivel de 104.3%, respecto al monto estimado en el programa de préstamos.
- Los beneficiados directos con el financiamiento del Banco Agrícola en el año registran 23,837 productores, entre los que se destacan los pequeños y medianos, así como microempresarios rurales.
- Los beneficiados indirectos con el financiamiento del Banco Agrícola en el año alcanzan alrededor de 43,000, tomando en cuenta el apoyo a las asociaciones, las cooperativas y otros nucleados.
- Los préstamos financiados al subsector agrícola alcanzaron RD\$14,381.9 millones, recursos dirigidos a apoyar el fomento, mantenimiento, comercialización, pignoración de los destinos del subsector.
- La superficie cubierta mediante el financiamiento de las actividades agrícolas se ejecutó en 1.1 millones de tareas (68,750 hectáreas).”

4.2.4 Destinos o renglones de mayor incidencia en el financiamiento al sector agroalimentario

El análisis de los sectores consumidores o beneficiarios de los préstamos es de suma importancia, ya que esto permite ver los efectos de estos fondos sobre la producción del sector de manera segmentada. De allí la importancia de ver los préstamos otorgados por medio del financiamiento del año, distribuidos según los rubros o destinos más relevantes. A continuación, se presentan los que mayor aplicación, uso o demanda de préstamos del sector agroalimentarios durante el año 2019.

Tabla VIII-1
Según cultivos de mayor incidencia en el año 2019 (Valores en RD\$)

Sub-Sectores	Formalizado	Superficie (Tareas)
A-Agrícola		
Arroz	5,587,302,427	599,621
Cacao	1,344,052,400	173,449
Ajo	1,036,638,200	4,120
Aguacate	504,402,199	47,456
Plátano	391,676,802	54,588
Papa	387,141,880	14,791
Piña	319,191,140	18,769
Café	230,838,081	23,939
Tabaco	205,822,773	7,187
Ají	181,034,575	2,513
Habichuela	159,935,200	13,325
Tomate	126,584,000	2,671
Coco	88,880,000	12,769
Cebolla	77,688,300	4,618
Yuca	73,758,000	20,671
Guineo	68,214,000	6,999
Yautía	24,177,000	3,519
Ñame	22,339,200	3,084
Batata	20,334,500	5,960
Otros	3,531,873,744	97,409
Total Agrícola	14,381,884,421	1,117,458
B-Pecuario		
Ganado de Leche	829,170,491	0
Ganado de Doble Propósito	775,219,550	0
Ganado de Carne	663,756,556	0
Porcino	372,307,605	0
Otros	468,997,888	0
Sub-Total Bovino y Porcino	3,109,452,090	0
C-Avícola	666,319,217	0
D-Apícola	23,733,345	0
Total Pecuario	3,799,504,652	0
E- Otras Finalidades	5,061,960,110	0
Préstamos de Consumo	450,367,454	0
Microempresa y Comercio Variado	4,611,592,656	0
Total General	23,243,349,184	1,117,458

Fuente: Banco Agrícola de la República Dominicana, 2020

De la tabla VIII-1, se confirma que el arroz, el cacao y el ajo tienen mayores niveles de participación en el uso de los préstamos ejecutados por el Banco Agrícola, esto conlleva a la necesidad de crear condiciones favorables e incentivar los demás subsectores, así como, otros que no son evaluados o no participan del uso de préstamos, pero que si lo requieren. Todo lo anterior nos lleva a la necesidad

de que el Estado diseñe programas y proyectos de crédito general para el incentivo del sector y también segmentado hacia los sectores de menor uso de crédito y que tienen gran demanda o necesidad.

4.2.5 Las Cooperativas

El surgimiento de las cooperativas en la República Dominicana se inicia con la llegada al país de la ORDEN RELIGIOSA DE LOS SCARBORO (CANADIENSES), que arribó en 1943 y en seguida se dedicaron al trabajo social con los sectores de menos ingresos. A fines del 1946, la Iglesia Católica estaba organizando la Semana Social del Caribe, la cual se realizó a principios de 1947. Este evento sería un gran impulso a la formación de Cooperativas en nuestro país. En ese mismo año de 1946 la Orden Scarboro, a solicitud del arzobispo de Santo Domingo, Monseñor Ricardo Pittini, y por el interés y demanda de expandir cooperativas en todo el país, solicitó a un sacerdote para que se dedicara exclusivamente a la promoción y formación de cooperativas. Es así como llega al país el Reverendo Padre John Harvey Steele (Padre Pablo).

El cooperativismo agropecuario se inicia en República Dominicana en los años 1966 y 1967 (Figura VIII-6). Al principio no existía material educativo para este tipo de cooperativas, esto sumado al individualismo del productor dominicano, representaba una traba para su desarrollo.

Según el IV Censo Cooperativo Nacional 2012, existían 685 cooperativas incorporadas, 104 (15.2%) de ellas agropecuarias y más de 20 de estas pertenecen a la Reforma Agraria. En el periodo agosto 2012 – julio 2013.

Para el año 2020, la institución contaba con 1,162 empresas cooperativas, distribuidas en 1,016 activas y 128 inactivas (entre estas inactivas se encontraron 6 intervenidas y 2 liquidadas).

En términos geográficos, el IDECOOP estaba dividido en 15 Centros Regionales distribuidos en el territorio nacional, siendo las regionales Central y Oriental, respectivamente, las que registraron la mayor concentración de cooperativas, con un total de 595 empresas. Estas corresponden al Distrito Nacional y las provincias de Santo Domingo y Monte Plata.

Les sigue a estas la Regional Santiago, con 135 cooperativas distribuidas entre las provincias de Santiago y Puerto Plata.

Fuera de estas, la regional que presentó mejor indicador de cooperativas por población es Neiba, con 1 por cada 4,429 habitantes, para un total de 36. Esta región abarca las provincias de Bahoruco e Independencia. A continuación, se presenta la figura a con los Centros Regionales y las provincias que componen el radio de acción de dichos Centros:

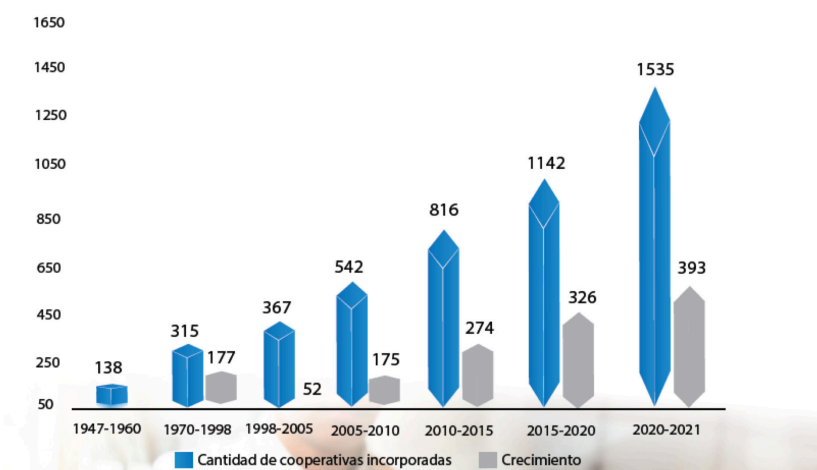


Figura VIII-6. Evolución de la incorporación de cooperativas en Rep. Dom. 1947-2021.

En el país existen decenas de cooperativas reconocidas legalmente, todas responden a un enfoque basado en una cláusula de responsabilidad social.

Las principales funciones de las cooperativas se engloban en dos aspectos: el económico y el sociocultural.

En su función económica. El rol positivo de las cooperativas se nota cuando el desarrollo del mejoramiento individual va acompañado de los siguientes resultados:

- Perfeccionamiento de la competencia
- Impulso al crecimiento de la producción
- Mejoramiento de la distribución de ingresos
- Estabilización de la estructura profesional

En el ámbito de acción sociocultural. Una vez superados los problemas económico más urgentes, las cooperativas pueden y deben destinar una buena parte de sus esfuerzos a la labor sociocultural, la cual se manifiesta, principalmente, en la educación de los socios y en la participación de sus obreros y empleados en la gestión de la empresa cooperativa

4.3 Análisis de la situación de las políticas y estrategias de crédito para las cadenas de importación de alimentos e insumos para la producción y procesamiento de alimentos.

Desde la colonización, República Dominicana fue considerada eminentemente agrícola; las colonias y asentamientos españoles y la sangre taína impregnaron a los dominicanos y su descendencia el cultivo agrícola. Sumando a esto la realidad de que, en tiempos ancestrales, debido al bajo nivel de desarrollo tecnológico, la agricultura, pesca y ganadería, en fin, la producción agropecuaria, eran los medios de producción fundamentales para la subsistencia humana.

Los taínos cultivaban yuca y hacían casabe. La llegada de la caña de azúcar, habichuelas, maíz y calabazas y otros rubros agrícolas, así como la crianza de ganado, entre otras especies, dio origen a un esquema productivo mejor estructurado. En lo sucesivo, la industria azucarera que por siglos fue pilar de la economía, también fue un medio productivo que creó un sistema de sustento económico para la nación fundamentado de manera directa e indirecta en la producción agrícola.

Con el pasar del tiempo y las transformaciones económicas, políticas y sociales propias de toda sociedad, se han dado cambios significativos que han creado una nueva estructura productiva que en cierta forma varían el comportamiento e importancia de la producción agropecuaria. Un ejemplo significativo de ello es que en los tiempos actuales la economía dominicana depende de otros sectores como el turismo, remesas, minería y zonas francas, en menor medida también contribuye a la producción nacional la industria manufacturera local, como las fábricas de alimentos, plásticos, algunos medicamentos, entre otros, que de una u otra forma contribuyen con el engrosamiento de la producción nacional.

A través del tiempo, se observa el incremento de importaciones de productos manufacturados en otros países, tecnologías, textiles y, a veces, hasta productos agrícolas cultivados en otras latitudes. Todo

esto en mayor o menor grado ha contribuido al estancamiento del campo y la producción agropecuaria en la República Dominicana.

Se hace prioritario y fundamental que, en dicho plan, se presenten las condiciones económicas favorables para que los agricultores sientan respaldo y protección ante las necesidades de insumos y los retos financieros que constantemente tienen que enfrentar. Es por ello que se considera como sumamente valioso presentar un plan o propuesta que provea estrategias y condiciones de crédito asequible, viable y rentable para los productores agropecuarios de los diferentes rubros del sector.

4.3.1 Capacidad de la producción agropecuaria en la República Dominicana

República Dominicana es una nación que por siglos ha mantenido un ritmo de trabajo, dedicación y esfuerzo hacia su autodependencia económica por medio del trabajo constante y a través de acuerdos y tratados internacionales. A pesar de ser la cuna de América, el origen de la civilización del nuevo mundo, tiene grandes retos y desafíos.

Recientemente en el país ha habido condiciones desfavorables para el sector, tales como aumento exorbitado de los precios de los insumos, producto de la pandemia por un lado y los efectos externos por el otro, lo que ha llevado a un debilitamiento de la capacidad productiva del sector agroalimentario dominicano. Todo esto a su vez ha tenido una repercusión desfavorable al sector al provocar una baja rentabilidad en los cultivos, disminución de los márgenes de ganancia que, al final, se ha convertido en un desincentivo al sector.

El sector agroalimentario no deja de ser preponderante y determinante para el crecimiento y desarrollo económico dominicano. “La agricultura y la ganadería representan un 8% del PIB, un 14% de la fuerza laboral incluyendo la parte haitiana, el cual no discrimina el tipo de fuerza laboral, y aporta alrededor de un cuarto de las exportaciones. Adicionalmente se suma su contribución a los servicios ambientales, fundamentalmente los vinculados a la protección de recursos hídricos: agua para regadío, potable y energía eléctrica.” (Codespa, 2014),

Hablar de que la agropecuaria representa un 8.0% del PIB es altamente significativo, y a la vez preocupante. Se debe considerar como significativo porque es una cifra representativa, pero por la preponderancia de la agropecuaria para la nutrición y supervivencia del ser humano, es entendible que un 8.0% es limitado. Esto conlleva a la necesidad de tener que crear condiciones y medios para que haya un incentivo a la producción del sector y que, consecuentemente, aumente la participación de la agricultura y la producción animal en la proporción del PIB.

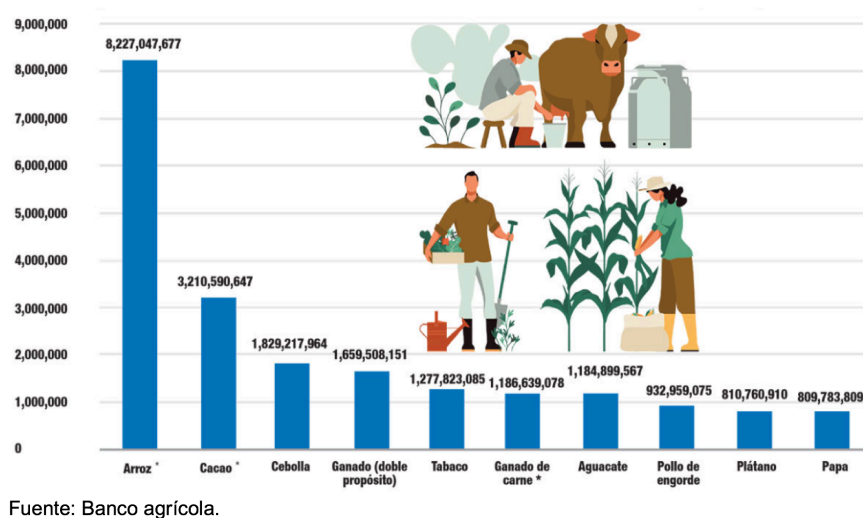
Un elemento importante, y que en cierta forma es uno de los enfoques principales de este programa, lo provoca la falta de financiamiento al sector debido a que, en su mayoría, los productores no poseen título de sus terrenos, los requisitos de acceso y por otro lado, los fondos disponibles no son suficientes para cubrir la demanda. El elemento financiamiento trae como resultado dificultades que terminan en desincentivo. Todo esto provocado en gran medida por la falta de acceso al crédito y la imposibilidad por incapacidad de cumplir con los requisitos para acceder a préstamos en términos de los requerimientos establecidos por las entidades financieras.

La posibilidad de acceder a financiamiento en condiciones favorables e incentivadoras es fundamental para lograr la expansión del sector, su aumento productivo y un crecimiento en la participación de la producción nacional, que se manifieste con mayor participación porcentual en el PIB y en las exportaciones.

La banca múltiple ha mantenido su respaldo a la agropecuaria dominicana, reflejándose en la tendencia positiva que exhibe el financiamiento para el desarrollo de estas actividades productivas, que a noviembre de 2020 alcanzó los RD\$19,932 millones. Solo en lo que va de año la cartera de crédito se ha incrementado en RD\$3,500 millones.

Según el Ministerio de Agricultura (MARD, 2021), para 2014, el sector agroalimentario solo captaba 3.0% de la cartera de crédito vigente en el país, hoy apenas llega a un 1.5%. Esto representa un obstáculo para el desarrollo, lo que significa que hay que crear condiciones y estrategias que cambien esa realidad. Es preciso tener presente que las condiciones desfavorables para el sector agroalimentario, y el desincentivo de este, se constituye en un golpe de efectos impredecibles, de manera específica para las clases más necesitadas.

Otro elemento importante es que, según informes del Ministerio de Agricultura, el 64% de los agricultores son pequeños y en promedio cultivan menos de cinco hectáreas. Esta difícil realidad no permite masificar la producción a gran escala de los diversos rubros agrícolas del país. Por lo que es conveniente considerar las cadenas en donde participa este estrato de productores para establecer prioridad en la adjudicación de préstamos. De manera general y adicional a todo esto hay que tomar en cuenta, cómo otros elementos negativos se convierten en dificultades. Por ejemplo, los altos costos de transporte, la inaccesibilidad por deficiencias y faltas de vías de comunicación, tales como carreteras y caminos interparcelarios. Para cambiar este escenario se hace perentorio valorar las cadenas en donde participan estos productores y así establecer prioridad para la adjudicación de los financiamientos (figura VIII-7).



Fuente: Banco agrícola.

Figura VIII-7. Cadenas productivas que mayor financiamiento ha recibido durante el período agosto, 2020 a enero de 2022.

Un factor que no se debe subestimar es la constante amenaza a los posibles efectos de fenómenos atmosféricos como huracanes, riadas, sequías, entre otros, así como plagas y enfermedades. Todos estos riesgos tienen que enfrentarlos los agricultores sin seguro contra eventualidades, sin financiamiento y sin facilidades para su producción. Es indiscutible que se hace urgente y necesario que se creen condiciones y facilidades, tanto en infraestructuras, impositivas, financieras y de otro tipo, que incentiven el sector y lo hagan un medio de producción rentable por el beneficio y bienestar de todos.

4.3.2 Diagnóstico del sector agroalimentario en la República Dominicana

La condición actual del sector agroalimentario en la República Dominicana llama a que sea considerado de manera seria un análisis que genere iniciativas para su transformación. La agricultura es una fuente de ingreso, para algunas personas que viven en lugares remotos y zonas rurales, esta se constituye en su medio de sustento y supervivencia exclusivo para suplir sus necesidades básicas.

“...en la República Dominicana la agricultura provee empleo a una quinta parte de los trabajadores.” Este enfoque del Banco Mundial nos permite ver que un manejo adecuado de la agricultura, no solo se constituirá en un elemento de generación de sustento económico para una parte importante de la población, sino que también serviría como fuente de generación de ingresos para muchas personas que viven en condiciones de pobreza e indigencia (Banco Mundial, 2020).

Según varios agricultores consultados, entre los principales problemas que enfrentan también se encuentran los altos costos de insumos y servicios, las pérdidas por cuestiones climáticas y plagas, la falta de capacitación, la pérdida de fertilidad del suelo y la infraestructura insuficiente para la comercialización. Expresan que el problema más acuciante es el relativo a la falta de apoyo oficial, de manera puntual en lo relativo al crédito y facilidades técnicas. Otros problemas detectados han sido la falta de capacitación y asistencia técnica, ya que estas son una limitante para el desarrollo del agro.

No se puede desestimar la realidad de que también la falta de infraestructura afecta de manera significativa el desarrollo del sector, debido a que no cuentan con caminos adecuados, cadenas de servicios que les ayuden a recibir con facilidad los insumos requeridos, les den facilidades para transporte de su producción y garantías y asesorías financieras.

Otro elemento para tomar en consideración es la necesidad de contar con tecnología apropiada, especialmente para el pequeño productor. Una parte considerable de los productores agrícolas hacen uso de animales de tiro o yuntas, lo que dificulta la actividad y la hace despreciable para los jóvenes que hoy día busca facilitar la actividad de campo para evitarse complicaciones.

Hay otros graves problemas que afectan sensiblemente la producción, y consecuentemente el desarrollo del sector, entre estos, podemos señalar los siguientes:

- Pobreza y bajo nivel técnico, tradicionalmente hay formas de producción precarias que por su naturaleza misma constituyen focos de enfermedades de animales y permiten la proliferación de plagas en los procesos productivos. Tal es el caso de la porcicultura de traspatio, pocilgas, gallineros y cultivos subsistentes fuera de “Las Vedas”. Así como también, trasiego de animales desde la frontera y vecino Haití, además falta de seguimiento, cuarentena, saneamiento y vacunación animal.
- Baja presencia de prácticas de conservación de recursos naturales, suelo y agua.
- Limitado acceso de caminos interparcelarios, por ausencia de infraestructura o por deterioro por lluvias o uso continuo sin adecuados y oportunos mantenimiento.
- Alto costo de insumos agropecuarios (entre 35-75% mayor), recientemente existe una escalada alcista en los insumos agropecuarios, combustibles, materiales y equipos, producto de proceso inflacionario local e internacional por consecuencia de secuelas de la pandemia y la guerra en Ucrania.
- Limitado conocimiento productivo y administrativo.

- El efecto de modas y uso de tecnológicas inapropiadas da al traste la obtención de los resultados esperados y pérdidas de inversión.
- Altos costos de inversión, uso de tecnología costosa, esto asociado a una administración deficiente, también empeoran la producción.
- Los agricultores, por su bajo nivel académico, carecen en gran medida de “ADMINISTRAR” en todo el sentido de la palabra, y por sus necesidades de subsistencia desvían recursos sin cumplir con el protocolo mínimo para el desarrollo del proyecto.
- Ausencia de políticas claras sobre servicios de Extensión Agrícola; la mayoría de las veces están ausentes y los productores imitan resultados de otros de forma inapropiada.
- Dificultades del Cooperativismo: si los agricultores estuviesen organizados en su gran mayoría sus aportes productivos serían importantes tanto a nivel local, como hacia el sector exportador; siempre y cuando se garanticen los volúmenes, precios y calidad productiva para los diferentes mercados del exterior.
- Comercialización, mercado y precio de los productos: Las cadenas de comercialización han sido establecidas por años, a veces con escasas regulaciones para definir qué tanto debe extenderse, lo que al final genera precios altos para el consumidor final.
- Regulaciones aduanales y de mercados Internacionales: El comercio nacional tiene una dependencia directa de divisas internacionales, por lo que el incremento de las exportaciones de rubros y productos, benefician en gran medida la economía. A raíz de la pandemia se registró un crecimiento de un 12.0% respecto al PBI, se espera que este 2022 el crecimiento sea de 5.5-6.0%, no obstante, el control del gasto y el aumento de las exportaciones e inversión extranjera son factores de primera fila para la economía.
- Los productores empoderados consideran un proyecto de exportación de frutas y vegetales u otro bien, sin conocer bien las interioridades del negocio y mecanismo para ello, la gran mayoría entra en inversiones cuantiosas a producir sin el debido conocimiento de la logística del negocio, aduanas, comercialización y precios en el exterior. En la mayoría de los casos consiguen contratos para suplir mercados internacionales sin contar, ni siquiera con lo más elemental, que son los volúmenes productivos para satisfacer la demanda. Ni hablemos de la calidad del producto de acuerdo a normas y certificaciones del país de destino del producto.

Es por lo expresado anteriormente que el CEI-RD ha jugado en los últimos años un papel preponderante en el sector exportador. Sin embargo, hasta la fecha no ha sido suficiente, dado que gran número de empresas han fracasado por las razones anteriormente expuestas, en su mayoría se ha perdido la inversión de los socios incluso recursos de la banca local.

Otra situación similar se vive con las exportaciones de carne de res. ASOCARNE es un organismo local que sabe conscientemente la oportunidad de negocio que tiene RD en el mercado de carne de res en la vecina isla Puerto Rico que importa carne desde Nicaragua, país Centroamericano más lejano que el nuestro y dicho producto se adquiere a más alto costo, se asume en este caso carne con calidad similar. No obstante, las políticas de trazabilidad animal locales impiden el desarrollo de este sector importante de la economía nacional.

4.3.3 El Seguro agropecuario en la República Dominicana

República Dominicana está ubicada en una zona tropical con muchos elementos climatológicos favorables, pero también con grandes riesgos para el sector debido a la vulnerabilidad de la producción agropecuaria a los fenómenos naturales, tales como huracanes, riadas, sequías, plagas, entre otras. Por la importancia del tema, se hace necesario hacer un énfasis especial en fortalecer el seguro agropecuario como incentivo al productor y que garantice su inversión. Sin un seguro agropecuario efectivo, aunque haya un buen esquema y sistema de financiamiento, es prácticamente imposible que haya un desarrollo integral del sector.

El sector agroalimentario dominicano cuenta con la Aseguradora Agropecuaria Dominicana, AGRODOSA, empresa de capital mixto, de suscripción privada mayoritariamente estatal. Es la única compañía de seguros que respalda a los productores agropecuarios. La empresa apoya todos los cultivos a nivel nacional, siempre que usen tecnología de punta, principalmente arroz, plátanos, bananos, habichuelas, frutales, vegetales en ambientes protegidos y en campo abierto, entre otros. Así como, maquinarias y equipos agrícolas: tractores, cortadoras de arroz, motocultores y equipos de riego. También dispone seguros para infraestructura agropecuaria: factorías de arroz, almacenes de granos, secaderos de cacao y café, plantas procesadoras de leche, granjas de pollos, gallinas ponedoras, granjas de cerdos, entre otros.

Como una alternativa de apoyo a los productores agropecuarios para enfrentar eventos catastróficos, el sitio web <https://digera.gob.do/> publica que el Estado dominicano promulgó la Ley No. 157-09, sobre seguro agropecuario en la República Dominicana. Dirección General de Riesgos Agropecuarios (DIGERA) para poner en ejecución la citada Ley. Se trata de un organismo estatal adscrito al Ministerio de Agricultura, con personalidad jurídica propia, sin menoscabo de las competencias que le correspondan a la Superintendencia de Seguros en relación con el control de la actividad aseguradora.

Para poner en ejecución esta dirección se creó el Fondo Dominicano de Apoyo al Seguro Agropecuario con el objetivo de garantizar los recursos con los cuales el Estado Dominicano apoyaría a los productores que demandan del seguro agropecuario en base a lo establecido. La oficina del presupuesto nacional asigna la suma de RD\$ 150,000,000.00 (ciento cincuenta millones de pesos) como una subvención anual para subsidiar el 50% del costo del seguro agropecuario de los pequeños y medianos productores, garantizando así la inversión, la sostenibilidad, estímulo a la modernización, favorecer la continuidad en el ciclo productivo y mejorar la solvencia financiera del sector agroalimentario.

De acuerdo con CEPAL (2017), la oferta del seguro agropecuario está cubierta por la Aseguradora Agropecuaria Dominicana (AGRODOSA), la Dirección Nacional de Riesgo Agropecuario (DIGERA) y el Banco Agrícola (BA). Mientras que la banca privada interviene en préstamos para invernaderos y microcréditos. La información estadística tanto climatológica como de producción y pérdidas, es de importancia haciendo uso de las tecnologías de la información.

Para cumplir con lo propuesto, el país dispone de un banco de datos técnicos (agropecuario, climático y de riesgos). La Oficina Nacional de Meteorología (ONAMET) elabora un boletín agroclimatológico que abarca las ocho regionales agropecuarias del Ministerio de Agricultura. Con la puesta en vigencia del seguro agropecuario los productores transfieren riesgo a terceros, no pierden su capital y recuperan parte de su inversión. En el período 2013-2016 se subsidiaron 25.000 productores; por ejemplo, en 2015 el pago de indemnizaciones por seguros de vida fue por 60.2 millones de pesos dominicanos y para Seguros Agropecuarios totalizó 294.8 millones de pesos dominicanos.

El país está siendo apoyado por el Banco Mundial a través de una propuesta de implementación del seguro por índice en el sector agropecuario. Los mayores logros los tiene REDDOM, una ONG financiada por USAID, que recibió 14 millones de dólares para la implantación del seguro con base en índices. La DIGERA está procediendo a contactar a todas las asociaciones, cooperativas e instituciones ligadas al sector de pequeños y medianos productores en las ocho Direcciones Regionales Agropecuarias, para dar a conocer el subsidio al seguro agropecuario (CEPAL, 2017).

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

El sector agroalimentario tiene una importancia estratégica en el proceso de desarrollo económico y social de República Dominicana, su producción es esencial para el suministro de alimentos a los hogares urbanos y rurales y de materia prima para la industria. Sin embargo, la autosuficiencia como oferta local, se está viendo afectada en los últimos años por las importaciones, razones por las cuales se deben implementar estrategias financieras para aumentar la oferta local y reducir las importaciones. Se debe apoyar el sector agroalimentario dominicano con políticas públicas eficientes.

Al considerar que el sector público es la mayor fuente de financiamiento del sector agroalimentario, seguido luego por el sector privado. Entonces, se debe enfocar la necesidad de que para el desarrollo del sector es imprescindible que el sector público y privado trabajen de manera integral, así como quintuplican su participación crediticia hacia el sector agroalimentario.

En República Dominicana se hace urgente y necesario que se creen condiciones y facilidades en infraestructuras, impositivas, financieras, y de otro tipo, que incentiven el sector y lo hagan un medio de producción rentable por el beneficio y bienestar de todos. Se reconoce que existen políticas públicas y privadas, pero estas no son suficientes o eficientes para impulsar el desarrollo del sector agroalimentario. Además, es de suma importancia fortalecer el seguro agrícola del país en función de los cambios climáticos y la condición insular del país.

Las dificultades y retos agroalimentarios requieren de atención focal y prioritaria para el correcto y buen desarrollo del sector. Una de las principales opciones está representada por la creación de créditos y facilidades financieras para los medianos y pequeños productores. Por lo que se considera muy importante dar preponderancia a medidas económicas favorables para los de menos capacidad económica que forman parte del agro.

5.2 Recomendaciones

Para el desarrollo y aumentar la eficiencia del sector agroalimentario en República Dominicana, es valioso la implementación de políticas o medidas que incentiven y favorezcan a todos los integrantes y representantes de los diversos subsectores que componen la agropecuaria, en ese sentido, a continuación se presentan algunas medidas y líneas para favorecer el agro y alcanzar un desarrollo integral del mismo:

- Crear programas de incentivo y facilidades de acceso al crédito.
- Segmentación del crédito por capacidad de producción.

- Simplificación de los trámites para préstamos en el sector.
- Aumentar los montos del presupuesto público destinado para préstamos del sector agroalimentario.
- Brindar mayor apoyo financiero a las instituciones especializadas del sector.
- Crear las condiciones para el fortalecimiento del desarrollo del microcrédito, con el propósito de facilitar el acceso crediticio de todas las entidades y unidades de producción informal.
- Que el Estado dominicano sirva de garante ante los pequeños productores informales y sin capacidad de acceso al crédito.
- Destinar fondos de todas las instituciones del Estado para el desarrollo del agro.
- Hacer uso de recursos institucionales diversos a los fines de desarrollar el sector agroalimentario.
- Creación de un sistema de monitoreo que pueda detectar cualquier irregularidad en la financiación del sistema crediticio del sector.
- Dar incentivos fiscales al sector privado para que se integre y destine mayores recursos en condiciones favorables para el sector agroalimentario.
- Aplicación de tasas bajas para los productores informales.
- Desarrollar mecanismos expeditos de facilitación de negocios de las exportaciones a los fines de generar recursos frescos de manera ágil y dinámica.
- Revisar los tratados internacionales que envuelven el agro.
- Diligenciar préstamos internacionales a tasas blandas para el sector privado con incentivos fiscales dirigidos al sector.
- Crear sistemas interinstitucionales en beneficio del sector, con un enfoque financiero dinamizador.
- Incentivar la alta productividad y competitividad sostenible del sector agroalimentario.
- Crear cadenas de producción agropecuarias favorables.
- Creación de clústeres agropecuarios para producción integral de informales y microproductores.
- Abaratamiento de los costos de transporte de productos agropecuarios
- Integración de los productores del agro a los diversos sectores de la producción nacional
- Incentivar el cooperativismo en el sector.
- Dar facilidades e incentivos fiscales para el correcto funcionamiento de las cooperativas agropecuarias.
- Dar incentivos fiscales de respaldo laboral para el sector.
- Abrir nuevos mercados internacionales para el sector exportador del agro
- Incentivar la diversificación en la producción agropecuaria a nivel nacional.

- Diseño de políticas destinadas a promover la competitividad y la producción con altos niveles de calidad
- Educación de todos los productores agropecuarios de zonas rurales.
- Educación financiera de los informales.
- Hacer un estudio y corrección de debilidades institucionales del sector
- Hacer auditorías semestrales a las instituciones públicas financieras del sector agroalimentario.
- Hacer consultas locales en cada municipio a los fines de conocer las necesidades específicas de cada sector por zonas geográficas.
- Diseñar programas de acompañamiento para nuevos productores
- Diseñar programas de acompañamiento para nuevos exportadores.
- Creación de ventanilla única para el sector exportador.
- Rebaja de los aranceles aduanales para los insumos en sentido general del sector.
- Atraer tecnología de punta para el sector.
- Facilidades e incentivos especiales para todos los integrantes de la producción agropecuaria.
- Supervisión permanente a los productores, actuando el Estado como aliado y respaldo de los mismos.
- Otras políticas y medidas de incentivo financiero para el sector.

6. BIBLIOGRAFIA

- Banco Central de la República Dominicana. (2016). Boletín trimestral octubre-diciembre 2015. Departamento de Programación Monetaria y Estudios Económicos.
- Banco Agrícola de la República Dominicana (AGRÍCOLA, (2020). Memoria anual 2019. Disponible en <https://sb.gob.do/media/mn5n02kl/31-de-diciembre-de-2019.pdf>.
- Calderón, G.H., Fayos-Gardó, T., Altagracia-Almánzar, M. (2015). La cooperación a través de cluster cómo medio para mejorar los resultados exportadores del sector agroalimentario en la República Dominicana. Un análisis a través del método del caso. Revista Iberoamericana de Autogestión y Acción Comunal (RIDAA), (66), pp-123.
- Castañeda, R. (2021). Sistemas alimentarios, pandemia y sus efectos en la seguridad alimentaria y nutricional: algunos desafíos para República Dominicana. Revista Estudios Sociales, 44(163):27-46.
- Cobo-Espantaleón, M. F. (2020). Exportación y desarrollo económico: el caso de la banana orgánica en la República Dominicana. 63 p. Disponible en: https://tauja.ujaen.es/bitstream/10953.1/11165/1/COBO_ESPANTALEON_MANUEL_TFG_ADE.pdf.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), (2017). Informe de la reunión de expertos sobre seguros agropecuarios y gestión integral de riesgos en Centroamérica y la República Dominicana. Disponible en https://www.cepal.org/sites/default/files/events/files/informe_de_la_reunion_de_expertos_sobre_seguros_agropecuarios_y_gestion_integral_de_riesgo_en_centroamerica.pdf.
- Del Viejo, J., García, R., Rodríguez-Porcel, M., Rojas, A., Villa, J.L. (2021). Retos y desafíos en cadenas de suministro en República Dominicana por efecto del COVID-19 /. Editores, Óscar Mauricio Beltrán Real, María de Lourdes Núñez. p. cm. — (Nota técnica del BID; 2137). 65 p. Consultado en octubre 2022. Disponible en: <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Retos-y-desafios-en-cadenas-de-suministro-en-República-Dominicana-por-efecto-del-COVID-19.pdf>
- De los Santos, J., Muñoz, G., Egas, J. J., De Salvo, C. P., Schmidt, T. D. (2018). Políticas agropecuarias, el DR-CAFTA y cambio climático en la República Dominicana. Inter-American Development Bank.
- Del Rosario, P. (2021). El consumo de alimentos en República Dominicana. Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF). Santo Domingo, DO. 76p.
- Digera.gob.do. leyes. DIGERA (Dirección General de Riesgo Agropecuario). Disponible en <https://www.digera.gob.do/index.php/sobre-nosotros/marco-legal/category/13-leyes>
- FAO. (2022). La ONU alerta de que la guerra puede aumentar el precio de los alimentos un 22% (en línea, sitio web). Consultado 11 sep. 2022. Disponible en <https://www.epe.es/es/economia/20220311/onu-alerta-guerra-aumentar-precio-13359886>.
- FAO. FAO, FIDA, OPS, PMA y UNICEF. (2020). Panorama de la seguridad alimentaria y nutricional en América Latina y el Caribe 2020. Santiago. FAO.

- FAO. 31 p. Disponible en <http://www.rlc.fao.org/es/conozca-fao/prioridades/agricultura-familiar/%5Cnhttp://www.fao.org/3/a-i4171s.pdf>.
- Flores, R., Muñoz, G., De Salvo, P., Alcaraz, A. (2020). Análisis de políticas agropecuarias en Centroamérica y República Dominicana. Banco Interamericano de Desarrollo (BID). Washington DC. US.
- Global Love. (2014). Introducción Comercial del Sector Agroalimentario en República Dominicana. Asturex, 14 de enero 2014.
- Graziano da Silva, J., Jales, M., Rapallo, R., Díaz-Bonilla, E., Girardi, G., del Grossi, M., Luiselli, C., Sotomayor, O., Rodríguez, A., Rodrigues, M., Wander, P., Rodríguez, M., Zuluaga, J., Pérez, D. (2021). Sistemas alimentarios en América Latina y el Caribe - Desafíos en un escenario pospandemia. Panamá, FAO y CIDES. <https://doi.org/10.4060/cb5441es>
- Isa Contreras, P. (2022). Ministro de Economía expone sobre políticas innovadoras para la transformación agropecuaria y la ruralidad en RD (en línea, sitio web). Disponible en <https://mepyd.gob.do/ministro-de-economia-expone-sobre-politicas-innovadoras-para-la-transformacion-agropecuaria-y-la-ruralidad-en-rd/>.
- Le Coq, J. F., Grisa, C., Guéneau, S. G. E., Niederle, P. A. (2021). Políticas públicas y sistemas alimentarios en América Latina. 550 p. Disponible en: https://agritrop.cirad.fr/599091/2/Miolo_PoliticasAlimentares_ProvaFinal1.pdf
- MARD. (2021). Memoria Institucional, Ministerio de Agricultura 2021 (en línea). Santo Domingo, República Dominicana, s.e. Disponible en <https://agricultura.gob.do/transparencia/index.php/plan-estrategico/memorias-institucionales>.
- MARD. (2021). Desempeño del Sector Agropecuario de la República Dominicana, 2016-2020 (en línea). Disponible en <https://agricultura.gob.do/wp-content/uploads/2021/11/Desempeno-del-Sector-Agropecuario-2016-2020.pdf>.
- OMS. (2022). Informe de las Naciones Unidas: las cifras del hambre en el mundo aumentaron hasta alcanzar los 828 millones de personas en 2021 (en línea). Nueva York, s.e. Disponible en <https://www.who.int/es/news/item/06-07-2022-un-report--global-hunger-numbers-rose-to-as-many-as-828-million-in-2021>.
- Salazar, L. Muñoz, G. (2019). Seguridad alimentaria en América Latina y el Caribe. Banco Interamericano de Desarrollo (BID). Washington DC. US.
- Valdés, J. (2005), Sistematizando la asistencia social: hacia una red de protección social en la República Dominicana. Serie Protección Social No. 1. Unidad de Información Social (UIS). Programa de Apoyo a la Reforma y Modernización del Poder Ejecutivo Secretariado Técnico de la Presidencia Rep. Dom. 63 p. Consultado en octubre 2022. Disponible en: <https://mepyd.gob.do/mepyd/wp-content/uploads/archivos/uaaes/otros-documentos/red-proteccion-social.pdf>

Citar:

Paniagua, Janina Segura, Pedro Antonio Núñez Ramos, Ana Mateo Arnaud, Joaquín Caridad, Enelvi Brito Sosa, Mary Batista, Ricardo Sosa, Socorro De la Cruz, Rafael Mendoza y Jesús Peña (2024) CAPÍTULO VIII. Estrategias Financieras, Actuales y Futuras, para la Generación y Transferencia de Tecnología, Agroalimentaria y Forestal (Gyttaf), Producción y Procesamiento de Alimentos para Lograr Incrementar la Seguridad y Soberanía Alimentaria y Nutricional (SSAN). Pp 165-191 En: Carlos M. Rodríguez Peña, Francisco Roberto Arias Milla y Modesto Reyes (editores) Seminario Actualidad y Futuro para Lograr la Soberanía y Seguridad Alimentaria y Nutricional en la República Dominicana: Generación y Transferencia de Conocimientos y Tecnología. MESCYT 258 pp

valores en DOP				
Tipo de entidad y sector económico de destino	dic-19	dic-20	dic-21	jun-22
BANCOS MÚLTIPLES				
Agricultura, Ganadería, Caza y Silvicultura	20,284,886,253	22,473,896,512	23,058,026,682	23,328,863,112
Pesca	230,303,134	268,810,556	225,112,602	261,862,913
Total Banca Múltiple	20,515,189,388	22,742,707,068	23,283,139,284	23,590,726,025
ASOCIACIONES DE AHORROS Y PRÉSTAMOS				
Agricultura, Ganadería, Caza y Silvicultura	694,937,535	809,440,015	922,873,014	951,971,222
Pesca	12,557,634	11,803,850	5,474,738	7,600,269
Total Asociaciones de Ahorros y Préstamos	707,495,169	821,243,865	928,347,752	959,571,491
BANCOS DE AHORRO Y CRÉDITO				
Agricultura, Ganadería, Caza y Silvicultura	1,202,233,077	1,161,578,750	1,257,033,543	1,388,578,547
Pesca	5,041,238	9,955,442	11,599,240	12,866,448
Total Bancos de Ahorro y Crédito	1,207,274,315	1,171,534,192	1,268,632,782	1,401,444,995
CORPORACIONES DE CRÉDITO				
Agricultura, Ganadería, Caza y Silvicultura	21,601,032	22,276,020	27,206,197	25,233,610
Pesca	98,428	1,612,859	1,562,402	1,323,619
Total Corporaciones de Créditos	21,699,460	23,888,879	28,768,600	26,557,228
ENTIDADES PÚBLICAS DE INTERMEDIACIÓN FINANCIERA				
Agricultura, Ganadería, Caza y Silvicultura	11,158,825	9,649,836	6,368,311	3,950,387
Pesca	ND	ND	ND	ND
Total Entidades Públicas	11,158,825	9,649,836	6,368,311	3,950,387
BANCO AGRÍCOLA				
Agricultura, Ganadería, Caza, Silvicultura y Pesca	21,783,508,000	17,751,594,000	31,335,841,000	20,909,984,000
Total Banco Agrícola	21,783,508,000	17,751,594,000	31,335,841,000	20,909,984,000
FONDO ESPECIAL PARA EL DESARROLLO AGROPECUARIO (FEDA)				
Agricultura, Ganadería, Caza, Silvicultura y Pesca	360,688,011	30,866,204	92,990,826	41,277,577
Total FEDA	360,688,011	30,866,204	92,990,826	41,277,577
Total al Sector Agroalimentario	44,607,013,167	42,551,484,045	56,944,088,555	46,933,511,703
Cartera Total Sistema Financiero	1,225,121,986,090	1,255,952,757,054	1,406,484,628,277	1,516,977,334,985

Nota: Las fechas de cortes son a fin de año, para el año en curso la data es a junio

FUENTE: Superintendencia de Bancos de la República Dominicana.
Banco Agrícola de la República Dominicana.
Fondo Especial para el Desarrollo Agropecuario (FEDA).

7. ANEXOS

Anexo 1. Financiamiento al Sector Agroalimentario por tipo de entidad

Anexo 2. Relación de los requisitos exigidos a los productores agrícolas por los bancos estatales dominicanos.

BANDEX	PERSONA FÍSICA NOTAS ACLARATORIAS - Formulario Conozca su Cliente Persona Física (debidamente completado y firmado). - Formulario Solicitud de Crédito (debidamente completado y firmado). - Formulario Persona Políticamente Expuesta (PEP), si aplica. - Formulario FATCA W-9 debidamente completado y firmado, en caso de ser un ciudadano o residente de los EE. UU. - Formulario FATCA W-8BEN debidamente completado y firmado, en caso de no ser un ciudadano o residente de los EE. UU., si aplica. - Copia documento de identidad: - Cédula vigente. - Si es extranjero: § Pasaporte vigente (página foto y última entrada en RD). § Income Tax o documento similar. § Presentar un Fiador solidario dominicano. - Documentación Financiera (*): - Tres (3) últimos Estados Financieros y/o Patrimoniales con su declaración Jurada de Impuestos (IR-1). - Copia sellada de los 6 últimos Estados de Cuentas Bancarias. - Carta de trabajo (en caso de ser asalariado). - Si estuviese pensionado, carta de la Institución de donde fue pensionado.
BANRESERVAS	- Formulario de solicitud. - Constancia de ingresos. - Estados financieros. - Fotocopia de cédula de identidad y electoral o pasaporte. - En caso de ser con garantía solidaria, se requerirá la misma documentación para el garante.
BAGRICOLA	Fotocopia de la cédula de identidad y electoral. Carta de autorización para consulta del Buró de Crédito. Propuesta del proyecto y monto estimado. Informe financiero reciente variable según monto solicitado.

CAPÍTULO IX

SISTEMA UNIVERSITARIO DE INTEGRACIÓN CIENTÍFICA- TECNOLÓGICA AGROALIMENTARIA Y FORESTAL

INTRODUCCIÓN

En República Dominicana, la competitividad ha estado presente en el desarrollo de las actividades económicas, evolucionando al ritmo y velocidad que las circunstancias políticas han exigido. Recientemente, ha tomado mucho impulso el proceso de globalización, teniendo en cuenta la competencia mundial y que no solo le es indispensable para mantenerse activa en los mercados internos, sino que se le exige sincronizarse con la política económica internacional. Por lo anterior, la promoción de la competencia, entre naciones y entre empresas, tiene sentido en el nuevo orden económico internacional. Lo que no tiene sentido, es la falta de reconocimiento del rol de la agricultura en el cambio global y desarrollo sostenible. Pero sí refleja el trato dado al Sector Agroalimentario y Forestal (Sector), en países en vías de desarrollo y por algunas agencias de desarrollo.

No existen fórmulas mágicas para desarrollar el Sector, sin embargo, se puede considerar que para lograr su desarrollo sostenible en el País, se requerirá redefinir los roles institucionales del sector público y del privado. En ese sentido, será necesario analizar las políticas macroeconómicas e industriales para eliminar prácticas discriminatorias contra la agricultura, y será necesario mejorar la infraestructura rural, los servicios, y reducir costos energéticos.

Se reconoce que, para lograr el desarrollo tecnológico del País, también es necesario enfrentar otros tres obstáculos importantes. El primero es consecuencia de los pocos esfuerzos para motivar al sector privado de asumir responsabilidades en las actividades de generación y transferencia de tecnología agroalimentaria y forestal (GYTTAF), tal como lo promueve el nuevo modelo económico; el segundo, es que las actividades agroalimentarias y forestales son consideradas ajenas al sistema agroindustrial, por lo que las actividades de GYTTAF terminan normalmente en “la puerta de la finca”; y el tercero, es la escasez de recursos financieros disponibles para las actividades de GYTTAF públicas. Una alternativa viable es, la adopción de medidas que promuevan la cooperación horizontal, al nivel nacional, por medio de una responsabilidad compartida entre universidades y el sector privado, que vuelva más eficiente el uso de los recursos humanos, financieros, estructurales y de equipos disponibles.

La GYTTAF necesaria en el País, requiere de muchas disciplinas (ver Cuadro 1 y Figuras 3 y 4), especialidades, información y recursos de muchas instituciones y países. Los actores del Sector señalan la necesidad de modernizar las políticas Sectoriales y enfocarlas al desarrollo, principalmente las de crédito y tenencia de la tierra, lograr la equidad de acceso a la tecnología, formar profesionales con competencias pertinentes y relevantes para el Sector, fortalecer las organizaciones gremiales y enfrentar los paradigmas tecnológicos del Sector. La capacidad nacional de respuesta frecuentemente trasciende las capacidades institucionales y sus fronteras. Generalmente, los problemas de producción son comunes con los de sus vecinos subregionales, por lo tanto, también las soluciones. Esto permite reconocer que es esencial un esfuerzo nacional e internacional para impulsar el desarrollo del Sector.

Cuando se asegura haber desarrollado una nueva variedad de un rubro agrícola, es importante que se realicen análisis que cierre las brechas de dudas que puedan surgir. Por esa razón, se debe tomar en cuenta que análisis imprescindibles a realizar, esto caracterización molecular de dicha variedad y análisis

multivariado como análisis de componentes principales y funcional discriminante. A nivel molecular, Máxima verosimilitud (Maximum likelihood), Neighbor Joining y árbol de consenso (bootstrap). Los gráficos que se realicen permitirán visualizar cómo se diferencian de otras variedades. Todo esto permitirá establecer las similitudes y diferencias con otras variedades.

La Mesa de Decanos y Directores de Carreras Agroalimentarias y Forestales MEDEAGROF), reconociendo que estas intervenciones contribuyen a la modernización de la agricultura y silvicultura, pero tomando en cuenta que es la investigación-extensión el componente que más potencial tiene de contribuir a incrementar la productividad, ingresos y sostenibilidad del Sector, MEDEAGROF constituyó el Sistema Universitario de Integración Científica y Tecnológica Agroalimentaria y Forestal (SUICTAF), que fue reconocido y aprobado por el Consejo Nacional de Ciencia y tecnología (CONESCYT) en 2022.

A través del SUICTAF, las IES se integrarán al SINIAF para contribuir al logro de la agenda nacional de investigación-extensión agroalimentaria y forestal para:

1. incrementar la productividad, competitividad y sustentabilidad del Sector y de las comunidades rurales,
2. generar y transferir prácticas que protejan el ambiente,
3. aprovechar oportunidades ofrecidas por convenios comerciales,
4. fomentar el flujo de tecnología,
5. fortalecer el rol de la mujer rural, y
6. lograr y consolidar la seguridad y soberanía alimentaria, familiar, comunitaria y nacional.

Para que el cambio tecnológico contribuya a la reconversión del Sector, lo haga competitivo y se superen los obstáculos al desarrollo, el SUICTAF promoverá lo siguiente:

1. la participación de los productores/procesadores agroalimentarios y forestales en la planificación, seguimiento, evaluación y financiamiento, de las actividades de Generación y Transferencia de Tecnología Agroalimentaria y Forestal (GYTTAF),
2. el aprovechamiento de las capacidades de los centros internacionales y subregionales de GYTTAF, y la participación en las redes de América Central y/o el Caribe (Subregión) de cooperación científica-tecnológica; y
3. el fortalecimiento de las capacidades nacionales de GYTTAF, por medio de la formación y capacitación de recursos humanos, el mejoramiento de la infraestructura, y equipos para la GYTTAF.

Justificación

La información ostentada en la introducción, evidencia que el beneficio potencial de establecer el Sistema Universitario de integración Científica-tecnológica Agroalimentaria y Forestal (SUICTAF), es grande. No solamente en términos de fortalecimiento institucional, como prerrequisito de un mayor

desarrollo económico, sino principalmente, en el logro de estándares más elevados de sostenibilidad y competitividad agroalimentaria y forestal y de una balanza comercial más favorable. De igual manera, es de esperar que se produzcan beneficios adicionales tal como: soberanía y seguridad alimentaria para todos; mayor bienestar, desarrollo social y económico de la población rural, en especial, la de escasos recursos y niveles acentuados de pobreza; y uso racional y sostenibilidad de los recursos naturales (Figura IX-1).

Propuesta de Constitución

Con el objetivo de adecuar los perfiles profesionales y los currículos de las carreras de ingenierías, incluyendo las agroalimentarias y forestales, el MESCYT implementó un proceso de reforma curricular. Esta reforma pretende mejorar la capacidad analítica de los ingenieros y su capacidad para vincular los conocimientos con la práctica; adaptar el perfil profesional de los egresados a los requerimientos del Sector; y establecer un sólido vínculo entre la comunidad académica y el Sector productivo. Uno de los objetivos específicos de este proceso, propone desarrollar o aumentar las competencias de los profesionales para realizar actividades de investigación y extensión agroalimentaria y forestal (**Figuras IX-3 y IX-4 y Cuadro IX-1**).

La situación actual de la GYTAF en las IES (**Figura IX-2**), demanda aprovechar todas las instancias capaces de generar y transferir tecnología agroalimentaria y forestal en el País. Por lo tanto, se justifica promover la consolidación del **mecanismo de coordinación** y su integración horizontal al Sistema de investigación Nacional Agropecuaria y Forestal (SINIAF), al sistema subregional de América Central (SICTA) y/o del Caribe (PROCICARIBE); establecer convenios con organismos y centros internacionales y regionales de investigación y desarrollo; y con organismos no gubernamentales (ONG) que operan en el País.

Entonces, en atención a las políticas Sectoriales de desarrollo del País y a las necesidades de la sociedad dominicana, el MESCYT y las IES: Universidad Instituto Superior de Agricultura (UNISA), Universidad Católica del Cibao (UCATECI), Universidad Tecnológica del Cibao Oriental (UTECO), la Universidad Agroforestal Fernando Arturo de Meriño (UAFAM), la Universidad Autónoma de Santo Domingo (UASD), la Universidad Pedro Henríquez Ureña (UNPHU) y la Universidad Nacional Evangélica (UNEV), el Instituto especializado de Estudios Superiores (IEESL), Universidad Federici Henríquez y Carbajal (UFHEC) y la Universidad Tecnológica del Sur (UTESUR) (Figura IX-5), propusieron constituir el “Sistema Universitario de Integración Científica-Tecnológica Agroalimentaria y Forestal (SUICTAF)” adscrito al MESCYT, como consorcio de generación y transferencia de tecnología agroalimentaria y forestal y la estrategia que lo implemente, con fines de superar las limitantes que impiden contribuir eficazmente a la competitividad y sostenibilidad de la producción agroalimentaria y forestal y de las comunidades rurales. Esta propuesta, es el objeto de este documento.

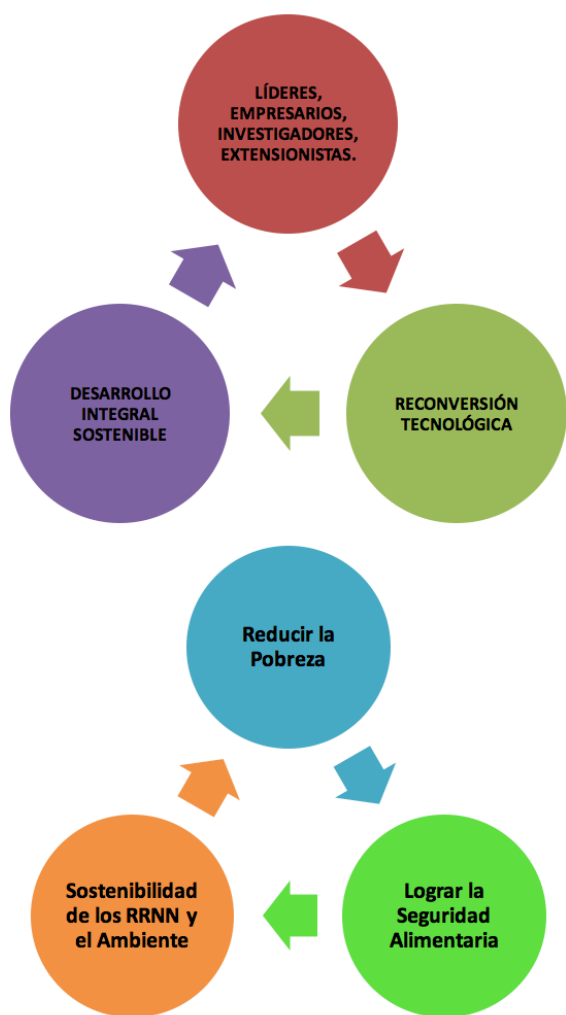


Figura IX-1. Beneficios Potenciales de la Integración.



Figura IX-2. Situación Actual de la GYTAF Universitaria.

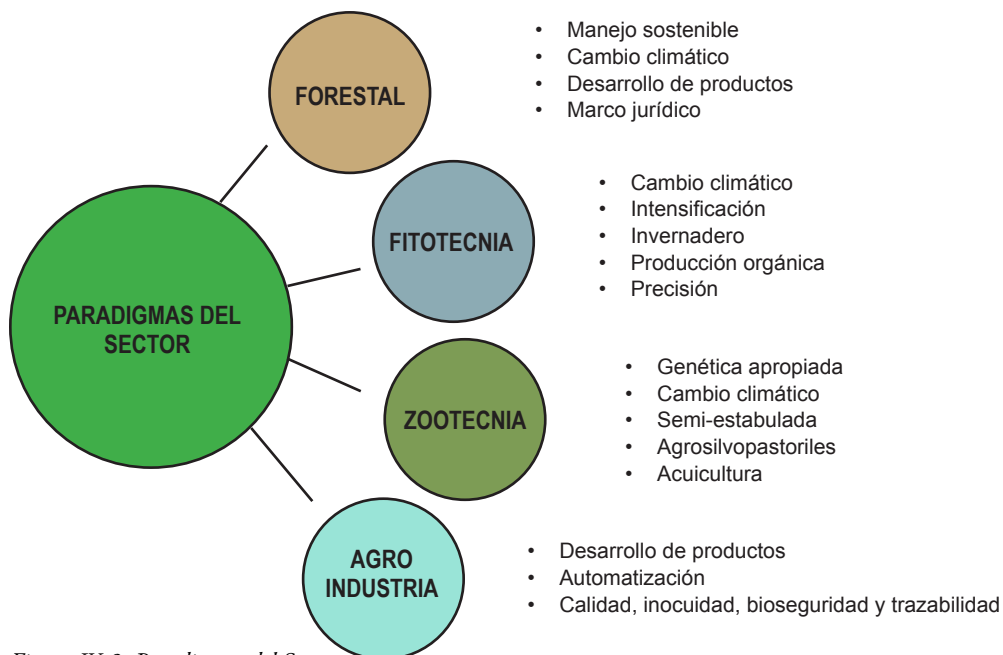


Figura IX-3. Paradigmas del Sector.



Figura IX-4. Desafíos de la Investigación y Extensión.

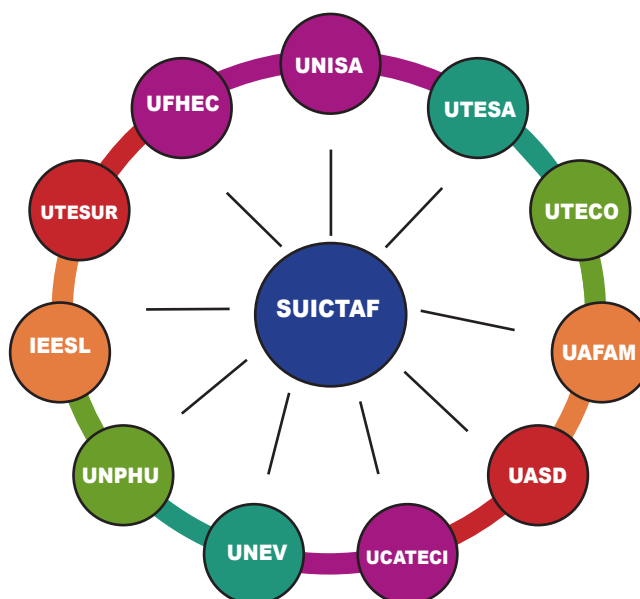


Figura IX-5. Instituciones de educación superior promotoras del SUICTAF.

Lineamientos Básicos

Los lineamientos y criterios básicos que definen la naturaleza del SUICTAF, en función de las necesidades específicas del País, son:

1. **Burocracia Mínima y Competencia Profesional:** Tiene una estructura organizativa, con mínima burocracia, permitiendo mayor flexibilidad y agilidad, en procedimientos y acciones.
2. **Problemas de Solución Compartida y Elevada Extrapolaridad:** Parte del supuesto básico de que no trabajará en acciones que pueden ser desarrolladas por las IES individualmente. En este sentido, adicionará resultados a las acciones que ya ejecutan, trabajando en problemas comunes, y desarrollando tecnologías que tengan elevada capacidad de transferencia entre regiones y entre Países.
3. **Modelo Abierto:** Dado que existe un capital humano técnico innovador disponible y capacidades de investigación significativas fuera del País, trabajará con un modelo abierto, que le permita la apropiación de resultados existentes y el aprovechamiento de la capacidad instalada en investigación en el País, y dentro y fuera de la Subregión.
4. **Aprovechamiento de Ventajas Comparativas y Especialización:** En consideración a la existencia de importantes asimetrías institucionales entre las IES, se desarrollará un componente de fortalecimiento institucional orientado a los equipos de GYTAF de las IES, para un mejor aprovechamiento de los resultados.
5. **Enfoque de Sistemas y Cadenas de Valores:** Dada la importancia de agregar valor a los productos agroalimentarios y forestales para satisfacer necesidades crecientes de diversificación del consumo y requerimientos adicionales de calidad, promoverá el desarrollo de un componente agroindustrial, con el enfoque de cadenas agroalimentarias y forestales; y proyectos integrales de investigación en base a equipos multidisciplinarios.

- 6. Bienes Públicos y Privados:** Trabajaré no solamente en el campo ya tradicional de cooperación en tecnologías precompetitivas llamadas bienes públicos, (recursos genéticos, agua, suelos, bancos de germoplasma, acciones iniciales de mejoramiento), sino también en tecnologías terminadas, de rápida incorporación al proceso productivo, con características que permitan su apropiación y de incremento en los niveles de competitividad de los productores / procesadores.
- 7. Emprendimientos Conjuntos:** Estimularé la participación del sector privado rural y urbano, para el desarrollo comercial de innovaciones tecnológicas, como también la participación de las IES.
- 8. Complementación y Colaboración:** Complementaré y apoyaré las acciones colaborativas que ya se están desarrollando en el País y la Subregión, especialmente en trabajos de red especializadas, cuyas prioridades deberán ser compatibles con las del SUICTAF.

Plan para la Constitución del SUICTAF ETAPA1:

Las instituciones que pueden contribuir a solucionar problemas y a fomentar una agricultura y un desarrollo rural sostenible, son de diversos tipos, que entre otros incluyen, el Ministerio de Agricultura y sus dependencias, el CONIAF, el SINIAF, el IDIAF, el MESCOT, MMARENA, las IES, Organismos Internacionales, ONG, el sector privado, gremios, bancos, cooperativas y asociaciones de productores o procesadores. Las funciones y responsabilidades de estas instituciones son diversas. Además, es cierto que una sola institución no puede proporcionar la experiencia técnica, el contacto con las comunidades, los incentivos y sanciones, las políticas, y los recursos financieros y humanos necesarios para organizar la GYTAF de las IES. Por ello, es necesario fortalecer los vínculos entre estas instituciones y el mecanismo coordinador interuniversitario, el SUICTAF.

Además, es necesario recordar que cada vínculo en términos de comunicación, coordinación y acuerdos tiene su costo. Para minimizar costos, los vínculos se basarán en definiciones claras de objetivos, roles y responsabilidades. Para desarrollar esta etapa, que comienza una vez aprobada esta propuesta, las IES, designarán representantes que se integrarán en el Equipo Constituyente.

Para desarrollar el Plan de Trabajo, el Equipo Constituyente detallará la tecnología disponible o faltante según los rubros prioritarios, luego identificarán las demandas tecnológicas insatisfechas y por último, definirán las capacidades de las instituciones nacionales de atender dichas demandas.

Implementación del Plan ETAPA 2:

La segunda etapa se inicia con el primer desembolso del proyecto de cooperación y cuando esté aprobado el Plan y constituido el SUICTAF. Esta etapa se desarrollará mediante la ejecución de los proyectos contenidos en el Plan, los que estarán enmarcados dentro de los cuatro Programas. Los proyectos realizarán acciones de ámbito nacional y subregionales. La “subregionalidad” estará dada por la estrategia que se basa en la responsabilidad compartida con instituciones de generación y transferencia de tecnología de las subregión de América Central y el Caribe, como mecanismo que evite duplicaciones innecesarias y mejore el uso de los recursos disponibles para tratar temas de interés regional.

Beneficiarios

Se consideran como beneficiarios indirectos de la integración, en primer lugar, el proceso de reconversión económica del País, que desde la perspectiva de los resultados de GYTTF se verá reforzado. Adicionalmente, se beneficiarán las IES, por un incremento en su capacidad de docencia, de GYTTF y de generación de resultados pertinentes para el Sector.

Los beneficiarios directos de la integración serán en primer lugar, los productores y procesadores agroalimentarios y forestales del País, que dispondrán de un volumen mayor de tecnología apropiada para enfrentar los paradigmas tecnológicos e incrementar su sostenibilidad, competitividad e ingresos. En segundo lugar, los consumidores, tanto nacionales como extranjeros, que dispondrán de más productos con calidad e inocuidad, y finalmente, el ambiente y la base de recursos naturales, en el sentido de que las tecnologías serán más compatibles y/o recuperadoras de agroecosistemas y serán limpias.

Misión, Visión, Valores y Objetivo General

Como elementos orientadores para el equipo constitutivo, se propone que el SUICTAF sea un sistema comprometido con el desarrollo rural y la agricultura, la silvicultura, la agroindustria y forestería sostenibles, dispuesto a intercambiar experiencias y establecer alianzas con agro-empresarios, productores, procesadores, instituciones de la sociedad civil, científicos, empresas e instituciones públicas, para impulsar la reconversión del Sector. Además, se sugieren como ejemplos las siguientes declaraciones de misión, visión y valores:

Misión: Contribuir a la generación de riquezas, al desarrollo sostenible rural y del Sector, a través de innovaciones que propicien la eficiencia de los sistemas de producción y de las cadenas de valores agroalimentarias y forestales, a la conservación del ambiente y al uso racional de los recursos naturales.

Visión: Ser un sistema de GYTTF reconocido nacional y sub-regionalmente por sus aportes tecnológicos.

Valores:

1. **Responsabilidad:** Asume todas las implicaciones de sus actividades, comprometiéndose con el ambiente y con los resultados finales.
2. **Equidad:** Reconoce el derecho de todos y todas al acceso de los conocimientos, tecnología y recursos.
3. **Bioética:** Reconoce el valor del capital humano, del ambiente, de los recursos naturales, de la agricultura, foresta y agroindustria.
4. **Cooperación:** Acoge alianzas con instituciones e individuos con objetivos y valores compatibles con los propios.
5. **Innovación:** Procura e impulsa conocimientos y tecnologías para productos y procesos orientados al mercado y al bienestar común, que contribuyan a la conservación del ambiente y al uso racional de los recursos naturales.
6. **Calidad:** Está comprometido con la calidad en todo lo que hace.

Objetivo General: El objetivo general del SUICTAF es impulsar la integración científico-tecnológica de las IES, a través de la promoción del cambio tecnológico agroalimentario y forestal, utilizando la integración y complementación con el SINIAF y el SICTA, para contribuir al mejoramiento de la productividad, competitividad y sustentabilidad del Sector y al uso racional y conservación de los recursos naturales y del ambiente, con el fin de mejorar la calidad de vida de la población dominicana. La meta, es lograr una agricultura y un desarrollo rural sostenible.

Naturaleza y Estructura Orgánica

Conviene que la estructura organizativa del SUICTAF sea liviana y ágil y el poder de decisión debe ubicarse en el componente de la demanda (los productores / procesadores). El SUICTAF poseerá una organización matricial (**Figuras 6 y 7**) basada en funciones técnicas, líneas administrativas y de coordinación. En su macroestructura se pueden identificar tres niveles: 1) el deliberativo, que es su Asamblea General; 2) el decisorio que es Consejo Directivo, que estará presidida por un presidente electo de entre las IES, integrada por un representante de cada IES miembro, los productores / procesadores y del sector público; y 3) el Ejecutivo, dirigido por un Coordinador Ejecutivo, apoyado por un coordinador de relaciones públicas, un Gerente Financiero y un Gerente de Administración. El organigrama propuesto, es también liviano y ágil de naturaleza. Para asegurar una vinculación efectiva con los usuarios, se propone que el Coordinador Ejecutivo sea independiente, preferiblemente coordinado por el MESCYT. Para mantener una integración funcional entre investigadores y extensionistas se proponen mecanismos de coordinación a tres niveles, El Consejo, el Coordinador Ejecutivo y los Coordinadores a nivel de cada IES.

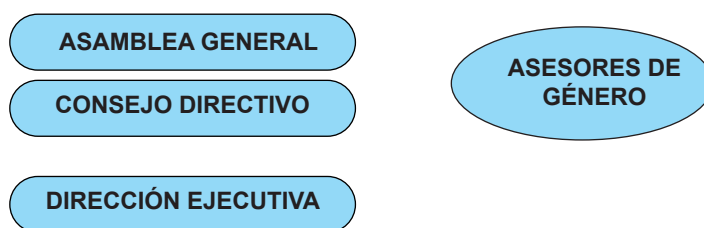


Figura 6. Macroestructura del SUICTAF

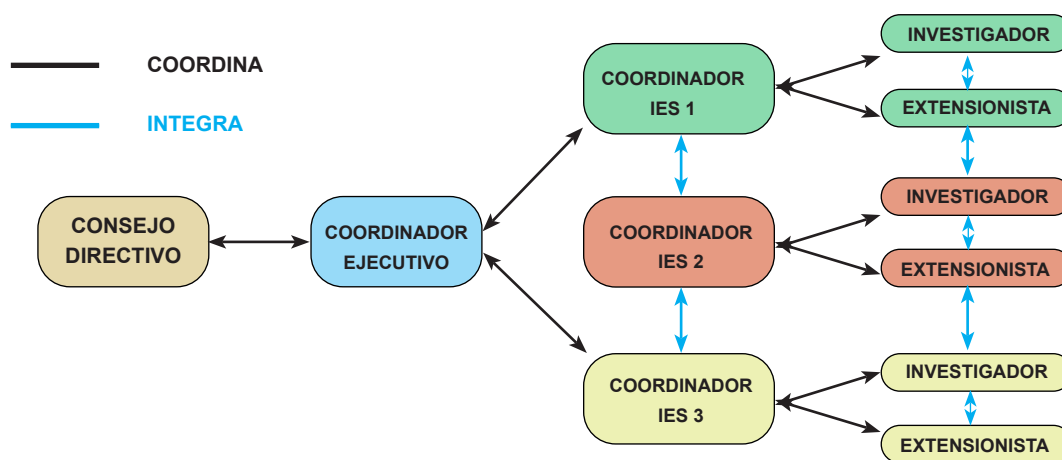


Figura IX-7. Organigrama del SUICTAF

Productos Esperados

Los productos esperados del SUICTAF son los siguientes (figura IX-8):

1. Operan eficazmente los programas de GYTTF.
2. Mejora la cantidad y la calidad de las alternativas tecnológicas que se difunden como resultado de:
 - a. La adopción gradual, por parte de las IES, de un enfoque de GYTTF en el que las cadenas de valores de los rubros agroalimentarios y forestales de prioridad nacional y subregional, se constituye en el objeto de sus acciones.
 - b. La participación efectiva de los actores de esas cadenas (productores agroalimentarios, entidades públicas y privadas de GYTTF industriales y comercializadores) en la programación, ejecución, seguimiento, evaluación, y financiamiento, de las actividades de GYTTF.
 - c. Mejor identificación de tecnología para su importación, adaptación o adopción, por efecto de un empleo más eficaz de la información que proveen las IES, centros internacionales y regionales y las redes de cooperación recíproca que operan en la región.
 - d. La asignación de un valor económico a la tecnología generada o por adquirir, para los casos en que la contratación su desarrollo o transferencia, desde o hacia otros países, sea remunerada en forma apropiada.
 - e. La identificación, formulación y ejecución eficaz de proyectos nacionales, apoyados en una acertada distribución de responsabilidades entre los socios que integran el SUICTAF y el SINIAF.

Estrategia Operacional

Para lograr los productos propuestos, el SUICTAF se organiza en cuatro programas interdependientes (Figura IX-9):

1. Generación y Transferencia de Tecnología (GYTTF).
2. Información, Comunicación y Documentación (ICD).
3. Políticas y Fortalecimiento Institucional (PFI).
4. Formación, Capacitación e Intercambio de Profesionales (FCIP).

La estrategia propuesta para la constitución del SUICTAF, se fundamenta en que fortalecer la capacidad de las IES para realizar actividades de generación y transferencia de tecnología, requiere: fomentar la vinculación intra e interuniversitaria para desarrollar programas conjuntos de GYTTF; contribuir a la funcionalidad de los sistemas nacionales de investigación y de extensión, que incluya la participación de las IES; y desarrollar un mecanismo participativo (de docentes-investigadores, extensionistas, estudiantes y beneficiarios), para el establecimiento de las agendas universitarias e interuniversitarias de GYTTF (Figura IX-10).

Con la información ya recopilada y la que el Equipo Constituyente pueda aportar, se contará con los elementos orientadores para desarrollar la estrategia del SUICTAF. Se propone que la estrategia por lo menos contenga los siguientes elementos:

1. Estructura, organización y operación del SUICTAF.
2. Misión, visión y objetivos del SUICTAF.
3. Definición del inventario de recursos humanos, equipos e infraestructura para la generación y transferencia de tecnología.
4. Detalle del inventario tecnológico actual
5. Fortalecimiento de los socios.
6. Mecanismo para establecer y financiar la agenda de investigación y extensión del SUICTAF.
7. Mecanismo interno y externo, de vinculación de la investigación con la extensión.
8. Mecanismo de vinculación del SUICTAF, al SINIAF y a los sistemas externos.

Dada la organización actual de la GYTAF, su escala institucional, los recursos humanos disponibles, e infraestructura existente, es difícil lograr el grado de eficiencia requerida para suplir oportunamente y con eficiencia, la demanda de tecnología de los productores/procesadores, y de los consumidores, sin incurrir en costos elevados y duplicidad. Generalmente, los problemas de producción son comunes a varias regiones del País, y a los países centroamericanos y caribeños; por lo tanto, también las soluciones. Por lo tanto, para contribuir a lo anterior, el SUICTAF requiere complementar sus esfuerzos con información y recursos de generación y transferencia de tecnología con instituciones nacionales y subregionales.

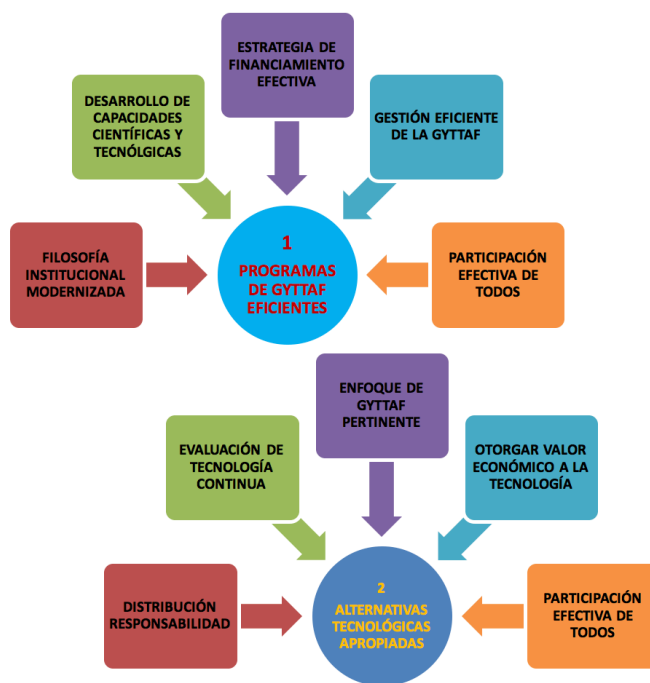
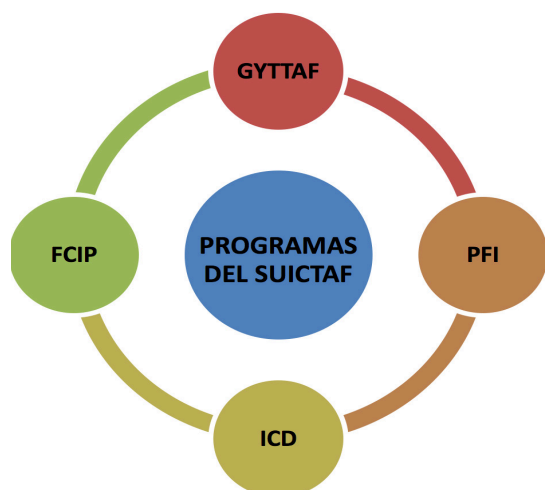


Figura IX-8. Productos Esperados.



(GYTTAF) Generación y Transferencia de Tecnología Agroalimentaria y Forestal; (PFI) Políticas y Fortalecimiento Institucional; (ICD) Información, Documentación y Comunicación; (FCIP): Formación, Capacitación e Intercambio Profesional.

Figura IX-9. Programas del SUICTAF

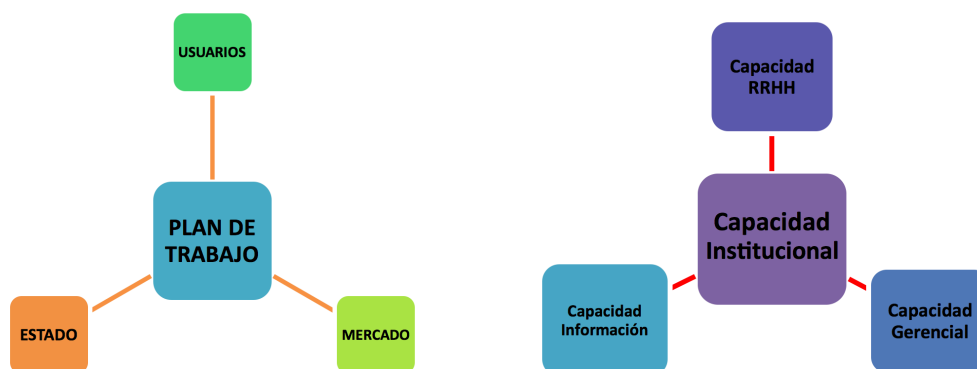


Figura IX-10. Estrategias para Lograr los Productos del SUICTAF

Al nivel nacional, el SUICTAF, concentrará esfuerzos en identificar o redefinir las prioridades de GYTTAF de IES en el corto, mediano y largo plazo, para generar tecnología eficiente y en fortalecer al SINIAF, incluyendo la importante participación del Sector privado y ONG (Figura IX-11). La GYTTAF se realizará con un enfoque de sistemas de producción y cadenas de valores, de manera participativa y con perspectiva de género y de equidad. El SUICTAF responderá a demandas originadas de paradigmas socioeconómicos, tecnológicos y de mercado, tanto nacionales, como subregionales e internacionales (Figura IX-3 y Cuadro IX-1).



Figura IX-11. Proceso para el Desarrollo del Plan de Trabajo.

Para lograr los productos esperados de estos objetivos, se hará uso adecuado de la información y de los recursos humanos, físicos y financieros disponibles. Para alcanzar el primer producto, la estrategia será articular el SUICTAF con los organismos subregionales y con las redes de cooperación científico-técnica de los centros internacionales de investigación. Para lograr el segundo producto se

propone compartir responsabilidades entre las instituciones nacionales de generación y transferencia de tecnología, según sus capacidades para resolver la problemática tecnológica del Sector.

Fortalecimiento de los socios del SUICTAF y SINIAF

El SUICTAF desarrollará la capacidad institucional de sus socios, a través del entrenamiento formal de los docentes universitarios y desarrollando la capacidad de gerencia de la generación y transferencia de tecnología. De igual forma, contribuirá activamente al fortalecimiento del SINIAF y el manejo efectivo de la información y comunicación, serán labor del SUICTAF.

Se propone que el SUICTAF implemente su agenda a través de los programas GYTAF de las IES asociadas y establecer un mecanismo para coordinar las actividades de los equipos universitarios. Por su lado el SINIAF puede:

1. jugar un rol catalítico en el establecimiento de la agenda del SUICTAF;
2. fomentar inversiones del gobierno y del Sector privado en el SUICTAF; y
3. fomentar la eficiencia y responsabilidad del SUICTAF.

Con el apoyo del Gobierno e instituciones internacionales de desarrollo, el SUICTAF podría ser catalítico en el establecimiento de la agenda nacional de generación y transferencia de tecnología, organizando un foro nacional, el cual se podría reunir cada año, para: identificar el inventario tecnológico demandado; identificar problemas, informar del progreso y definir las necesidades de generación y transferencia de tecnología nacional; establecer las prioridades de generación y transferencia de tecnología; definir el rol y complementariedad de cada socio del SUICTAF; analizar y evaluar los resultados de generación y transferencia de tecnología; y aprobar los resultados de la investigación a difundir como recomendaciones, y fortalecer los convenios y asociaciones.

Además, se pueden desarrollar foros regionales que llenen las necesidades de cada región -territorio, que serán organizados con objetivos similares y serán complementarios al foro nacional, con la participación de los socios del SUICTAF que tengan interés en una región en particular. Se espera que estos foros, influyan en las agendas de generación y transferencia de tecnología del SINIAF y del SUICTAF, la formulación de políticas institucionales y fortalezcan su capacidad de planificación. El SINIAF deberá aumentar sus esfuerzos para fomentar la participación de los socios del SUICTAF en sus actividades.

Para asegurar que la participación de los usuarios del SUICTAF sea más efectiva en los foros propuestos, se propone lo siguiente: invitar a los productores/procesadores a unirse a las asociaciones respectivas y invitar asociaciones de productores/procesadores y ONG a ser miembros del SUICTAF, e invitar a las asociaciones pequeñas de productores o procesadores a integrarse en gremios.

En lo que se refiere a la eficiencia y responsabilidad del SUICTAF, se propone: mantener el poder de decisión en Dirección Ejecutiva, la cual sería auxiliada por un Comité Técnico y de otros comités (ad hoc) y equipos de trabajo, y establecer una unidad de evaluación a nivel de SUICTAF para realizar evaluaciones a nivel del sistema y estimar su impacto.

Cuadro 1
Prioridades de Investigación Identificadas por los Actores del Sector

Fitotecnia	Granos básicos: habichuelas, guandules, arroz, maíz y sorgo y otros. Raíces y tubérculos: yuca, yautías, batata, y ñame. Cultivos no Tradicionales de Exportación: Frutales: cítricos, mango, aguacate, plátano, y guineos. Hortalizas: ajíes, tomate, melón, y cebolla, entre otros. Cultivos de exportación: café, cacao, tabaco, y caña de azúcar. Manejo: buenas prácticas de producción, producción de semilla y otros materiales de siembra; sanidad vegetal, calidad, inocuidad y trazabilidad de los cultivos y alimentos; nutrición de cultivos, uso y conservación de aguas, riego, labranza de conservación, manejo, conservación, rehabilitación de suelos, agricultura orgánica, agroforestería, agro-energía, intensificación y producción en invernadero; prevención y manejo de riesgos; manejo postcosecha; y comercialización.
Silvicultura y Agroforestería	Manejo de sistemas: buenas prácticas de producción; agroforestales; agrosilvopastoriles; mejoramiento genético; manejo postcosecha; prevención y manejo de riesgos; y comercialización.
Zootecnia	Producción: bovinos; caprinos; ovinos; aves; conejos; y apicultura; reproducción y mejoramiento genético. Manejo: buenas prácticas de producción, uso de subproductos, agro-energía, y control de emisión de gases, sanidad animal, calidad, inocuidad y trazabilidad de los animales y productos; nutrición y alimentación animal; manejo de pastizales, sistemas agrosilvopastoriles, cultivos forrajeros; uso de subproductos; prevención y manejo de riesgos; y comercialización.
Acuicultura	Manejo: buenas prácticas de producción; reproducción, alimentación; mejoramiento genético; sanidad, calidad, inocuidad y trazabilidad de los animales y producto; manejo postcosecha o captura; y comercialización.
Uso y Conservación de los RRNN	Manejo y conservación: de suelo, agua, flora y fauna y conservación in situ y ex situ de flora y fauna; mitigación y adaptación al cambio climático; preparación, prevención y manejo del impacto por desastres naturales; rehabilitación de zonas degradadas.
Agroindustria y Postcosecha	Industrialización: Buenas prácticas de manufactura; manejo postcosecha; procesamiento / transformación; desarrollo de productos; calidad, inocuidad y trazabilidad de los productos; y comercialización y mercados.
Desarrollo Rural Sostenible	Desarrollo: Diagnóstico de necesidades; seguridad alimentaria familiar y comunitaria; uso de los recursos; y métodos de extensión y patrones de adopción de tecnología.

Los productos esperados incluyen: diagnósticos y monitoreo actualizados de la situación política Sectorial y de los paradigmas sociales, económicos y tecnológicos del País y en la Subregión en las áreas prioritarias identificadas; armonizadas las políticas de GYTTF a nivel nacional y subregional, en los campos necesarios para el éxito del programa de integración. Por ejemplo, en los campos de patentes y derechos de obtentor, intercambio de materiales y germoplasma y movilización internacional de investigadores, entre otros; mecanismo para la evaluación del impacto del programa, funcionando; desarrollado e implementado un programa de planificación, seguimiento y evaluación para el SUICTAF; modernizados los programas IES de GYTTF; y funcionando el mecanismo de vinculación de las IES con el Sector privado, para la incubación de empresas productoras de tecnologías en los campos de procesos, insumos y/o equipos según las necesidades del País.

Vinculación del SUICTAF con el SINIAF

Es aceptado que la efectividad de la integración o vinculación entre dos o más instituciones y/o sistemas de investigación y extensión, se incrementa a medida que el respeto y credibilidad entre los participantes crece. La mejor manera de lograr lo anterior, es el emprendimiento de actividades conjuntas, tanto de investigación como de extensión.

El respeto y credibilidad profesional se gana a medida que los socios demuestren sus competencias (conocimientos, habilidades, actitudes y valores) para la implementación de investigación y/o extensión. Al principio puede ser a través de eventos para la presentación de resultados, pero a medida que los socios del SUICTAF se fortalecen, es conveniente fomentar la planificación e implementación de actividades conjuntas con otros miembros del SINIAF (Figura IX-16). La coyuntura actual, con respecto a instituciones de investigación y de docencia, en la que comparten personal, permite lograr el desarrollo de respeto y credibilidad profesional, rápidamente.

También se reconoce, que la efectividad de los trabajos de investigación y extensión se aumenta a través de oportunidades de interacción en escenarios informales, en las cuales participan investigadores y extensionistas (Figuras IX-12 y IX-13). Por lo tanto, se propone que el SUICTAF promueva este tipo de interacciones, entre sus investigadores y los extensionistas del SINIAF y/o del Sector privado.

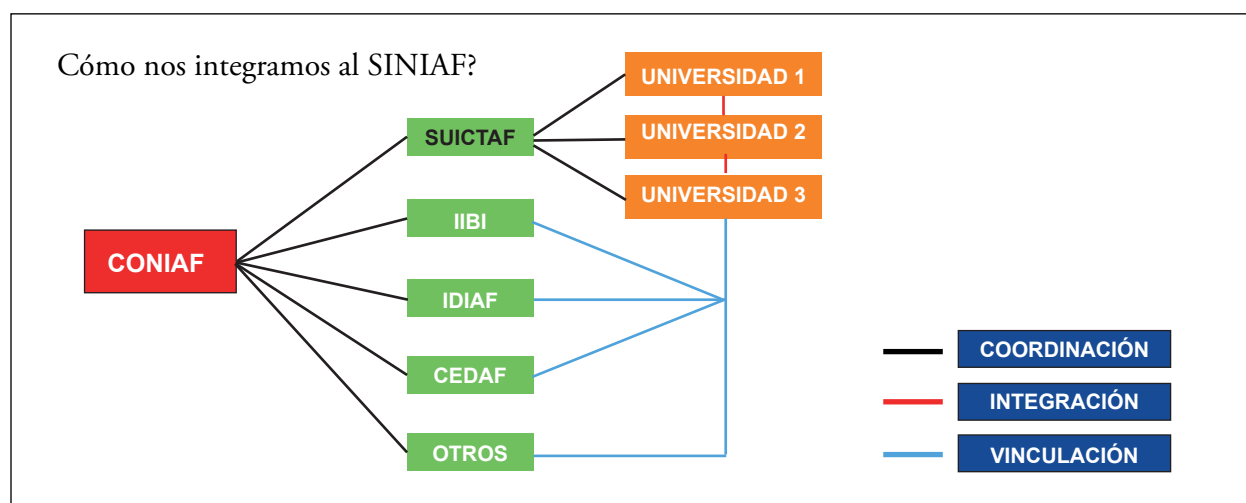


Figura IX-12. Integración al SINIAF

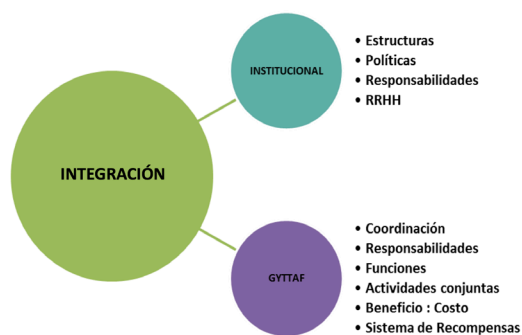


Figura IX-13. Bases para la Integración con el SINIAF

El Modelo de Generación y Transferencia de Tecnología

En República Dominicana, tradicionalmente la investigación se ha organizado por factores (suelos, cultivos, ganadería, etc.) o por disciplinas (fitotecnia, zootecnia, parasitología, economía agrícola, etc.). Esta estrategia condujo a políticas y estructuras organizacionales individualistas que no promueven el trabajo colaborativo y/o por equipo. Consecuentemente, por mucho tiempo la investigación en el País, se condujo en estaciones experimentales con la orientación a resolver problemas técnicos a través de la generación de “tecnología apropiada”, comúnmente definida como aquella que produjese los rendimientos más altos. La investigación bajo esta estrategia es, casi siempre, a largo plazo y presume que el ambiente puede ser modificado para ajustarlo a la tecnología.

La responsabilidad del SUICTAF de generar y transferir tecnología, para incrementar la productividad, pero sin perjuicio al ambiente, hace necesario organizar la investigación como ***“un proceso integrado de investigación y extensión, con un enfoque de sistemas de producción, cadenas de valores, con perspectiva de género, de sostenibilidad y equidad y con la orientación de resolver problemas sin dañar el ambiente.”***

El modelo generación y transferencia de tecnología (**Figura IX-14**) propuesto para el SUICTAF y sus socios, es participativo, involucra a los investigadores, extensionistas y usuarios de la tecnología en todo el proceso, y permite el uso del análisis de género como instrumento para la planificación. Otras características sobresalientes del modelo son:

1. flexibilidad,
2. mecanismos inherentes de seguimiento y evaluación.
3. fomenta la integración entre los actores principales (investigadores, extensionistas y usuarios), y
4. su efectivo mecanismo de retroalimentación.

El modelo es implementado por equipos de generación y transferencia de tecnología de cada universidad o del SUICTAF. En su oportunidad, los equipos de GYTAF estarán integrados por los coordinadores de IES, extensionistas, investigadores y usuarios de la tecnología. Se contempla la participación de representantes de otras instituciones asociadas de investigación y extensión.

Los equipos de GYTAF recibirán a poyo de las unidades de servicio de las IES. Se espera que cada miembro del equipo contribuya en su capacidad a la planificación e implementación de las actividades de investigación a nivel de dominios de recomendación.



Figura IX-14. Modelo de Generación y Transferencia de Tecnología Agroalimentaria y Forestal Propuesto

Citas:

Arias Milla, Francisco Roberto y Modesto Reyes (2024) CAPÍTULO IX . *Sistema Universitario de Integración Científica-Tecnológica Agroalimentaria y Forestal*. Pp 192-207 En: Carlos M. Rodríguez Peña, Francisco Roberto Arias Milla y Modesto Reyes (editores) Seminario Actualidad y Futuro para Lograr la Soberanía y Seguridad Alimentaria y Nutricional en la República Dominicana: Generación y Transferencia de Conocimientos y Tecnología. MESCYT 258 pp

CAPITULO X

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES GENERALES

Carlos Ml. Rodríguez Peña

Dirección de Investigación en Ciencia y Tecnología

Viceministerio de Ciencia y Tecnología

Ministerio de Educación Superior, Ciencia y Tecnología ((MESCYT)

carlosrguez96@gmail.com crodriguez@mescyt.gob.do

Haber tratado los temas de SSAN y producir un documento como resultado del arduo trabajo de profesionales de las IES, Centros de Investigación, Ministerios, sector productivo (productores y comercializadores), y gremiales, plantea un gran reto como recorrido y la agenda pendiente. Desarrollar los lineamientos de las políticas a implementar, iniciando con la formación de recursos humanos, diseño y puesta en práctica de una agenda nacional de investigación y extensión agroalimentaria, echar a andar un plan nacional de producción de alimentos nutritivos, que mejoren la dieta en todos los estratos de la población nacional. Correlacionar todo lo tratado con el criterio de Una Salud. Aplicar y fortalecer una estrategia de trabajo, basada en las sugerencias de las mesas y en el estudio de otras políticas y resultados de investigaciones científicas y tecnológicas internacionales.

En el marco de las discusiones se puso en evidencia el impacto de la pandemia (síndemia) COVID-19 y del conflicto bélico (Rusia-Ucrania) en la situación alimentaria y nutricional. También, es necesario tomar en cuenta que estos generaron que los precios de los fertilizantes escasearan y se elevaran considerablemente. Plantea el gran reto de buscar soluciones alternativas que permitan enfrentar cualquier otra crisis que se presente y que las acciones emprendidas hacia ellas no se abandonen porque haya una pausa o mejoría en su agudeza. Además, las alternativas que se encuentren pueden implicar soluciones a corto, mediano y largo plazo. Que, si hay una escalada de precios de los fertilizantes, estemos preparados para dar respuesta al problema. A modo de ejemplo, algunas reacciones a eso por parte de la comunidad académica (*i.e.*, IES y CI) son los proyectos de:

- A. Helmut Betancourt Dalmasí (FONDOCYT 2022-2D2-002) de la universidad UNEV (Betancourt Dalmasí, 2024), que busca obtener la formulación de alimentos y suplementos para la producción animal utilizando semilla de mango (*Manguifera indica*), la planta acuática *Lemna sp* (muy rica en proteínas) entre otros ingredientes, producidos en el país, y
- B. Tejada Torres (FONDOCYT 2022-2D7-056) acerca de la elaboración de sustratos agrícolas a partir de los desechos de las cosechas de arroz para contribuir con la disminución de compra de productos importados para la producción agrícola.

Se planeó además la creación de redes SSAN, lo que implica mayor interacción entre los interesados y que se implementen grupos de discusiones técnicas, a nivel de producción científica y aplicación, que enriquezcan permanentemente el sistema. Esto puede implicar mantener a todos al tanto del desarrollo científico y tecnológico internacional y local, para que de ahí se determinen los pasos a seguir.

Para aumentar y sostener la SSAN, hay que contar con un fuerte sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación, con estrategias de formación y calidad de recursos humanos e infraestructura, con una agenda nacional de investigación agropecuaria. Aquí intervienen las IES, los CI, los ministerios (para las políticas), la educación preuniversitaria, sector productivo (pequeños, medianos y grandes), y tecnología e innovación.

Bioprospección. - Duarte Torres y Velho (2009), basados en las definiciones de Fainsilber (1996), Laird y Wynger (2002), Castree (2003), Lairds y Kate (2003), conceptualizan la bioprospección como la búsqueda sistemática de sustancias y organismos de la biodiversidad para conseguir aplicaciones comerciales en el desarrollo de productos. Se aplica para fines agropecuarios, ecológicos y orgánicos, farmacéuticos y de nutrición. Los microorganismos, sobre todo marinos (Cubides et al, 2023), son los más prometedores porque empezaron a entenderse con mayor profundidad después de los estudios metagenómicos, término propuesto por Handelsman et al (1998) que constituye el estudio de todos los genomas de una comunidad de microorganismos en determinado ambiente (Escobar-Zepeda et al., 2015).

En el país hay plantas que se explotan comercialmente pero no han sido estudiadas para determinar su potencial de producción a gran escala. La canelilla (*Cryptorhiza haitiensis* Urb.) y el guaconejo (*Amyris* sp.), son ejemplos de esto, se venden o exportan, pero se ignora lo relacionado con su cultivo. Se necesita que sean cultivadas experimentalmente para conocer sus requerimientos para luego explotar comercialmente. Se puede estimular la bioprospección con microorganismos, plantas y animales. Los bacteriófagos también representan gran potencial aplicable a tratamientos de problemas de bacterias que tienen resistencia a antibióticos. Se hace bioprospección con la semilla de mango y con la planta acuática *Lemna* sp, como ya se ha señalado; también el trabajo con *Xylocopa mordax*, que no siguió adelante para entender su historia natural. Más recientemente, la profesora Angela Guerrero de la Universidad Autónoma de Santo Domingo, dio a conocer los resultados de sus investigaciones con el anís de estrella (*Illicium ekmani*) con potencial de ser explotado comercialmente. Estos resultados corresponden a un proyecto financiado por FONDOCYT.

Agregar valor. - Diferentes aspectos de bioprospección, transferencia tecnológica, innovación y explotación son críticos para agregar valor a todos los productos del agro dentro del engranaje de la bioeconomía (ver Rodríguez-Peña, 2020), que incluye uso de desechos municipales y agrícolas para la producción de biocombustibles (cap. II: Macías et al., 2024; en este libro) y abono. Además, es importante destacar la existencia (2024) de la plataforma AGROPECAPP, Universidad UNEV, como resultado del proyecto FONDOCYT 2021 “Desarrollo de Herramientas Informáticas para Eficientizar la Adquisición y Entrega de Alimentos desde las Zonas Rurales hasta las Zonas Urbanas” de los investigadores Helmut Betancourt y Darwin Muñoz.

La sostenibilidad de la SSAN depende de:

- A. Fortalecer el marco institucional y el compromiso de las instituciones del sistema, de manera que todas colaboren en favor de la SSAN.
- B. La investigación científica y tecnológica.
- C. La formación de recursos humanos para todos los roles críticos que requiere el sistema agroalimentario y forestal.
- D. Adecuar las tecnologías usadas en el sector, tomando en cuenta la agricultura de precisión y ecológica.
- E. Armonizar la producción en el campo como el conocimiento, producción y respeto a los ecosistemas naturales y su biodiversidad.
- F. Contar con políticas sobre el uso de pesticidas amigables de modo que no afecten la salud de la población ni el ambiente.

Fortalecer el marco institucional y el compromiso de las instituciones del sistema, de manera que todas colaboren en favor de la SSAN

El marco institucional, aplicado a República Dominicana, se define como: el conjunto de políticas y leyes nacionales, que determinan cómo los organismos, las organizaciones y redes, participan en la toma de decisiones, y coordinan el funcionamiento mediante la adopción de normas y políticas.

Si el sistema se analiza, resulta evidente que su fortaleza tiene dos puntos críticos:

1. Que las instituciones que lo componen jueguen su papel
2. Que trabajen de la mano en base a objetivos comunes y al fomento de la cooepetencia.

Se plantea en las recomendaciones de las mesas que cada institución del sistema establezca, de acuerdo con su misión y visión, cuáles acciones son de su competencia, para que esto le sirva como punto de referencia para interactuar con otras entidades, de modo que se fortalezca el sistema porque sus miembros colaboran entre ellos en base a objetivos comunes para la eficiencia de las políticas hacia SSAN. Esto llevaría a realizar, por segunda vez (la primera en Rodríguez Peña, 2020), un ejercicio para establecer los roles institucionales y la colaboración entre ellas, y usarlo como base para la elaboración de diagramas ramificados cuyos nodos reflejen el agrupamiento requerido para hacer que la SSAN funcione como sistema (Figs. X-2 a X-6, diagramas ramificados).

Esto es que se analicen a fondo los roles institucionales, basado en una revisión de las políticas, que es la base del fomento y puesta en práctica de la cooepetencia. Coopetencia es un neologismo (Brandenburger y Nalebuff, 1996; Dagnino et al., 2007) resultado de la fusión de los términos, cooperación y competencia.

Compromiso de las instituciones del sistema, en favor de la SSAN

Para hablar del compromiso de las instituciones con el sistema SSAN, es necesario establecer la relación entre ellas, de modo tal que se visualice la afinidad para tomarla en cuenta al momento en que se requieran acciones conjuntas, que sean lo más articuladas posible para que se actúe como clústeres, cual comunidades ecológicas en las que se determina el papel e impacto de cada componente de un ecosistema. En ese sentido, se hace un análisis de conglomerado (clúster análisis) basado en una matriz binaria-0,1- (tabla X-1) para determinar el nivel de solapamiento que tienen dentro del sistema SSAN. Esto no conflige con el Sistema Nacional para la Soberanía, Seguridad Alimentaria y Nutricional (SINASSAN), más bien apoya su accionar, sobre todo en momentos en que haya que emprender acciones concretas por eje, todas las instituciones tendrían claro cuáles son las que tienen más afinidad, lo cual optimizaría el impacto de dichas medidas, en el plano económico, de eficacia y eficiencia.

Las instituciones educativas, IES, que imparten las carreras agroalimentarias a nivel de ingeniería y medicina veterinaria, grado y postgrado (maestría y doctorado), deben reflejar liderazgo en áreas de producción, de acuerdo con lo que plantea el SUICTAF. Como el SSAN también implica seguridad alimentaria y nutricional, que involucra a instituciones del ambiente académico (IES y CI), estatales y entidades de cooperación técnica nacionales e internacionales, el nodo general es más inclusivo que los anteriores.

En este punto resulta relevante establecer los criterios para la colaboración entre instituciones. Todas las entidades del Sistema tienen diferentes radios de acción, los cuales pueden solaparse. Esto

puede lucir como acciones con nichos únicos que solo conducen a la competencia, pero no es así, la vía es aunar esfuerzos para aprovechar este nivel de coincidencia como una fortaleza para acciones conjuntas de colaboración para su desarrollo y para el sistema, que implica avance significativo para el país. Con esto se fortalecen los recursos disponibles porque se optimizan, en inversiones más eficientes y eficaces.

¿Requiere el SSAN más inversión que la actual? Esto no se responde con un sí, un no o tal vez, tiene que estar acompañado de una justificación que deje claro el significado e implicaciones de la respuesta. Se requiere articular todos los elementos expuestos aquí con los resultados de los proyectos de investigación y los programas de transferencia tecnológica y, sobre todo, con los resultados de este análisis de conglomerado.

Institución	Inves	Fin	Org	Edu	Gre	Nut	Seg	Prod	Bpr	Bmo	CAG	AGP	MIC	CVG	Bt	EPA	Hhp	Lcl	Mvf	CMA	ANQ	Cta	
ArNac	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0
ANPA	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BAgricola	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BID	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BM	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BPop	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SuBanc	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BANDEX	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Banreservas	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BCIE	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BIRF	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CNCOMDL	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
FEDA	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FEDOMU	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FIDA	0	1	1	0	0	0	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FPchRD	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
INABIE	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
INAPI	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
INESDYC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
INESPRE	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IAD	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MinMue	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MINERD	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MinHac	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MICM	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MinJuv	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MinPre y CONASSAN	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MOPC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PresiRD	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ProConsumidor	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PAVConat	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PCoPA	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PSiembrARD	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VicePRRD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ViceMCGub	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CODIA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CATIE	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
CODOPESCA	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
CONIAF	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
COOPEARROZ	1	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dir Ganadería	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
IDIAF	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
IEESL	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
IIBI	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
IICA	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IAD	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
JBN	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
LAVECEN	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
MA	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
PMA	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PRUD	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
UAFAM	1	0	1	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
UASD	1	0	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
UCATECI	1	0	1	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
UFHEC	1	0	1	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
UNEV	1	0	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
UNISA	1	0	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
UNPHJ	1	0	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
UTECO	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
UTESA	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
UTESUR	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
IPecDMoca	1	1	0	0	0	1	1	1	0	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
INDRHI	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Lab Defillo	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1
MEPYD	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MESCYT	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MIMARENA	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MSP	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
MNHNEIM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
ONE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ZODOM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0

Tabla X-1.- Matriz radio de acción institucional: 0, ausencia; 1, presencia principal. Abreviaturas: AGP, agropecuaria; ANQ, análisis químico; Bdi biodiversidad; Bmo biología molecular; Bpr bioprospección; CAG, calidad de agua; CMA, contaminación microbiológica de alimentos; Cta Cultivo tejido animal; CVG, cultivo celular vegetal y embriogénesis; Edu, educación; EPA, epidemiología animal; Fin, financiación; Gre, gremio; Hhp, histología e histopatología; Inu, investigación; Lcl, laboratorio clínico; MIC, microscopia; Mvf, medicina veterinaria forense; NAN, nanociencias y nanotecnología; Nut, nutrición; OI, organismo internacional; Pso, producción sostenible; Sea, seguridad alimentaria; Sen, seguridad nutricional.

Coopetencia más Competencia. -Para que haya desarrollo, es importante que las personas e instituciones entiendan que los países avanzan si la comunidad científica y tecnológica trabaja sobre la base de la coopetencia, no de la competencia. La pregunta sería: ¿Por qué aplicar un concepto comercial al entorno del sistema? Simplemente todos los actores son parte de este, i.e. académico (*sensu lato*), productores del campo, empresas que comercializan y agregan valor a los productos. Lo que quiere decir que forman parte de un mismo conglomerado con los debidos roles segregados, sin dejar de ser parte de este. En un sistema, si no se da la coordinación entre los elementos que lo componen, los recursos existentes pueden desatar una competencia que excluya elementos críticos del mismo e induzca a la ineficiencia que lo puede hacer colapsar funcionalmente, no desaparecer, lo que significaría una extinción de efecto o impacto que puede ralentizar el logro de un desarrollo global.

Lo anterior constituye una analogía con el colapso a menos del 1% de la biomasa histórica en las poblaciones de pesca del bacalao (*Gadus morhua*) en Canadá hacia 1992, que generó presiones económicas y sociales al gobierno por parte de la comunidad pesquera. Se debe aclarar que la analogía es con las poblaciones pescables del bacalao, los pescadores y su comercialización. Este colapso se debió a la implementación de técnicas de pesca más eficientes y eficaces hasta que en 1992 se declaró la crisis en las poblaciones de este pez. Lo mismo puede ocurrir con *Anguilla rostrata* (de América, insular y continental) que puede colapsar o extinguirse por la eficiencia en la captura de los juveniles (ángulas) que llegan a nuestros ríos, procedentes del Mar de los Sargazos. Si se capturan los juveniles en los ríos, los pocos que se escapan pueden no ser suficientes para llegar a adultos en el río y reproducirse en donde lo hacen, Mar de los Sargazos (Fig X-1). Los elementos que no se pusieron de acuerdo, el gobierno, la comunidad académica y los pescadores (y comercializadores del pescado, con y sin valor agregado).

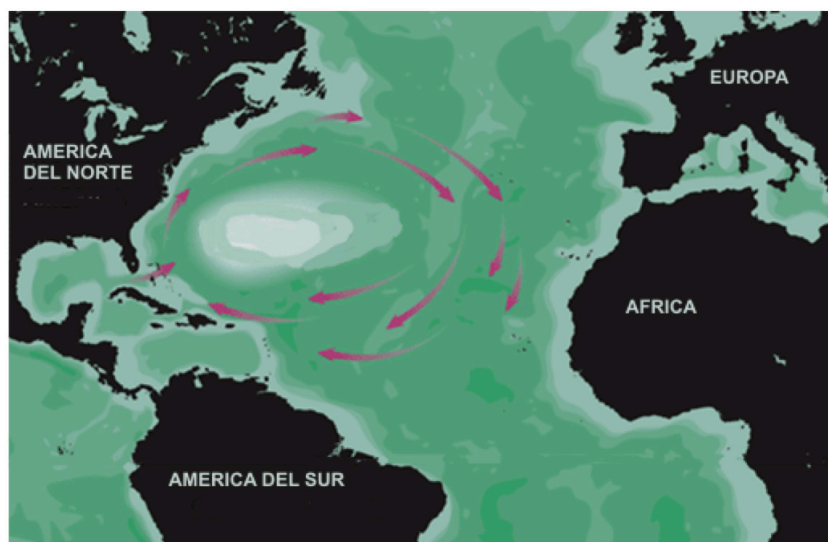


Figura X-1.-Mar de los Sargazos. (<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sargazos.png>, 17 de mayo de 2024)

La coopetencia promueve una armonía económica, política y social, una estrategia de cooperación-competencia que involucra instituciones educativas, gobierno, proveedores y empresas (Gomez-Diaz et al., 2019).

y juega un papel importante en la relación universidad empresa, que se hizo evidente en los resultados de los estudios del caracol gigante africano y su incidencia en la agricultura de la región Este de República Dominicana, estudio realizado bajo el liderazgo de la profesora Altagracia Espinosa Jorge, con apoyo de FONDOCYT. Fondo Especial para el Desarrollo Agropecuario (FEDA); Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola (FIDA);

- b) Los programas sociales como Instituto Nacional de Bienestar Estudiantil (INABIE), Instituto Nacional de Atención a la Primera Infancia (INAPI). Las instancias reguladoras como el Instituto Nacional de Protección de los Derechos del Consumidor (PROCONSUMIDOR), Instituto Nacional de Estabilización de Precios (INESPRE), Instituto Dominicano para la Calidad (INDOCAL); el programa SIEMBRA cuyo fin es garantizar la seguridad alimentaria en el país;
- c) La banca, nacional (pública y privada) e internacional, que incide en el flujo de divisas hacia este importante sector (fig. X-4) y con la cual hay que contar para la bioeconomía. Esa facilita fondos (donados o reembolsables) para la bioeconomía y la nutrición. Esto incluye las instituciones con incidencia colateral o total en el agro.

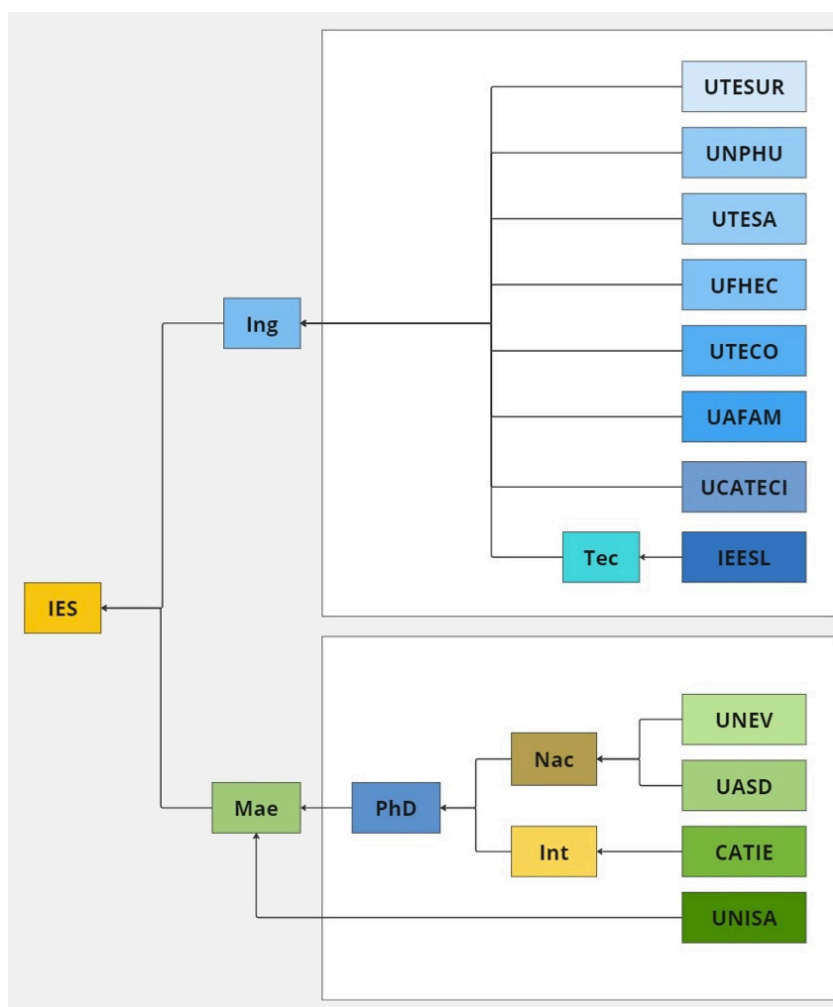
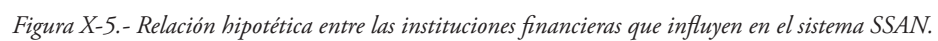


Figura X-3.-Universidades con incidencia en el agro y grados que imparten. IES, institución de educación superior; Ing, ingeniería; Int, internacional; Mae, maestría; Nac, nacional; PhD, doctorado; Tec, técnico.



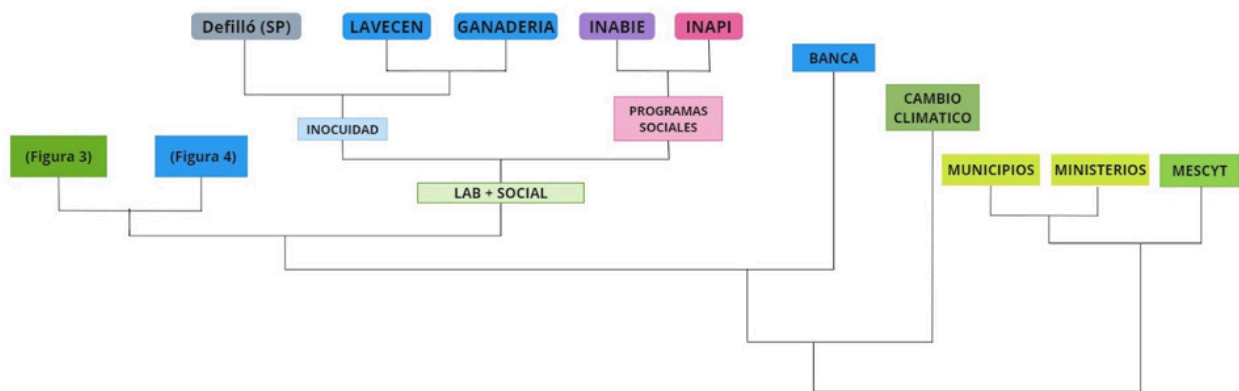


Figura X-6.-. Relación hipotética entre instituciones con incidencia en agro y nutrición.

Derechos y Deberes de los Miembros de la CNI. -Es evidente que se tienen que definir derechos y deberes de las personas involucradas en el sistema. Por ejemplo, el MESCYT estableció la Carrera Nacional de Investigadores (CNI) con el fin de reconocer la labor de por vida de los científicos dominicanos, lo cual puede ser usado como indicador del estado de la ciencia y tecnología del país, un elemento importante en el desarrollo sostenible. El que se reconozca la trayectoria de los investigadores es un derecho, que incluye todo lo establecido en el reglamento de esta, atado a una serie de deberes que se resumen en que todos los miembros de la CNI tienen que velar por la salud del sistema de educación, ciencia y tecnología. No cometo un error al decir del sistema de educación (a todos los niveles) por ser éste el que forma, para que se llegue a la universidad y se reciba una formación de calidad, con los estándares internacionales, que incluye la científica a nivel de postgrado.

Todos los problemas deben preocupar a cada uno de los miembros de la CNI, i.e., deficiencias en lectura comprensiva, redacción, pensamiento crítico, calidad de los libros de texto, alfabetización digital, ética en el uso de la IA y complementariedad del sistema.

La calidad de los libros de texto necesita de la atención de todos los componentes del sistema. Esto sugiere que es imprescindible establecer una cultura de revisión de libros en las cuales se desentrañen las virtudes y defectos de estos y, sobre esa base, se resalte si es recomendable. La revisión de los libros de texto es responsabilidad de la comunidad científica, por ser la que produce conocimiento. Mientras mayor es el grado académico y experiencia en investigación, más calificación se tiene para hacer revisiones de libros. Por eso se debe asumir como un compromiso académico. Puede iniciar con entrenamientos y foros de debates sobre cómo se hace una revisión imparcial de libros y se publican en las revistas científicas nacionales e internacionales. Esto debe ser parte de una estrategia país.

Rodríguez Peña (2008) resalta la importancia de la revisión de libros y su publicación en las revistas científicas. Señala su relevancia y ¿Cómo se hace? Las revistas científicas que tienen esta sección explican la forma de hacerlo; también hay literatura guía, paso a paso acerca de cómo proceder. En ese sentido, los miembros de la CNI deben ser los más preocupados porque lo hagan todos los científicos activos que pertenezcan a ella. No se excluye cualquier otro sector o individuo que desee incursionar y tenga condiciones para ello.

Con esto se fomenta el desarrollo del pensamiento crítico y la complementariedad. Conceptualizar con claridad, sin ambigüedad, de modo que se induzca a los estudiantes a establecer un propósito en cada tópico, plantearse preguntas sobre lo estudiado, hacer inferencias, las implicaciones de lo tratado, cuáles puntos de vista maneja y cuáles ejemplos podrían surgir.

Retomando, la cooepetencia es clave en la ciencia de la sostenibilidad para las que Kates et al (2001:642), en base al reporte “entidades de Cambio Global de Alemania (1996) y Estados Unidos de América (2000)”, formulan las siete preguntas fundamentales siguientes:

- ¿Cómo pueden las interacciones dinámicas entre naturaleza y sociedad, con retrasos e inercia, incorporarse mejor en las conceptualizaciones y modelos emergentes que integran sistema terrestre, desarrollo humano y sostenibilidad?
- ¿Cómo pueden las tendencias a largo plazo en ambiente y desarrollo, junto a consumo y población, reconfigurar las interacciones entre naturaleza y sociedad de forma que sean relevantes para la sostenibilidad?
- ¿Qué determina la vulnerabilidad o resiliencia del sistema natural en lugares particulares y para ecosistemas específicos y sustentos de vida humana?
- ¿Pueden los conceptos de “límites” y “fronteras” científicos definirse de modo que provean una armonización efectiva de condiciones más allá de las cuales los sistemas naturaleza-sociedad sufran un incremento significativo de riesgo de degradación severa?
- ¿Qué sistemas de estructuras de incentivos-junto con los mercados, reglas, normas e información científica-pueden mejorar más efectivamente la capacidad social para guiar interacciones entre naturaleza y sociedad hacia trayectorias más sostenibles?
- ¿Cómo se pueden integrar o extender los sistemas operativos actuales al monitoreo y reporte de condiciones ambientales y sociales para suministrar guías más útiles para los esfuerzos con miras a navegar una transición hacia la sostenibilidad?
- ¿Cómo pueden las actividades de investigación relativamente independientes planificar, monitorear, evaluar y dar apoyo a las decisiones para estar más integrados a los sistemas de manejo adaptativos y aprendizajes sociales?

Se denomina ciencia de la sostenibilidad (Fig. X-7), a un campo emergente cuya base es el entendimiento de los caracteres fundamentales de interacción entre naturaleza y sociedad. Estrechamente relacionado con los procesos globales de interacción que implica atributos ecológicos y sociales de lugares y sectores particulares (Kates et al., 2001).

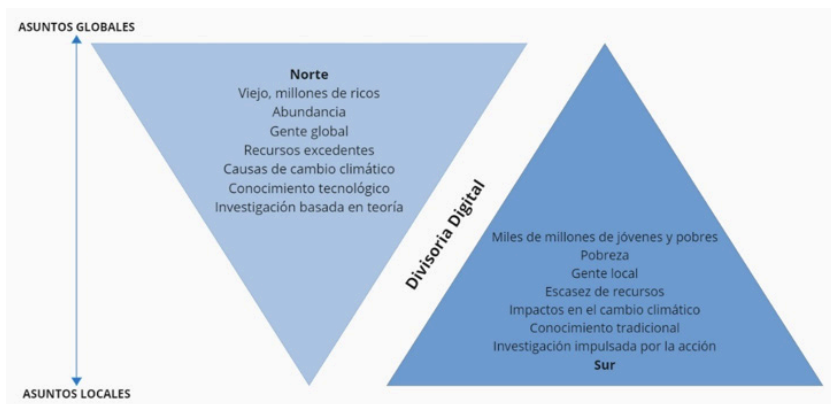


Figura X-7.-Ciencia de la sostenibilidad en un mundo con hemisferios fraccionados (traducido y adaptado de Kates et al., 2001:641).

Complementariedad. - Esto quiere decir cómo trabajamos para que las entidades y espacios educativos sean usados para que los niños en edad escolar complementen lo que reciben en las aulas con lo que hay en la naturaleza, en los parques, en el patio de la escuela y su entorno, museos, galerías, las calles con su tránsito, las estaciones del metro, los centros deportivos, las universidades, las ferias científicas dirigidas a establecer relación entre aspectos teóricos y aplicaciones. Concursos de escritura, lectura, matemáticas, ciencias, tutoriales Web, etc. En los países que usamos como referencias, cuando un niño finaliza la secundaria ha visitado todos los museos importantes de su país en los cuales ha realizado tareas en las que pone en práctica lo aprendido, conoce a los científicos y técnicos que trabajan en dichas instituciones porque estos hacen trabajos demostrativos de preparación de materiales, o charlas del tipo de ciencias que ejecutan. Los niños son estimulados a hacer modelos de diferentes estructuras, incluyendo cohetes espaciales, procesos naturales (física, química y biología), transferencias tecnológicas, entre muchas otras cosas. Medios de comunicación más educativos.

También hay muchos recursos de calidad en la Web (recursos educativos abierto, OER) que pueden usarse como complemento a la educación, solo hace falta el liderazgo de profesores y tutores.

Lo planteado en la introducción (capítulo I), en Desarrollo Sostenible, e.g. los 15 artículos publicados en PNAS 120 (47) en noviembre 2023 que tocan los SPC-Sistemas de Producción Consumo (Fig. I-20 y 21), tomando en cuenta los ámbitos que conducen a la sostenibilidad como el sistema eléctrico, transporte, emisión baja de carbono, alimentación (producción sostenible de alimento), proteínas alternativas para la nutrición, cambios institucionales y el papel de las guerras y las crisis financieras, negocios, flujo de conocimiento.

Como era de esperar en este evento, la sostenibilidad ha sido reiterada en todos los artículos de este libro.

- Aspectos generales y conceptualizaciones (cap. I: Rodríguez Peña, 2024).
- Las conferencias magistrales de Manuel García Pérez (Cap. II) y de Arturo (Cap. III) Bisonó, introdujeron dos ingredientes importantes, la necesidad de agregar valor a los desechos municipales y agrícolas para producir combustibles amigables con el ambiente y la necesidad de introducir más innovación en las labores, lo que podría atraer nuevamente a los jóvenes a la actividad agrícola. Son temas cruciales que se deben abordar, de modo tal que resulten innovaciones, que agreguen valor a la labor agrícola, contribuyan a dar un uso diferente a la producción sostenible de biocombustible para avión (cap. II: Macías et al., 2024, en este libro) para reducir el impacto ambiental de los combustibles fósiles.
- Alimentación y nutrición como derechos humanos (cap. IV: Rodríguez et al., 2024) y el ámbito legal de SINASSAN, que incluye CONASSAN, SETESSAN, Red SSAN, los Ministerios involucrados, así como otras instituciones de apoyo; problemas en la disponibilidad de alimentos, acceso y aprovechamiento, así como contemplar hacer más equitativa la distribución del agua, tecnificación de la producción, reducción del uso de plaguicidas, agua, energía, fertilizantes, además de que los préstamos para el agro evidencien más apoyo a los pequeños productores de parte del Banco Agrícola, considerar la relevancia de la microbiota del suelo (cap. VI: Grullón et al., 2024).
- La estandarización metodológica de la extensión agropecuaria, para lo cual el SUICTAF es clave, lo cual motorizaría que todo proyecto tenga validez en el tiempo, sobre todo que los proyectos internacionales no queden en el vacío después de finalizados. Se señala que debe

tomarse en cuenta que las instituciones tienen necesidad de recursos propios para atender sus prioridades, no las de los donantes de agencias nacionales e internacionales que apoyan proyectos de investigación en CyT, se destaca la necesidad de adopción de nuevas tecnologías, así como actualizar la transferencia de tecnología.

Planes Estratégicos. -Si el ejercicio de determinar la coincidencia o solapamiento de acciones entre instituciones del sistema conduce a que cada entidad involucrada cuente con su plan estratégico (PE), que alimente lo que sería el PE general para la SSAN. Los planes estratégicos son críticos para el desarrollo de la ciencia y la tecnología y se fundamenta en la:

- Historia, punto de partida y estado actual.
- Perspectiva y estrategia. - Nivel de desarrollo al que se aspira. ¿Cómo se va a lograr? ¿Cuánto se necesita para eso y cómo se va a conseguir?
- contar con estrategias de vigilancia periódica del PE para determinar los ajustes a los cuales hay que someter dicho plan.

Sus objetivos deben incluir:

Ciencia y acceso abiertos

- o Investigación científica y tecnológica
- o Investigación ciencias de la vida, salud, económicas, sociales y humanísticas

Discusión de trabajos académicos

- o Para abordar problemas y conocimientos nuevos generados por la comunidad científica y publicados en revistas especializadas, tesis de grado e informes académicos. Nuevos Métodos, Hipótesis, Teorías, Paradigmas, Estado del arte de temas científicos; Tecnologías
- o Conferencias donde expertos exponen los resultados de sus investigaciones o nuevos planteamientos de cómo hacer ciencia.

Estancias de investigación (movilidad de investigadores), movilidad de estudiantes de grado y postgrado, concentrada en pre y postdoctorales

Organización de congresos, simposios, seminarios, cursos, talleres, etc.

Formación de Recursos Humanos y sus Competencias, educación

- o Básica, Técnica
- o Superior

Técnico Superior y Colegios Comunitarios

Grado y Postgrado

Reforzar el conocimiento sobre publicaciones académicas, calidad de las publicaciones científicas (cuartiles-Q1-Q4, factor de impacto, revisión de pares), análisis bibliométrico, calidad de las publicaciones académicas dominicanas y cómo trabajar para aumentar su incidencia en la literatura científica internacional.

La situación actual exige que el mundo académico (centros de estudio e instituciones de investigación científica y tecnológica) se dedique a fondo a generar soluciones a los retos que plantea el cambio climático (calentamiento global), la crisis sanitaria, y de los contenedores; la seguridad alimentaria, la educación y sus modalidades; las nuevas tecnologías mediante la aplicación de sus modalidades; potenciar la regeneración y procesamiento del conocimiento, como la inteligencia artificial (AI), el aprendizaje de máquina (ML), el aprendizaje profundo (DL) y la ciencia de data (DS), etc., unido a la industria 4.0 y las que continúen.

El liderazgo académico nacional tiene mucho que aportar en el complemento a la educación y formación académica. Tres casos, permiten ilustrar al respecto, se trata de Plagiodontia del Museo Nacional de Historia Natural Prof. Eugenio de Jesus Marcano, Biometría al Día y GAMMA.

Plagiodontia Grupo de Discusión e Intercambio Científico. - Este Grupo organiza conferencias y discusiones científicas sobre temas biológicos y ambientales de interés nacional, regional y internacional. Se centra en estudios básicos y de conservación que permiten conocer investigaciones que diferentes científicos llevan a cabo para el conocimiento de la astronomía, astrofísica, estudio y protección de la biodiversidad, los registros fósiles, entre otros. Funciona de modo tal que el liderazgo es institucional y de los científicos invitados a exponer los resultados de sus investigaciones. Aunque hay que destacar el liderazgo de los jóvenes investigadores del Museo que se empeñan en mantener activo este importante foro.

Biometria al Dia. - Es un grupo de Whatsapp de gran relevancia que pretende alcanzar varias de las metas que se discuten en este texto, bajo el liderazgo de los Ings. Angel Pimentel, Dionisio Hernández, Manuel González, y 225 otros profesionales de diferentes áreas de la ciencia y la tecnología. Sin embargo, no es suficiente porque deben organizar una plataforma en la Web, que funcione como un grupo de discusiones científico-tecnológicas y de innovación que incluya:

1. Importancia de los planes estratégicos en las instituciones, sean estas académicas, del gobierno o privadas. Estos planes serian la base de las políticas relacionadas con CTI, donde la parte estadística sea visible. Aquí es importante destacar que los planes estratégicos establecen un poco de historia, en qué punto estamos, hacia dónde queremos llegar y qué se va a hacer para alcanzar las metas que deriven de este, además de programar cada cuanto tiempo se revisarán los avances logrados en la aplicación del plan estratégico para introducir los ajustes propios de cualquier proceso.
2. Enfatizar las políticas, no la política partidaria de la que poca gente se abstrae, y su impacto en el desarrollo.
3. Impacto de la ciencia, la tecnología y la innovación de base científico-tecnológica, con aspectos relevantes acerca de la transferencia tecnológica.
4. Liderazgo en el agro, que incluya labores de extensión.

EL “**Grupo de Análisis matemático y matemática Aplicada-GAMMA**”, <https://sites.google.com/view/seminario-gamma/> Canal de YouTube: [Seminario GAMMA - YouTube](#) Cuenta de Gmail: gammaseminario@gmail.com, bajo el liderazgo de Juan Toribio Milané (UASD Santiago) importante para las matemáticas se debe dinamizar. Con lo que digo, no estoy sugiriendo que está mal lo que hace, solo que puede ser mayor y más impactante. Aquí se puede, no solo aprender matemáticas para los que no saben, saben poco o no son del área, e incorporarse a la complementariedad a que se ha hecho referencia en párrafos anteriores. Se puede establecer un grupo de discusiones científicas en

matemáticas, que aborde fundamentos y problemas, resueltos o no, además de mantenerse al día de los últimos conocimientos producidos en esta disciplina.

El texto a continuación fue suministrado por Milané: “Nuestro grupo comenzó a gestarse a iniciativa del Dr. Héctor Pijeira Cabrera (Universidad Carlos III de Madrid) durante su visita a la UASD en 2017 con motivo de la Semana Dominicana de la Ciencia y con el objetivo de crear un grupo de desarrollo en la Escuela de Matemáticas enfocado en las temáticas de teoría de aproximación, polinomios ortogonales y funciones especiales. A partir de ese momento se ha estado trabajando por fortalecer y darle carácter institucional a GAMMA dentro de la UASD. Se distribuyeron entre los miembros distintos temas de investigación y la primera muestra de trabajo colectivo se realizó en 2019 durante el Mini-Simposio Polinomios Ortogonales y Aplicaciones en el marco del XV Congreso Internacional de Investigación Científica. A partir de ese momento en trabajo se centró en el programa interuniversitario de doctorado en matemáticas y los proyectos de tesis doctorales de los integrantes del grupo. Los resultados parciales que se han ido alcanzando se han presentado en varios congresos nacionales e internacionales.

En 2020, durante la visita que hicieron los Dres. H. Pijeira y W. Urbina a la UASD, fundamos el Grupo GAMMA. Con el propósito de crear una identidad más allá de las fronteras nacionales, creamos el SEMINARIO IBEROAMERICANO que lleva dos años realizándose de manera ininterrumpida y donde han presentado sus trabajos los matemáticos más importantes en el área de conocimiento de habla castellana. Este año, en la tercera temporada, hemos dado un salto e incorporado matemáticos del área no iberoamericanos.

Durante estos años la membrecía del grupo ha variado, pero actualmente son integrantes nacionales los Maestros, Dionisio Peralta Pérez, Edwar Alberto Segura Alcántara, Juan Hernández, Carlos Félix Sánchez, Dr. Ignacio de la Caridad Pérez Yzquierdo y quien escribe, Juan Toribio Milane; y los miembros internacionales doctores Héctor Esteban Pijeira Cabrera y Yamilet Quintana. En fecha reciente realizamos una reunión virtual donde fui designado coordinador del grupo.

Actualmente continuamos con el proceso de que el Grupo de Análisis matemático y matemática Aplicada-GAMMA, sea reconocido oficialmente como grupo de investigación.”

Ambos casos pueden ser clave en el diseño experimental y al momento de abordar problemas en las diferentes disciplinas científicas, todas las cuales requieren aplicar matemáticas o desentrañar nuevos conocimientos en matemática pura y aplicada.”

La Investigación Científica y Tecnológica

Pimentel et al. (2024, cap. VII en este libro) consideran imprescindible la creación de otras plataformas para el financiamiento de proyectos de investigación a las IES, además de que se adhieren a las conclusiones del XXIII Encuentro Nacional de Líderes del Sector Agropecuario de la Junta Agroempresarial Dominicana (JAD) que se relaciona con la tasa de los préstamos, y la tecnificación de la agricultura (agricultura de precisión).

Las capacidades del sector agroalimentario y forestal, tomando en cuenta que, para lograr un sector agrícola y agroindustrial más fuerte, con mayor capacidad productiva, es necesario más inversión en ciencia y tecnología, superior a la actual que es 0.30% PIBA. Esto contribuiría a que se fortalezca la investigación, en lo económico y en la aplicación de los resultados. La infraestructura de investigación, estructura física y de equipos de laboratorio.

Se requiere de equipos de investigación y aplicación que sean dinámicos, que se mantengan actualizados en todo lo que esto corresponda. Evidentemente que el grupo debe estar compuesto por profesionales de diversas disciplinas, *e.g.*, ciencias básicas (física, química, biología, matemática), agrónomos, biotecnólogos, veterinarios, médicos, educadores, técnicos de alimentos, microbiólogos, nutricionistas, bioquímicos, ciencias de la computación, interesados en orientar en torno a la realidad porque son muy conocedores de sus áreas de especialidad. La forma más idónea de estar bien actualizado es mantenerse al tanto de los resultados de las últimas investigaciones que se publican en las revistas científicas, de los programas que hay en el mundo en torno al tema nutrición, las bases de datos de la OPS, OMS, PMA, además de la literatura gris, etc.

Contar con una estrategia que permita prever el relevo generacional del personal científico, técnico y de los productores, pues es fundamental para el desarrollo sostenible. Una tarea urgente para que la actividad agrícola sea sostenible, es trabajar con las nuevas generaciones debido a que la edad promedio de los que están en ejercicio es de 50, y una gran parte supera los 60 años. Revisión y ajuste del salario de los investigadores, con el fin de adecuarlo para que estos puedan ser contratados para dedicación a tiempo completo a la investigación, e impartan solo una o dos asignaturas por año.

La celebración de seminarios interinstitucionales tendientes a sensibilizar a los tomadores de decisiones en relación con la importancia de una alimentación sana y nutritiva. Así como al establecimiento de huertos urbanos y familiares que permitan contar con un menú basado en productos locales sanos que aumenten la independencia de alimentos importados. Esto debe estar acompañado de programas de entrenamiento a las microempresas sobre la producción y agregar valor a los producidos, así como realizar campañas de educación alimentaria a la población, a través de ferias y de los medios de comunicación y las redes sociales, en torno a la relación entre alimentación y nutrición.

Un ejemplo de esto son el **XXIII Encuentro Nacional de Líderes del Sector Agropecuario de la Junta Agroempresarial Dominicana -JAD (7-9 de septiembre de 2022)**, cuyas conclusiones son resaltadas y asumidas por la Mesa 2, que destaca la agricultura de precisión. **El Congreso de la Sociedad Dominicana de investigadores Agropecuarios y Forestales (SODIAF) (24-27 de octubre de 2022).** **Los temas dentro del Congreso Internacional de Investigación Científica (CIC, I-XVIII) dentro de la Semana Dominicana de Ciencia y Tecnología**, que organiza cada año el MESCYT. **Los eventos de Inocuidad de INTEC.**

Fortalecer la relación entre investigación y extensión, y con los productores, sugiere también un acercamiento a los tomadores de decisiones a modo de crear conciencia en ellos de lo que significa una alimentación sana y nutritiva.

Fortalecer las relaciones y ejecución de Investigación, extensión agroalimentaria y forestal, capacitación y acciones de buenas prácticas agrícolas/forestales por productores; medidas en las que los agricultores toman decisiones para modificar el manejo de los cultivos, entre las cuales se encuentran las buenas prácticas agrícolas (BPA); de manufactura (BPM); manejo integrado de plagas (MIP) y de cultivos (MIC). Todo esto con el fin de proporcionar un marco de acción a la agricultura y de los recursos naturales sustentable, que fomente medidas de adaptación correspondientes, incluyendo la conservación del suelo, agua, el uso de la tecnología en el contexto climatológico; educación a los productores sobre cambio climático; respetar el ciclo de las plantas (rotación de ganado); proyectos silvopastoriles, entre otros.

República Dominicana intentó entrar en esta era, pero la universidad, no el investigador, fue incapaz de seguir adelante. Se logró, gracias a un proyecto FONDOCYT, domesticar una especie

animal (*Xylocopa mordax*) nativa pero la universidad no pudo sostener, como línea de investigación, los estudios siguientes de conocer otros aspectos relevantes en torno a la fragilidad y fortalezas de los organismos que forman las poblaciones de la especie domesticada. Se debió seguir investigando los enemigos naturales de esta especie, el potencial de enfermarse, los microorganismos que están asociados al mismo, los parásitos que lo atacan, entre otras cosas. La inversión que haga el estado o el sector privado en investigación básica con potencial de innovación debe seguir adelante hasta que rinda los frutos para los cuales se hizo la inversión. Dado que República Dominicana ha incursionado en cultivos en ambiente protegido, se requieren muchos estudios básicos y aplicados. Si la investigación básica rinde sus frutos, las instituciones tienen que seguir adelante, sobre todo si se le brinda la oportunidad, en investigaciones aplicadas que permitan transferir este conocimiento y transformarlo en innovaciones. Si se quedan ahí, no es un fallo del programa FONDOCYT sino de la Universidad o Centro de Investigación y de las instancias llamadas a apoyar que se transfiera la tecnología y el producto se lleve al mercado como una innovación de base científico-tecnológica.

Formación de Recursos Humanos para todos los Roles Críticos que Requiere el Sistema Agroalimentario y Forestal

En este tema sale a relucir que para el manejo de la producción, soberanía alimentaria, seguridad alimentaria y nutricional, agregar valor, comercialización, y la investigación, existe la necesidad de formación de: a) recursos humanos al más alto nivel (PhD y Maestría) que formulen y dirijan los proyectos de investigación que demande el sistema, y b) profesionales medios (Técnicos, Ingenieros), sin especialidad, que hagan posible trabajar de la mano con los productores en labores de producción. También, como se ha dicho, es necesario armonizar la interacción entre ellos, de modo que todos los actores técnicos del sistema estén al tanto de los avances científicos y tecnológicos que inciden en beneficio del sector. Un asunto importante, en ese sentido, el diseño de los planes de estudio en las IES.

En cada uno de estos aspectos, el técnico hace extensión; el ingeniero con alguna especialidad práctica o académica, interactúa directamente con el técnico y el productor; el que tiene especialidad con maestría, interactúa con los dos anteriores, con el productor, con los investigadores con doctorado con los cuales también hace investigación, está llamado a estar al día en los resultados de las investigaciones que se realizan en el área en la que está especializado; el investigador con doctorado, está llamado a ser el guía de todo el proceso, realiza investigación, por lo tanto se mantiene actualizado en torno a la producción científica en su campo de especialidad, publica los resultados de sus investigaciones, discute en el seno del sistema el significado de estos así como la aplicabilidad en su área de especialidad, también discutir la transferencia de tecnología que están llamados a hacer los técnicos, ingenieros y licenciados, con la orientación de los equipos que hacen investigación. Se debe establecer una relación dinámica entre ellos (sin dejar de reconocer la experiencia acumulada de todos los profesionales involucrados), tomar en cuenta la aplicabilidad y que haya colaboración con otras instancias para cuando se requiera de conocimientos y destrezas más profundas en un área del saber, esto es que la comunidad científica dominicana se integre al desarrollo, sin exhibir egos que de ninguna manera contribuyen a los fines de construir una sociedad “con menos miseria, injusticia e ignorancia.” *e.g.*, Agrónomos, Veterinarios, Tecnólogos de Alimentos, Nutriólogos, Biólogos Sistemáticos, Entomólogos, Malacólogos, Micólogos, Microbiólogos, Matemáticos, Estadísticos, Físicos, Ciencias de la Computación, Educadores, Sociólogos, Economistas, Ingenieros Industriales, etc. Además, la formación de recursos humanos de calidad está estrechamente relacionada con la elaboración de los planes de estudio.

¿Cómo elaborar los planes de estudio en las IES?

En el ambiente académico hay cuatro factores a tomar en cuenta para la elaboración de los planes de estudio: a) historia de la disciplina; b) estado actual del conocimiento en cada uno de los cursos a enseñar; c) tendencias en las investigaciones científicas que se realizan en el mundo; d) transversalidad y solapamiento interdisciplinario; y e) demandas y tendencias del mercado de trabajo y, donde aplique, de la economía.

Historia de la disciplina. - Los acontecimientos históricos se pueden visualizar en dos sentidos: a) origen y desarrollo, que permiten establecer los hitos que han marcado los inicios y ruptura de paradigmas; y b) acontecimientos recientes que inciden en el área de que se trate.

Estado actual del conocimiento en cada una de las disciplinas que tienen que ver con las asignaturas a enseñar. - Este se obtiene mediante la revisión crítica y permanente de los resultados de investigación y extensión, de artículos científicos que se publican en revistas especializadas, en los reportes técnicos y en las tesis de grado y en las contribuciones de los organismos internacionales. Es decir, implica mantenerse al tanto de lo que se publica en estas revistas científicas especializadas, esto es crucial para definir el estado actual y las tendencias en cualquier área del conocimiento: ¿Qué se ha realizado? ¿Cuáles conocimientos son nuevos? ¿Cuáles son más cuestionados? y ¿Cuáles de estos aplican a la realidad geográfica, económica y nutricional de República Dominicana? ¿Cómo aplicarlos para mejorar la calidad de vida de la población?

El conceptualizar el desarrollo sostenible es crítico, evita tomar las cosas como una receta que se repite sin entender a profundidad su significado. Hay que interiorizar, para evitar que el provecho a sacar sea exiguuo. Ayuda acudir al análisis crítico, es decir, que nada se asuma sin profundizar en causas y consecuencias, esto es que, si algo es bueno, regular o malo se establezcan razones de peso para esa valoración.

En las revistas científicas se conoce de los resultados de las investigaciones más recientes. Reflejan nuevos conocimientos, quiénes han realizado el trabajo, en qué parte del mundo y donde trabajan. No basta con leerlos, es necesario una revisión crítica para tomar en cuenta la factibilidad de transferencia de conocimientos considerando las condiciones locales para esa transferencia, ya que esta puede ameritar ajustes sustanciales para adaptarse a regiones objetivas.

Siempre hay que tomar en cuenta que la denominación de científico especialista en un área del conocimiento solo aplica a los investigadores que saben qué se está haciendo en el mundo, en su área de especialidad, quiénes lo están realizando y dónde trabajan. De ahí que los resultados puedan ser discutidos, incluso si es necesario interactuar con cada autor, en las cátedras de las unidades de estudio, dentro de las IES y CI y en los grupos de discusiones científicas que se organicen para esos fines. Esto expone y reta al sistema a que desarrolle cada disciplina involucrada.

Sobre esa base, los temas a cubrir en los planes de las asignaturas se pueden elaborar en base a análisis lógico y epistemológico del área sobre el tapete. La parte lógica viene dada por los resultados que se publican en dichas revistas que, al reflejar el estado actual y las tendencias, permiten establecer el tratamiento académico desde lo básico a lo más complejo, es decir, la secuencia de asignaturas dentro de los programas de estudio. Así se proveen las bases para formular preguntas críticas o asumir las emanadas de las investigaciones realizados o una combinación de ambas. Abordar, en base a los objetivos y las preguntas críticas, las hipótesis que se someterán a prueba; abordar el aspecto de lo que se denomina diseño experimental, por cuanto se planifica cómo se hará el trabajo y cuáles análisis

estadísticos se prevé serán aplicados a los datos levantados, dada la naturaleza y lo que se pretende con los mismos. La parte epistemológica viene dada en torno a la validez del conocimiento producido, quiere decir que se necesita que estas se sometan a cuestionamiento para abordar si el razonamiento aplicado le confiere validez. Todo esto involucrando a los estudiantes de todos los niveles, en las IES, de modo que desde el principio conozcan y manejen qué es un artículo científico, cómo se lee y para qué sirve.

Los programas de postgrado contribuyen significativamente a fortalecer este punto y el siguiente, dado que los estudiantes de maestría y, sobre todo, los de doctorado obtendrán sus grados en base a evaluaciones rigurosas de los trabajos de investigación que realicen para optar por el grado al que aspiran. En los programas de doctorado, se puede aspirar a ello en los de maestría, debe haber como norte que obtener el grado debe ser en base a una cuota de publicaciones en revistas indexadas, con factor de impacto, en los primeros cuartiles de clasificación (Q1-Q4). Ello implica varias evaluaciones, la del mentor, su comité de tesis y el de los revisores de pares de las revistas. Quiere decir que cuando se asumen políticas de publicación durante el proceso de investigación para optar por un grado académico, se añaden nuevas evaluaciones de científicos que no tienen que ver ni con la universidad ni con el disertante.

Los programas de doctorado no tienen que ser masivos, dado que una institución de educación superior con cinco o más PhD que estén activos en investigación, que tengan acceso a infraestructura de investigación, que hayan realizado más de 10 publicaciones en revistas indexadas (cuatro muy recientes), con factor de impacto y en los cuartiles Q1 y Q2, puede abrir un programa de doctorado con dos estudiantes, al cabo de los dos años incorporar uno más; cuando se gradúe el primero, incorporar el sustituto, de manera que siempre tenga un estudiante iniciando, uno a mitad de camino y otro finalizando, sin descartar un postdoctoral.

Realizar ciclos de conferencias por semestres (o período que comprenda un semestre en cada IES) en los cuales los estudiantes y científicos, participan de las experiencias de investigación de otros científicos y estudiantes de postgrado. Es, por tanto, un foro de enriquecimiento de las habilidades de investigación, exposición y discusión. Organizar 8-10 conferencias por semestre y que el estudiante haga un reporte crítico de una de ellas, con valor de un crédito, agrega valor a lo que resulte de estos programas, los profesionales que se gradúen. Algunas conferencias pueden ser de las que se ofrecen en congresos internacionales.

Tendencias en las investigaciones científicas que se realizan en el mundo. - Adentrarse en los conocimientos que se generan en un área dada, permite conocer cuáles son las tendencias que hay en el mundo en torno a dicha disciplina. En base a estas y las necesidades del país, se elaboran los programas de estudio, siempre tomando en cuenta que la ciencia es universal, que no hay una ciencia dominicana, sino que se realiza en República Dominicana. La metodología y el método son universales, solo que se espera que los resultados repercutan en el desarrollo del país.

En este punto, es muy importante tomar en cuenta que en todas las épocas en ciencia ha habido más de una línea que se consideran “modas”, Kuhn las llama paradigmas. Es responsabilidad de los representantes del más alto nivel académico y científico. Discutir con los demás miembros del sistema el significado y los pro y contra de estas. El papel de los líderes en investigación y tecnología es descifrar el significado de cada propuesta, para ello son los de formación al más alto nivel que tienen que ayudar a interpretar la literatura científica primaria.

Demandas y tendencias del mercado de trabajo y, donde aplique, de la economía. - Dado que la producción de alimentos es una actividad económica, es importante elaborar los programas de estudio e investigación de modo que tomen en cuenta qué demanda el mercado de trabajo y cuáles son sus tendencias.

Hemos visto los patrones y procesos en los inicios y desarrollo de la agricultura en el mundo. Varios aspectos dentro de este proceso resultan similares, siempre tomando en cuenta que el área en donde se desarrolle cuenta con sus características propias. Dentro de los patrones identificados están: a) el régimen alimentario de cada población humana y b) las características del ambiente que comprende la orografía, disponibilidad de agua, la biodiversidad de dicho ambiente, estacionalidad de los recursos renovables disponibles (etapas de abundancia y precariedad de estos recursos), fertilidad de los suelos, la capacidad de sostenimiento del sistema (espacio, vegetación, animales silvestres, ciclo de los alimentos disponibles, patrones migratorios de la fauna, disponibilidad del terreno para vivienda y para el cultivo).

Dentro de los procesos: el derretimiento de los glaciares y aumento del nivel del mar debido al calentamiento global; ciclos de floración y fructificación de la flora;

¿Cómo se alteró la capacidad de sostenimiento del sistema que involucra a los seres humanos?

En los asentamientos humanos que se produjeron en diferentes partes del mundo, hubo que aprender sobre el sistema, primero de manera empírica en base a ensayo error, en la medida que tenía mayor dominio de los nuevos tipos de relaciones sociales establecidos, para más tarde pasar a procesos más depurados para entender el ambiente, las relaciones sociales y la tecnología incipiente. La comunicación escrita llevó a pasar la información de una generación a otra, aunque no hubiese contacto directo, y esto contribuyó a sistematizar el conocimiento, en principio con muchas limitaciones. La escolástica y la ruptura que significó el renacimiento en torno a las libertades para expresar y difundir las ideas, por colocar al ser humano como centro de la vida en sociedad. Esto nos llenó de cierta arrogancia para considerar que podemos hacer todo lo que nos plazca sin que la naturaleza nos pase la factura. Esta última oración no le resta importancia al gran impacto del renacimiento a las nuevas concepciones que beneficiaron al ser humano.

Hasta ese momento la reproducción a baja escala de los textos estaba limitada a la disponibilidad y capacidad de escribir en el sistema. La información era muy frágil, estaba sujeta a situaciones que se dieran que podía hacerla desaparecer. Es innegable que jugaba un papel importante pero reservado a un número reducido de personas. Durante los inicios del renacimiento, siglo XV, J. Gutenberg (1450) inventa la imprenta, que constituyó cierto nivel de democratización de la información ya que esta podía llegar a mayor número de personas, además de que hacía más fácil detectar los errores en el texto debido a que se encontraban en páginas específicas localizables con facilidad, cosa que no se podía con los escribas.

Un párrafo para esos personajes anónimos de la historia que reproducían los textos que les eran asignados, por ser de interés para las fuerzas de poder existente en ese momento. Los Escribas, como seres humanos producto de esas épocas, tenían su propia personalidad, lo que abría las puertas para cometer errores que se localizaban en diferentes puntos de la obra. Con la imprenta, el error se encontraba siempre en las mismas páginas, con letras convencionales legibles para todo el que dominara el idioma de que se tratara. Los escribas, sensu lato, no desaparecieron del todo con la imprenta ya que se usaron

hasta bien avanzado el siglo 20 para las declaraciones de nacimiento y documentos personales de identidad. Las máquinas de escribir lo redujeron considerablemente y la computadora personal (CP) los eliminó por completo.

El desarrollo del agro está estrechamente relacionado con el de las sociedades humanas. Repercutió en el progreso e hizo posible realizar las investigaciones que permitieran hacer conciencia de que la alteración del nicho debía contemplar también respeto a la naturaleza, ya que la gran diversidad de seres vivos existentes en el planeta está relacionada con nuestra supervivencia y bienestar, además del derecho propio de todos los seres vivos a permanecer en el planeta, hasta que se produzcan eventos naturales que le lleven a la extinción o diversificación para que se generen otras especies.

Mientras el Renacimiento mostró que hay que buscar y analizar múltiples fuentes de información y expresar los hallazgos sin temor a contradecir una “verdad” ya establecida. Las sociedades científicas constituyen el catalizador fundamental del desarrollo de la ciencia y la tecnología y la innovación de corte científico tecnológico, que nos indujo a trabajar por todos los avances alcanzados y en los cuales República Dominicana debe seguir escalando para beneficio de cada uno de sus ciudadanos. El que la revista científica PTRSL (Philosophical Transactions of the Royal Society of London) haya sobrevivido a nuestros días y que constituyó la fuente de nutrición para el surgimiento de las más de 28000 revistas de mayor calidad en el mundo (revisión de pares, FI, Q1, Q2,...) permite entender el origen y diversificación de las publicaciones científicas. Muchas de estas son del agro, mientras otras inciden directamente en este.

El desarrollo de la CyT ha mostrado una aproximación sucesiva a la realidad, con cada resultado de investigación que se publica y discute. Los primeros trabajos, experimentales o no, constituyen las piedras angulares cuyo procedimiento había que pulir, sometidos a revisiones críticas, incluyendo su financiamiento por el estado y las empresas.

Sanidad, Inocuidad y Adecuación para el Consumo Humano. - Fortalecer las medidas de sanidad animal y vegetal mediante el reforzamiento de la vigilancia en puertos y aeropuertos; monitoreo sistemático de los animales criados para la alimentación humana. Intercambio permanente entre los Ministerios de Agricultura, Salud Pública, Medioambiente y el MESCYT.

Nutrición. - Apoyo a las instituciones que trabajan en el cumplimiento del plan SSAN. y desarrollar programa de alimentación escolar universalizado de modo que se contemple la diversidad de dietas en cada región del país. Reglamentar fortificación de alimentos. Actualizar periódicamente la encuesta nacional de micronutrientes. Coordinar acciones de PROCONSUMIDOR con otras entidades vinculadas a velar por la calidad de los alimentos. Implementar una política de alimentación escolar sostenible, mediante la cual se promueva la inclusión de alimentos frescos, saludables e inocuos, acogidos a las características de la producción local, y teniendo en cuenta la cultura de cada territorio específico. Buscar alternativas locales para la alimentación y nutrición de los animales de cría para alimentación humana, *e.g.*, avícola, porcino, ovino, caprino, bovino, cunícola, etc.

Una buena nutrición reduce considerablemente los gastos en salud, en ese sentido, planificar cómo se trabajará para que llegue a todos los rincones del país la educación nutricional es de vital importancia. Podemos iniciar con la pregunta ¿Es la alimentación (comida) escolar una buena oportunidad para cambios en el régimen alimentario hacia una alimentación nutritiva? ¿Cómo educaremos al resto de la población a asumir una alimentación nutritiva? Metabolismo de las proteínas, lípidos, carbohidratos procesados o no, vitaminas, minerales, agua. Una buena orientación acerca de las fuentes de esos nutrientes (ingesta diaria de proteínas, grasas-saturadas e insaturadas, carbohidratos-procesados no

procesados, vitaminas, minerales-Mg, Fe, Li, Na, K, etc., agua-potable) y cómo repercute en cada aspecto de la salud.

Qué es el agua potable, su contenido de iones (sulfatos, cloratos, nitratos, amonio, calcio, fosfato, etc.), sales y minerales; rango de pH entre 6.5 a 9.5, tratamiento de las aguas para hacerlas potables con cloro, ozono, exposición a rayos ultravioleta y osmosis inversa. ¿Qué pasa con el agua muy dulce, sin estos tratamientos? ¿Está la población dominicana consumiendo agua potable? Esto es agua que, aunque no esté contaminada con microorganismos, no contiene los iones necesarios para prevenir problemas serios de salud.

Hoja de Ruta Nacional. - Si se trazara una ruta crítica hacia un Sistema Alimentario Sostenible, Resiliente y Equitativo en donde los efectos del calentamiento global en el cambio climático jueguen un papel fundamental, dado que es la amenaza principal, junto con los conflictos bélicos que no están separados de la crisis global, debemos tomar como primer estandarte o marco de acción, la Coopetencia. El MESCYT, a través de FONDOCYT, ha actuado en consecuencia con aportes significativos de su presupuesto para realizar investigaciones que hagan conocer el problema más a fondo y busquen soluciones a corto y mediano plazo, además de proyecciones a largo plazo.

En los resultados de sus proyectos Bueno López et al. (2022a,b) hacen aportes significativos al entendimiento de qué efecto tiene la cobertura boscosa y el uso del suelo en la calidad y cantidad de agua en ríos y arroyos; además de que se hicieron aportes a la medición y predicción de biomasa aérea y contenido de carbono en árboles de *Pinus occidentalis* Swartz, 1788. Trabajos como los citados ayudan a entender eventos extremos, e.g., sequías, incendios forestales, olas de calor, inundaciones y deslaves, que inciden negativamente en la producción de alimentos, en la SSAN. Sobre todo, tomando en cuenta que esta isla alberga a 22 millones de personas, más la población turística.

SUICTAF: Agregar valor a los desechos orgánicos, transformándolos en combustibles para fines industriales y de movilidad.

En base al párrafo anterior, cabe la pregunta ¿Qué es basura? El diccionario de la Real Academia de la Lengua Española (<https://dle.rae.es/basura>), la define como “cosa que ensucia”, residuos desechados y otros desperdicios”, “lugar donde se tiran residuos y desperdicios”, estiércol de las caballerías”, cosa repugnante o despreciable”

Residuo o basura, hace referencia a material cuya utilidad se ha desvanecido, luego de que su misión o servicio ha sido cumplida para realizar la labor para la cual fue adquirida o creada. Son los desechos que el ser humano ha producido (<https://responsabilidadsocial.net/basura-que-es-definicion-clasificacion-manejo-y-ejemplos/> consultado 22 de mayo de 2023).

Buscar alternativas con subproductos de productos agrícolas que pueden ser procesados y usados para alimentar animales, para generar otros productos, pone en contexto que la basura puede llegar a ser un término relativo, dependiente del estado del ciclo en que se encuentre. En ese sentido, esto encaja con el contenido de la conferencia “Producción de Combustibles Sostenibles de Avión: Balance Delicado entre Beneficios Económicos y Ambientales (CONFERENCIA MAGISTRAL)” que usaría la “basura” como materia prima y jugaría dos papeles importantes, producción de combustible menos nocivo para el ambiente que implicaría un aporte importante a la reducción de los combustibles fósiles.

La agricultura de hoy, para ser sostenible, debe tomar en cuenta la vocación que tienen sus terrenos, el conocimiento y protección de la biodiversidad, la inocuidad de los alimentos, la agricultura de precisión, agregar valor los rubros producidos, despertar en los jóvenes el interés por la agricultura.

Que hay conceptos que son de uso exclusivo del agro y la salud, *e.g.*, plaga y mejoramiento de cultivos; mientras otros como biodiversidad, recursos genéticos, capacidad de sostenimiento del sistema, se dan en la naturaleza; que los sistemas tropicales son más diversos que los de climas templados, que las islas tienen una dinámica definida por MacArthur y Wilson (1967).

Si conceptualizamos sostenible como uso adecuado de los recursos actuales, de modo que no se comprometa su salud y rendimiento para las futuras generaciones, que el mismo implica la biodiversidad. En ese sentido, la biodiversidad no es para “mejorar” en su ambiente natural, solo para estudiarla, entenderla y protegerla. En los cultivos, se busca que los organismos que se utilizan sean de rendimiento óptimo, de modo tal que las condiciones ambientales adversas le afecten lo menos posible. Que una condición no sea favorable en un cultivo no significa que genera problemas en el ambiente natural en que esta se encuentra. En los cultivos debemos ver que las condiciones ambientales no sean nocivas para los organismos de la especie que estamos usando, en ese sentido podemos hacer edición génica, cruces, generar variedades con resistencia a parásitos, sequia, salinidad, etc.; debemos entender que eso no le confiere necesariamente ventajas en la naturaleza, en los ambientes en que estas especies habitan de forma natural; de hecho, puede constituir una desventaja porque el “mejoramiento” no implica enfrentar con más éxito otros retos ambientales y de competencia.

Plaga, concepto entrópico que implica aumento en densidad de población de modo que se ataca y afecta negativamente una población de seres vivos que minimiza su rendimiento hasta hacerlo colapsar con consecuencias económicas y de salud pública negativas. Lo único perfecto que existe en el mundo es la naturaleza (para los religiosos Dios), lo que se debe a que la dinámica en el universo y sus componentes ha generado entes que son producto de origen, modificación, fusión, fraccionamiento y desaparición de otros. Nuestro sol se apagará dentro aproximadamente 5,200 millones de años, lo cual generará cambios significativos en este sistema, que dejará de ser un sistema y se puede integrar a otros o desaparecer. En la naturaleza hay evidencias de fusiones de galaxias, desaparición de estrellas, planetas, satélites, sistemas, etc.

El calentamiento global se ha producido en varias ocasiones en nuestro planeta, explicado en las ocasiones anteriores por fluctuaciones en la dinámica de gases en la atmósfera, propio de los procesos que se han producido en la propia dinámica de la naturaleza. La situación actual ha sido generada por el uso que la especie que representamos da a los recursos disponibles en planeta, los más cruciales, los combustibles fósiles, la ganadería, el uso indiscriminado de plásticos, verter desperdicios tóxicos a los ambientes naturales sin tratar. Esto sugiere que no se ha registrado la historia natural y humana a conciencia, por eso nuestro agro puede no ser sostenible.

En ese sentido, un accionar sostenible debe contemplar: Las nuevas tecnologías en el agro, para producir con mayor eficiencia y eficacia, deben ser menos contaminantes en todo sentido; contribuir a atrapar CO₂ para reducir la emisión de gases de efecto invernadero; entender que la lluvia depende del agua que atrapa la vegetación en las montañas para que percole en el suelo y salga en forma de manantial, arroyo, río secundario y ríos caudalosos.

El desarrollo de la agricultura debe estar acompañado de un mejor entendimiento de la biodiversidad que permita entender, cada vez mejor, cual es la dinámica de la naturaleza. El cambio climático generará bajas en la productividad de los cultivos. Si bien la región puede tener el 40% de la biodiversidad mundial, el 50% de los bosques tropicales y es el mayor exportador de cultivos, la adaptación del sector agrícola a los impactos climáticos será clave para su supervivencia.

UNA SALUD (ONE HEALTH). - Encierra un accionar de integración de múltiples disciplinas en favor de la salud humana. Se puede considerar como una visión holística de la salud, que va más allá de lo que hace el médico y el laboratorio clínico, por lo que es crítico para el desarrollo sostenible. Esto, entre otras cosas, refleja niveles de convergencia entre disciplinas como un nuevo reto para el desarrollo humano. El criterio de Una Salud, por lo tanto, es la ruta a seguir para salir airoso de todos los retos sanitarios como brotes, pandemias y sindemias que se presenten en el futuro.

El enfoque desde esta perspectiva implica que se contemplan de manera integral la salud humana, de los animales, de las plantas, la producción de alimento, en ambiente del entorno propio de los seres humanos y de la biodiversidad, los ambientes naturales, la explotación minera, la inocuidad de alimentos, la educación, la economía, la sociología, la producción sostenible, acceso a agua potable e inocuidad de alimentos, entre otros.

Lo expresado permite destacar que requerimos de una educación cada vez más depurada, con un sistema de educación superior, ciencia y tecnología con estándares internacionales al más alto nivel, en donde se pongan en juego los niveles de convergencia entre disciplinas.

En un contexto histórico, la genética y la biología molecular constituyen un ejemplo de convergencia muy estrecha entre dos disciplinas cuyos trabajos pioneros (Mendel, 1866 y Miescher, 1869) son contemporáneos, pero separados y para las cuales no se visualizó ese nivel de coincidencia y fusión. Por razones de desarrollo de la época, que limitaron al propio Mendel, el nacimiento de la genética debió esperar hasta 1900 para ser reconocido como aporte al conocimiento luego de los estudios de Hugo de Vries (1900), Carl Correns (1900) y Tschermak-Seysenegg (1900), quienes redescubrieron y matizaron las “leyes” de Mendel. También hay que incluir los estudios realizados por Morgan (e.g., 1900, 1910). En el caso de Miescher (1869, 1871), hay que destacar que los trabajos de genética que se publicaron durante los primeros 30 años del siglo XX arrojaban cada vez más luz en torno a la importancia del material en el núcleo de la célula, las detonantes sobre la función de los ácidos nucleicos se empezaron a sentar con el experimento de Griffith (1928) que indujeron a los de Avery et al (1944) y Hershey y Chace (1952) y los aportes de Franklin, Paulin (1953), Watson y Crick (1953) y Crick (1958), los cuales permitieron empezar a entender tanto el funcionamiento como la estructura del material genético, además de cómo se daba todo el proceso con la “Teoría del dogma central” de Crick (1958). Esta convergencia se empieza a evidenciar con las investigaciones mencionados en este párrafo.

Los avances en aspectos ecológicos y ambientales, entendimiento de la biodiversidad gracias a todos los estudios básicos realizados desde hace mucho tiempo que se sistematizaron con Linnaeus (1758) y los personajes responsables de los mecanismos de la evolución como Lamarck (1809), Darwin (1859), Wallace (1869), Kimura (1968), Eldredge y Gould (1972); la detección de microorganismos (patógenos o beneficiosos), parásitos multicelulares, avances de la medicina humana y veterinaria, avances en la agronomía y veterinaria, desarrollo de la genética y biología molecular, entendimiento de la nutrición como factor importante en la salud de los seres vivos. Virus en componentes de la biodiversidad; metagenómica en el ambiente, en el tracto digestivo de los animales y humanos. Parasitología. Fitopatología y zoopatología, patología humana. Morbimortalidad.

Las enfermedades producidas por otros organismos, la mayoría son parasitarias, la depredación no lo es. Parásitos: virus (parásitos genéticos, en componentes de la biodiversidad y en humanos), bacterias, Eucariota unicelulares (e.g. *Toxoplasma gondii*, *Giardia lamblia*, *Entamoeba*, *Leishmania*, *Tripanosoma*), microhongos, multicelulares (artrópodos-ácaros, insectos; nematodos- *Ascaris*, *Trichurus*; Platyhelminthes-*Taenia*, *Bipalium*, etc.).

Adecuar las tecnologías usadas en el sector, tomando en cuenta la agricultura de precisión y ecológica

Adoptar la tecnología adecuada es crucial para el desarrollo, sobre todo si la misma ahorra tiempo y el producto que se genere retorna más beneficios económicos y para la salud. La labor de producción agrícola exige contar con la agricultura de precisión y la ecológica, y que a una parte de lo producido se le añada valor, como un elemento relevante de la producción sostenible, la seguridad alimentaria y nutricional. Este valor añadido, también debe tomar en cuenta la inocuidad en términos de los conservantes que utilice.

Armonizar la producción en el campo con el conocimiento, producción y respeto a los ecosistemas naturales y su biodiversidad

Toda producción sostenible tiene que implicar vigilancia constante del ambiente. Sin un ambiente sano no puede haber producción sana ni sostenible. En ese sentido, la producción en el campo debe estar acompañada de estudios en el entorno e in situ. La biodiversidad es aliada de la producción.

Contar con políticas sobre el uso de pesticidas amigables de modo que no afecten la salud de la población ni el ambiente

Aunque se abordaron aspectos relevantes sobre este tema, es importante tomar en cuenta que se vigile de manera sistemática, el efecto que pueden tener los pesticidas en la salud humana. Esta debe ser una labor permanente que induzca a la búsqueda constante de información acerca de los componentes en dichos pesticidas, ya que las investigaciones de que sean objeto los mismos puede arrojar conocimientos que antes no se tenían, que sugieran daños a la salud y por los cuales deban ser descontinuados.

Agradecimiento a la ing. Leyra Mora, por su contribución con los gráficos para este trabajo.

LITERATURA CITADA

- Alarcón Mella, José, Ingris De Paula y Lucila Ramón (2024). *Capítulo V. Disponibilidad y Acceso a los Alimentos: Producción, Importación y Procesamiento de Alimentos* Pp 143-167. En: Carlos M. Rodríguez Peña, Francisco Roberto Arias Milla y Modesto Reyes (editores) Seminario Actualidad y Futuro para Lograr la Soberanía y Seguridad Alimentaria y Nutricional en la República Dominicana: Generación y Transferencia de Conocimientos y Tecnología. MESCYT 258 pp
- Arias Milla, Francisco Roberto y Modesto Reyes (2024) *Capítulo IX. Sistema Universitario de Integración Científica-Tecnológica Agroalimentaria y Forestal*. Pp 242-262 En: Carlos M. Rodríguez Peña, Francisco Roberto Arias Milla y Modesto Reyes (editores) Seminario Actualidad y Futuro para Lograr la Soberanía y Seguridad Alimentaria y Nutricional en la República Dominicana: Generación y Transferencia de Conocimientos y Tecnología. MESCYT 258 pp
- Bisonó Rodríguez, Arturo Enrique (2024) *Capítulo III. Experiencias de la innovación en las políticas públicas aplicadas a la agricultura familiar*. Pp 110. En: Carlos M. Rodríguez Peña, Francisco Roberto Arias Milla, Modesto Reyes, Mario Grullón, Luis Matos, César López, Ángel Pimentel (editores) Seminario Actualidad y Futuro para Lograr la Soberanía y Seguridad Alimentaria y Nutricional en la República Dominicana: Generación y Transferencia de Conocimientos y Tecnología. MESCYT 258 pp
- Brandenburger, Adam M. and Barry J. Nalebuff (1996). *Coopetition*. 304pp. ISBN -385-47950-6
- Castree, Noel. (2003). *Bioprospecting: From Theory to Practice (and Back Again)*. *Transactions of the Institute of British Geographers*. 28(1):35-55. <https://doi.org/10.1111/1475-5661.00076>
- Cubides, Claudia, Carolina Gutierrez-Cortés, and Hecto Suarez (2023) *Bioprospecting in food production: an approximation of the current state in Colombia*. *Rev. Fac. Nac. Agron. Medellín* 76(1): 10227-10246. <https://doi.org/10.15446/rfnam.v76n1.101705>
- Dagnino, G. B., Leroy, F., & Yami, S. (2007). *La dynamique des stratégies de coopération*. *Revue Française de Gestion*, 33(176):87-98. <https://doi.org/10.3166/rfg.176.87-98>.
- Duarte Torres, O., and Velho, L. (2009). *Bioprospecting an international cooperation mechanism for strength the capabilities in Science and Technology in Colombia*.
- Escobar-Zepeda, A., de León, A. V. P., & Sanchez-Flores, A. (2015). The road to metagenomics: From microbiology to DNA sequencing technologies and bioinformatics. In *Frontiers in Genetics* 6 (Issue DEC). Frontiers Media S.A. <https://doi.org/10.3389/fgene.2015.00348>
- Feinsilver, Julie M. (1996) *Prospección de la biodiversidad: potencialidades para los países en desarrollo*. *Revista de la CEPAL* 60:11-128.
- Gullón, Mario, Cesar López, Graviel Peña, Gilberto Gómez, Gregorio García Lagombra, Eriberto Joel Tejada, Adrián Eduardo Rosario Mercedes, Glenly López Rodríguez, Pedro Antonio Núñez, Rosangel Matos, Alfredo Dalmau, Ofelia Castro, Juana de La Rosa, Margarita Betances, Ender Iñiguez, Víctor María Corniel, Rafael Paulino, y Yanina Segura (2024) *Capítulo VI Análisis del Impacto del Cambio Climático en las Cadenas de Producción, y el Uso y Conservación de los Recursos Naturales* (Genéticos, Forestales, Edáficos, y Acuíferos). Pp 168-184. En: Carlos M. Rodríguez

- Peña, Francisco Roberto Arias Milla y Modesto Reyes (editores) Seminario Actualidad y Futuro para Lograr la Soberanía y Seguridad Alimentaria y Nutricional en la República Dominicana: Generación y Transferencia de Conocimientos y Tecnología. MESCYT 258pp
- Handelsman, J., Rondón, M. R., Brady, S. F., Clardy, J., and Goodman, R. M. (1998). Molecular biological access to the chemistry of unknown soil microbes: a new frontier for natural products. *Chem. Biol.* 5: R245–R249. doi:10.1016/s1074-5521(98)90108-9
- Hulsey, C. D., Mims, M. C., & Streelman, J. T. (2007). Do constructional constraints influence cichlid craniofacial diversification? *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 274(1620), 1867–1875. <https://doi.org/10.1098/rspb.2007.0444>
- Kates RW, W. C. Clark, R. Corell, J.M. Hall, C.C. Jaeger, I. Lowe, J.J. McCarthy, H.J. Schellnhuber, B. Bolin, N.M. Dickson, S. Faucheux, G.C. Gallopin, A. Grübler, B. Huntley, J. Jäger, N.S. Jodha, R.E. Kasperson, A. Mabogunje, P. Matson, H. Mooney, B. Moore 3rd, T. O’Riordan, and U. Svedlin (2001) Environment and development. Sustainability science. *Science* 292(5517): 641-642. <https://doi.org/10.1126/science.1059386>
- Laird, S and K. ten Kate, (2002). Biodiversity prospecting: the commercial use of genetic resources and best practice in benefit-sharing. In: Biodiversity and Traditional Knowledge. Equitable Partnerships in Practice. Edited By Sarah A. Laird. Earthscan Publications Ltd, London, Sterling, VA. Section IV, Chapter 8. 241-286pp
- Laird, S. A. and R. Wynberg, (2002). Institutional policies for biodiversity research. In: Biodiversity and Traditional Knowledge. Equitable Partnerships in Practice. Edited By Sarah A. Laird. Earthscan Publications Ltd, London, Sterling, VA. Section I, Chapter 3, 39-76pp
- MacArthur, Robert and Edward O. Wilson (1967) Theory of island biogeography. Princeton University Press, 203pp.
- Macias, Robert J., Aidan García, Manuel García-Pérez (2024) CAPÍTULO II Producción de Combustibles Sostenibles de Avión: Balance Delicado entre Beneficios Económicos y Ambientales. Pp 91-109. En: Carlos M. Rodríguez Peña, Francisco Roberto Arias Milla y Modesto Reyes (editores) Seminario Actualidad y Futuro para Lograr la Soberanía y Seguridad Alimentaria y Nutricional en la República Dominicana: Generación y Transferencia de Conocimientos y Tecnología. MESCYT 258 pp
- Paniagua Segura, Janina, Pedro Antonio Núñez Ramos, Ana Mateo Arnaud, Joaquín Caridad, Enelvi Brito Sosa, Mary Batista, Ricardo Sosa, Socorro De la Cruz, Rafael Mendoza y Jesús Peña (2024) Capítulo VIII Estrategias Financieras, Actuales y Futuras, para la Generación y Transferencia de Tecnología, Agroalimentaria y Forestal (GYTTAF), Producción y Procesamiento de Alimentos para Lograr Incrementar la Seguridad y Soberanía Alimentaria y Nutricional (SSAN). Pp 206-238 En: Carlos M. Rodríguez Peña, Francisco Roberto Arias Milla y Modesto Reyes (editores) Seminario Actualidad y Futuro para Lograr la Soberanía y Seguridad Alimentaria y Nutricional en la República Dominicana: Generación y Transferencia de Conocimientos y Tecnología. MESCYT258 pp
- Pimentel, Ángel, Víctor Espaillat, Eladio Arnaud Santana, Ramón Arbona, Julio Morrobel, César Amado Martínez, Felipe Goya, Andreis García, Juan Sánchez, Manuel Cabral (2024) Capítulo VII Organización institucional y capacidad del Sistema Nacional de Investigaciones Agropecuarias

y Forestales-SINIAF. Pp 186-205. En: Carlos M. Rodríguez Peña, Francisco Roberto Arias Milla y Modesto Reyes (editores) Seminario Actualidad y Futuro para Lograr la Soberanía y Seguridad Alimentaria y Nutricional en la República Dominicana: Generación y Transferencia de Conocimientos y Tecnología. MESCYT 258 pp

Rodríguez, Ámbar, Mariella Ortega, Altagracia Fulcar, Yomaira Tejeda, Marleny Pérez, Awilda Leticia Santana, Raysa Grullart, Paul Rivero, Karina Vargas, Mario Castro, Patricia Grullón, Marielka Vicente, Yenni Medina, Lucila Beriguete, Víctor Urraca García, Marino Tejada, Ángel Adames, José López, Daris Sánchez, Lenny Gerónimo, Ana Cristina Guzmán, Maribel Grullón y Ninette López (2024) Capítulo IV. Soberanía y Seguridad Alimentaria y Nutricional de Todos Los Estratos Poblacionales Dominicanos, Políticas, Organización, y Roles Institucionales. Pp 111-142. En: Carlos M. Rodríguez Peña, Francisco Roberto Arias Milla y Modesto Reyes (editores) Seminario Actualidad y Futuro para Lograr la Soberanía y Seguridad Alimentaria y Nutricional en la República Dominicana: Generación y Transferencia de Conocimientos y Tecnología. MESCYT 258 pp

Rodríguez Peña, Carlos Ml. (2007). Acceso a la literatura científica, un reto a nuestros tiempos de la información digital. Educación Superior, Ciencia y Tecnología, 1-49pp. SEESCYT

Rodríguez Peña, Carlos Ml. (2008). Flujo de información científica para personal docente, de investigación y estudiantes de postgrado. Ciencia y Sociedad, 33 (1): 95-118. <https://doi.org/10.22206/cys.2008.v33i1.pp95-118> .

Rodríguez Peña, Carlos M. (2024) CAPÍTULO I Introducción, de contextualización, conceptualización y organización del evento, método trabajos seminario. Pp 21-90. En: Carlos M. Rodríguez Peña, Francisco Roberto Arias Milla y Modesto Reyes (editores) Seminario Actualidad y Futuro para Lograr la Soberanía y Seguridad Alimentaria y Nutricional en la República Dominicana: Generación y Transferencia de Conocimientos y Tecnología. MESCYT 258 pp

Citar:

Rodríguez Peña, Carlos M. (2024) CAPÍTULO X. Discusión y Conclusiones Generales. Pp 208-234. En: Carlos M. Rodríguez Peña, Francisco Roberto Arias Milla y Modesto Reyes (editores) Seminario Actualidad y Futuro para Lograr la Soberanía y Seguridad Alimentaria y Nutricional en la República Dominicana: Generación y Transferencia de Conocimientos y Tecnología. MESCYT 258pp

DIRECTORIO

apellido (s), nombre (s)	página
Adames, Ángel	89, 108, 234
Alarcón Mella, José	131, 232
Arbona, Ramón	164, 233
Arias Milla, Francisco Roberto	2, 15, 71, 87, 88, 108, 131, 145, 164, 189, 207, 232, 233, 234, 235
Arnaud Santana, Eladio	146, 164, 233
Ascención Burgos, Deligne	235
Batista, Mary	165, 189, 233
Beriguete, Lucila	108, 234
Betances, Margarita	139, 145, 232
Betancourt Dalmasí, Helmut	208, 209, 247
Bisonó Rodríguez, Arturo Enrique	88, 241
Brito Sosa, Enelvi	165, 189, 233
Cabral, Manuel	164, 233
Caridad, Joaquín	165, 189, 233
Castro, Mario	108, 234, 235
Castro, Ofelia	138, 145, 232
Corniel, Víctor María	139, 145, 232, 235
Dalmau, Alfredo	138, 145, 232
De la Cruz, Socorro M.	165, 189, 233
de La Rosa, Juana	139, 145, 232
De Paula, Ingris	131, 232
Espailat, Víctor	164, 233, 236
Félix Sánchez, Carlos	221
Fulcar, Altagracia	89, 108, 234, 236
García Fermín, Franklin	3, 6, 236
García Lagombra, Gregorio	134, 145, 232
García, Aidan	11, 72, 87, 233, 240
García, Andreis	146, 164, 233
García-Pérez, Manuel	11, 72, 87, 218, 233, 250
Gerónimo, Lenny	108, 234
Gómez, Gilberto	134, 145, 232
González, Manuel	220
Goya, Felipe	146, 164, 233
Grullart, Raysa	108, 234

Grullón, Maribel	108, 234, 236
Grullón, Mario	88, 234, 236
Grullón, Patricia	108, 234
Guzmán, Ana Cristina	108, 234, 89
Hernández, Dionisio	220, 236
Hernández Martich, José David	62
Inchaustegui, Sixto J.	15, 62, 237, 257
Iñiguez, Ender	139, 145, 232
Joel Tejada, Eriberto	132, 134, 145, 232, 239
López Rodríguez, Glenney	132, 138, 145, 232, 237
López, César	88, 138, 145, 232, 237
López, José	108, 234
López, Ninette	108, 234
Macias, Robert J.	11, 72, 87, 233
Martínez, César Amado	146, 164, 233
Mateo Arnaud, Ana	165, 189, 233
Matos, Luis	88, 232
Matos, Rosangel	138, 145, 232
Medina, Yenni	108, 234
Mendoza, Rafael	165, 189, 233
Morrobél, Julio	146, 154, 164, 233, 246
Núñez Ramos, Pedro Antonio	165, 189, 233
Ortega, Mariella	108, 234
Paulino, Rafael	139, 145, 232
Peña, Graviel	145, 232
Peña, Jesús	165, 189, 233
Peralta Pérez, Dionisio	221
Pérez Yzquierdo, Ignacio de la Caridad	221
Pijeira Cabrera, Héctor	221
Pimentel, Ángel	88, 220, 232
Ramón, Lucila	131, 232
Rivero, Paul	108, 234
Rodríguez Martínez, Genaro	4, 10
Rodríguez Peña, Carlos Ml.	4, 19, 208, 234
Rodríguez, Ambar	89, 108, 234
Rosario Mercedes, Adrián Eduardo	132, 138, 145, 232
Sánchez, Daris	108, 234

Santana, Awilda Leticia	89,108, 234
Santos Echavarría, Joel Adrian	3, 7, 13
Segura Alcántara, Edwar Alberto	221
Segura, Janina	165,189
Sosa, Ricardo	165,189, 233
Soto Viñas, Betty	4
Tejada Torres	208
Tejada, Eriberto Joel	132, 134, 145, 232
Tejada, Marino	89, 108, 234
Tejada, Yomaira	108, 234
Toribio Milane, Juan	220, 221
Urraca García, Víctor	89, 108, 234
Vargas, Karina	108, 234
Vicente, Marielka	108, 234

ÍNDICE

Término	página
abastecimiento;	125, 127, 157, 159, 169, 240
académico	5, 56, 57, 150, 155, 182, 210, 212, 216, 220, 224, 225
Ácaros	51, 230
acetona-butanol-etanol (ABE)	76
ácidos grasos	72, 79
Ácidos Grasos Hidro procesados (HEFA-SPK)	72, 74, 75
acuicultura	5, 147, 195, 204
ADN	19, 53, 54, 58
Adultos de 18 a 65 años	89, 95
África	20, 21, 34, 58, 62, 91, 214
agenda nacional de investigación, transferencia de tecnología y extensión	157, 161
Agrónomos	63, 222, 223
AGROPECAPP	209
agropecuaria	7, 13, 14, 22, 32, 41, 55, 104, 107, 111, 115, 124, 125, 130, 140, 141, 143, 148, 149, 150, 156, 167, 171, 178, 179, 180, 183, 184, 185, 186, 188, 194, 208, 211, 213, 218
Agua (MT/MT biomasa)	76, 77, 78, 79, 80, 81, 82
Aidan Garcia	11, 72, 87, 233
alcaldías, gobernación y las redes municipales SSAN	97
alcohol: para reactores;	76
alcoholes	76
alimentación: humana, avícola, porcino, ovino, caprino, bovino, cunícola, etc.	14, 143, 227
Alimentos	4, 5, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 19, 21, 27, 28, 30, 33, 36, 37, 38, 42, 44, 46, 47, 49, 51, 52, 58, 61, 62, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 97, 99, 100, 102, 103, 104, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 121, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 135, 137, 140, 141, 144, 146, 157, 158, 163, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 178, 184, 187, 189, 204, 208, 209, 211, 218, 222, 223, 226, 227, 228, 230, 232, 233
Ambiente	5, 14, 15, 19, 20, 22, 26, 41, 42, 44, 50, 52, 54, 55, 58, 70, 96, 104, 109, 126, 131, 135, 138, 142, 146, 157

América Latina	14, 56, 57, 88, 91, 94, 111, 119, 130, 134, 144, 145, 148, 164, 165, 167, 168, 170, 187, 188, 193, 198, 199, 206, 209, 210, 217, 218, 223, 224, 226, 227, 228, 229, 230, 231
análisis de genes	58
Análisis de la situación de las políticas y estrategias de crédito	178
Andersen	59, 61, 62
Anexo 1. Financiamiento al Sector Agroalimentario por tipo de entidad	191
Anexo 2. Relación de los requisitos exigidos a los productores agrícolas por los bancos estatales dominicanos	191
Anguilla rostrata: América, insular y continental; colapsar o extinguirse; eficiencia en la captura juveniles o angulas	212
Animalistas	54, 56
aplicación práctica	62
Aplicar tasa cero: adquisición de drones y otras tecnologías nuevas	126
Archaea	19, 21, 25, 48, 50, 58
arroz	30, 31, 107, 110, 111, 113, 115, 116, 117, 122, 124, 128, 134, 136, 137, 151, 159, 162, 176, 183, 204, 208
Artrópodos	230
Arturo Enrique Bisonó Rodríguez	88, 232
arzobispo	177
Ascaris	230
Aseguradora Agropecuaria Dominicana, AGRODOSA	141, 183
Asia	24, 28, 91, 119
ASOCARNE	182
Asociación APAPE	147
Asociación Internacional de Transporte Aéreo (International Air Transport Association IATA) huella de carbono	72
Asociación para el Desarrollo de la Microempresa (Banco ADEMI	171
ASTM	73, 75
atmósfera,	21, 39, 46, 48, 80, 83, 229
automatización de procesos	126
aviación	72, 73, 75, 78, 82, 84
Atmanli	73, 74, 87
Avery	54, 62, 230

agua: manejo de; programa nacional de cosecha y conservación de; tecnologías; uso eficiente; agricultura; manejo; cultivo; subterráneas; reservas disponible	142
Bacteria, bacterias	21, 25, 34, 37, 39, 40, 41, 48, 50, 53, 58, 69, 209, 230
bacteriófagos	25, 53, 69, 209
Bahoruco	177
Baldo	58, 62
bancos: de genes; de germoplasma	25, 58, 143, 197
Banerjee, A., Sharma, R., Chisti, Y., & Banerjee, U. C. (2002).	85
Bases para la Integración con el SINIAF	205
basura	228
batata	103, 111, 118, 122, 162, 176, 204
benceno	78
Beneficios Económicos y Ambientales	11, 72, 87, 228, 233
Beneficios Potenciales de la Integración	195
bienestar de las personas	59
bioaceites	80
biodiversidad: Estudio, conservación, protección, manejo,	14, 19, 22, 23, 28, 49, 50, 51, 54, 55, 56, 57, 58, 113, 126, 134, 136, 137, 138, 140, 141, 209, 213, 215, 220, 226, 228, 229, 230, 231, 232
Bioenergía	73
BioForming	81, 82, 86
Biología Molecular	50, 57, 58, 211, 230
Biólogos Sistemáticos	223
biomasa, seca	27, 63, 73, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 135, 140, 212, 228
Biometría al Día	220
biomoléculas: celulosa, hemicelulosa y lignina	73, 74
Bioprospección: con microorganismos, plantas y animales.	57, 58, 209, 211, 213
Bloomberg NEF	82
bootstrap	193
Botryococcus Braunii	76, 85
buenas prácticas agrícolas (BPA); de manufactura (BPM) (MIP)	129, 162, 222
Buenas Prácticas de Manufactura (BPM)	129, 204
banca, nacional (pública y privada) e internacional	214

cambio climático	4,9, 11, 13, 14, 28, 54, 82, 88, 90, 93, 98, 113, 117, 119, 129, 130, 132, 133, 134, 135, 136, 138, 139, 140, 141, 142, 144, 145, 158, 169, 187, 195, 204, 220, 222, 228, 229, 232
Centros Regionales	155, 177
computadora personal (CP)	227
CONIAF	5, 148, 150, 151, 153, 154, 156, 157, 161, 197, 205
C15, Farneseno	78
Cabrera, Melo de Sousa	115, 116, 154, 180
Cadenas productivas; de producción	4, 9, 109, 117, 130, 132, 142, 145, 158, 185, 232
calidad para la producción	143
California	25, 52, 58
Cambio Climático, CC: contrarrestar el; impacto	13, 14, 28, 54, 62, 88, 90, 93, 98, 113, 119, 129, 132, 133, 134, 135, 136, 138, 139, 140, 141, 142, 144, 145, 158, 159, 169, 187, 204, 220, 222, 228, 232
Canasta básica	103, 106, 107, 113, 116, 124, 162, 163
canelilla (<i>Cryptorhiza haitiensis</i> Urb.)	209
caña de azúcar	31, 78, 115, 178, 204
capa de ozono	61, 138
capacidades productivas	125
capacitación y actualización de productores y profesionales del agro	126
captura de carbono	83
caracterizar la comunidad microbiana	58
Carga Mundial de la Morbilidad	94
Caribe, el	
Carter	25, 58, 63
Catalizadores de cobalto o hierro	77
CEI-RD	182
células especializadas	57
censo de productores por regiones, provincias, municipios, zonas y subzonas, tomando en cuenta los datos arrojados por el pre-censo realizado en 2014	127
CEPAL	94, 141, 145, 183, 184, 187, 232
Chen y Pachter	58
Chile	27, 28, 46, 48, 94, 111, 130, 164
Chiriac y Mirariu	58, 63
CI	56, 82, 208, 210, 224
Ciencia Abierta	57
científico tecnológico.	56, 57, 227

CNI: Derechos y Deberes de los Miembros	216
CO2: emisión de	83
CODOPESCA	5, 147
coevolucionan	59
colmenas de abejas	128
Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)	94, 187
Complementariedad	203, 216, 218, 220
comunidad científica	20, 57, 58, 72, 212, 216, 219, 223
comunidades microbianas	58
conexiones horizontales	60
conflicto bélico Rusia-Ucrania	13, 89, 90, 91, 93, 103, 132, 167208
Congreso: Sociedad Dominicana de investigadores Agropecuarios y Forestales (SODIAF); Congreso Internacional de Investigación Científica (CIC, I-XVIII)	222
Conocimiento, producción y respeto	209, 231
conocimientos transferibles.	57
Consortio Científico Tecnológico para el Desarrollo de República Dominicana (CCT-DRD)	56, 57
conuquismo	128
Conversión de biomoléculas en hidrocarburos	74
Cooperativismo	177, 182, 185
Coopetencia, más Competencia	
COOPEYUCA	147
craqueo	76, 80
Crédito: sector privado al sector agroalimentario; acceso a;	129, 173
Crick :“Teoría del dogma central”	230
crisis sanitaria, y de los contenedores;	220
CTI	56, 220
cuartiles: Q1, Q2, Q3, Q4	57, 219, 225
Cultivos de exportación: Frutales; vegetales orientales; mayor incidencia en el año 2019;	162
Cumbre de Sistemas Alimentarios	97, 127
DIGERA	141, 183, 184, 187
democratización de la información	35, 226
Dendrograma relación entre instituciones agropecuaria	213

densidad de vehículos	61
Departamento de Energía de los Estados Unidos	73
desafío central	59
desarrollo; sostenible, desigual	9, 28, 55, 56, 58, 59, 61, 90, 97, 132, 134, 143, 144
deshidrata catalíticamente	76
desoxigenación e hidrogenación	76
Destinos o renglones de mayor incidencia en el financiamiento al sector agroalimentario	175
Diesel (MTcombustible/ MT biomasa)	76, 77, 79, 80, 81
Dirección General: de Riesgos Agropecuarios (DIGERA);	141, 183, 187
Distribución de financiamiento al Sector agroalimentario de agencias públicas	172
Distrito Nacional	97, 104, 124, 177
doctorado	58, 210, 213, 214, 221, 223, 225
Dr.Defilló,	58
Drosophila melanogaster	58, 64
Ecología	22, 25, 42, 43, 50, 51, 54, 58
Economistas	223
Ecuador	94
Educadores	9, 222, 223
elaborar los planes de estudio en las IES	224
Electricidad generada (kWh /MTh-1), bio-masa	77
Electricidad requerida (kWh /MTh ⁻¹ biomasa)	78, 79, 81
empela	82
energía	37, 39, 40, 41, 59, 61, 73, 82, 83, 84, 92, 94, 117, 166, 179, 204, 218
Energy Information Administration - EIA, 2022).	73, 86
ENHOGAR-MICS (2019)	93, 94, 95
Entamoeba	230
Entomólogos	223
epistemológicas.	57
Escolares (6 a 17 años)	89, 93, 95
Esquema de las rutas disponibles para la producción de combustibles para avión. Adaptado de Morgan et al.,(2019); Zhang et al.,(2020)	74

Esquema general del proceso ATJ. Fuente: adaptado de (Tanzil et al., 2021)	77
Estabilización de la estructura profesional	178
Estadísticos	223, 225
Estándar de Combustibles Bajos en Carbono (LCFS)	82
esteres	72, 74, 75, 79
estrategias; científicas, financieras; para Lograr los Productos del SUICTAF; políticas para fomentar la transición; en la movilidad;	97, 110, 138, 148, 161, 164
Eucariota unicelulares	230
Eukarya	21, 25, 48, 50, 58
Evolución de la incorporación de cooperativas en Rep. Dom. 1947-2021.	172
exploración científica	62
Extensionistas	9, 125, 131, 149, 160, 199, 200, 205, 206
Ecosistemas Naturales	140, 209, 231
Fao	3, 5, 15, 22, 28, 88, 89, 92, 93, 94, 95, 97, 98, 101, 104, 105, 106, 109, 110, 111, 113, 115, 116, 130, 131, 144, 145, 146, 164, 167, 170, 187, 188, 213
FAO, PNUD	213
FCIP: Formación, Capacitación e Intercambio Profesional	200, 202
FIDA	167, 187, 214
Figura 3. Esquema general del proceso HEFA. Fuente: adaptado de (Tanzil et al., 2021)	76
Figura 2. Esquema general del proceso FT. Fuente: adaptado de (Tanzil et al., 2021)	74
Figura VIII-1. Investigadores del Centro Norte del IDIAF, según rangos de edad. Fuente: Elaboración de Julio Morrobel en base a una muestra	154
Fill the Nutrition Gap	94
financiamiento	106, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 130, 148, 149, 151, 152, 153, 154, 155, 161, 166, 171, 172, 175, 179, 180, 183, 184, 191, 193, 200, 213, 221, 227
Financiamiento al sector agroalimentario desde la banca privada (en millones de RD\$).	172
fincas	114, 116, 119, 126, 137, 149
Fischer-Tropsch (FT-SPK) Franz Fischer y Hans Tropsch	74, 75, 77, 78, 85, 86
Físicos	202, 223
Fitopatología	230
FODA SINIAF	160, 161

Fomento de la agricultura orgánica y generativa para contribuir con la mitigación del impacto climático; zonificación de cultivos.	128
Fondo Especial para el Desarrollo Agropecuario (FEDA);	190, 214
Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola (FIDA);	214
Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (FONIAF)	151, 161
FONDOCYT	13, 15, 62, 135, 148, 149, 161, 208, 209, 214, 222, 223, 228
Formación de recursos humanos	9, 161, 208, 219, 223
forraje para alimentación animal	143
fortalecimiento institucional	157, 161, 193, 196, 200, 202
Francia	33, 34, 61, 110, 113, 116, 130
Franklin	3, 6, 15, 230
Frutas y Verduras	97
Fuente: Banco agrícola.	103, 122, 123, 124, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 180, 183, 187, 190, 218
fuentes renovables	73
Fujita et al.	58
Fundación REDDOM.	129, 184
ganadería: a silvopastoril, de montaña	128, 144, 222
Gannon	56, 65
gas: de síntesis, natural y	73, 77, 83, 84
gasificación	77, 83, 84
Gasolina (MTcombustible/ MT biomasa)	73, 76, 77, 79, 80, 81, 84
genes: putativos, biosintéticos	58
Genética	19, 22, 25, 50, 51, 53, 54, 143, 195, 230
genomas: microbianos, putativos	
Genotipos	118, 162
Giardia lamblia	230
globalización económica y las prácticas agrícolas;	61
granjas	41, 126, 163, 183
Griffith	54, 65, 230
Grupo de Análisis matemático y matemática Aplicada-GAMMA	220, 221
guaconejo (Amyris sp.)	209
guandul	103, 117, 118, 162

GYTAF: Generación y Transferencia de Tecnología Agroalimentaria y Forestal;	202
GYTT: modelo de gestión de las responsabilidades	160
habichuela	117, 151, 162, 176
hambre	52, 90, 91, 92, 93, 97, 102, 104, 105, 124, 163, 167, 188
hambre en 2030	91
heces fecales	58
HEFA	72, 74, 75, 76, 82, 84
Helmut Betancourt	208, 209
Herrero, 2006).	55
Hershey y Chace	230
Hess	58, 61, 66
Heyne	73, 74, 85
hidro desoxigenación	76, 80
hidrotermólisis catalítica	74, 75, 79
Hipertensión Arterial: Prevención Diabetes y Obesidad	95, 97
Holanda	14, 61
Hoskinson et al.	58, 66
Huang	58, 66
Hugo de Vries (1900), Carl Correns (1900) y Tschermak-Seysenegg (1900)	51, 230
huracanes, riadas, sequías, plagas, entre otras.	180, 183
IDC: Información, Documentación y Comunicación;	202
IDECOOP	177
IDIAF	5, 14, 58, 112, 116, 117, 118, 121, 125, 130, 135, 136, 146, 147, 148, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 161, 187, 197, 205
IEESL	194, 196, 213
IES	5, 56, 146, 147, 148, 151, 154, 156, 157, 160, 161, 193, 194, 196, 197, 198, 199, 200, 202, 203, 204, 206, 208, 210, 213, 214, 215, 221, 223, 224, 225
IIJA	82
Illicium ekmani	209
IMPA-UASD, AVECEN	58
agricultura urbana y periurbana, Implementación	143
INCAP	5, 89, 94, 97, 101

Independencia	31, 97, 123, 161, 177, 222
Índice de Desarrollo Humano (IDH)	92
industria global industria indispensable Icf; Wittmer	72
inercia	61, 217
Informáticas	209
Infotep	126
Infraestructura	56, 58, 59, 72, 82, 84, 110, 113, 118, 122, 124, 129, 140, 181, 183, 192, 193, 201, 208, 221, 225
Ingenieros Industriales	223
ingenio humano	98
ingesta diaria de proteínas, grasas-saturadas e insaturadas, carbohidratos-procesados no procesados, vitaminas, minerales-Mg, Fe, Li, Na, K, etc., agua-potable	227
Ingresos dignos	98
innovaciones.	14, 58, 148, 197, 198, 218, 223
Insectos	38, 44, 51, 52, 230
Inseguridad Alimentaria en el Mundo	92
instancias públicas y privadas de investigación y extensión	125
Instituciones de educación superior promotoras del SUICTAF.	196
Instituciones del sistema SSAN, compromiso de las	
Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP) en 2017	5
Integración al SINIAF.	205
inteligencia artificial (AI), el aprendizaje de máquina (ML), el aprendizaje profundo (DL) y la ciencia de data (DS)	220
intensidad de carbono (CI)	82, 84
Interacción multiniveles	59
interdisciplinariedad	56
intermediarios de bajo peso molecular (gas de síntesis, azúcares, aceite pirolítico)	73
International Civil Aviation Organization	72, 85
inversión y transferencia de tecnologías	126
Isobutanol	75, 76
Isoparafinas	74, 75, 78, 79
Isoparafinas Sintéticas de Azúcar Fermentada Hidro procesada (SIP-HFS)	74, 75, 78
isoparafinas	

inseminación artificial, Técnicas de	163
isomerización	76, 77, 84
del Instituto Nacional de Bienestar Estudiantil (INABIE).	5, 89, 95, 97, 98, 99, 214
J. Gutenberg: inventa imprenta rotatoria,	226
Jar	56, 66
Jet (MTcombustible/ MT biomasa)	77, 78, 79, 80, 81, 82
Johnstone y Schot	59, 61, 66
José David Hernández Martich	62
Junta Agroempresarial Dominicana (JAD)	7, 13, 126, 129, 221, 222
jóvenes rurales, apoyo a	126
Ley 251-12	148, 150, 151, 153, 161
La malnutrición	45, 90, 93, 94
La organización de aviación civil internacional, OACI (~44,5 gCO ₂ e/MJ)	82
La oración de recursos humanos para todos los roles críticos que requiere el sistema agroalimentario y forestal.	209
La reanálisis lógica de la matriz generó:	
La Vega	64, 99, 118, 123, 147
laboratorio de tejidos (BIOVEGA)	143
Laboratorios: equipos, mantenimiento, servicios	
Las Cooperativas	175, 177, 178, 185
las infraestructuras instaladas	143
LCA	82
Leishmania	230
Lemna	208, 209
levaduras o microorganismos modificados genéticamente	78
Ley de Agua,	126
Ley de Inversión en Infraestructura y Empleos,	82
Leyra Matos	62
Linnaeus (1758)	24, 25, 230
Lockwood	58, 61, 67
logística existente	84
Los taínos	178
Macroestructura del SUICTAF.	199
maduración de la microbiota	58

maestría	58, 210, 213, 214, 223, 225
Malacólogos	223
Manejo agronómico con Buenas Prácticas Agrícolas-BPA	162
Manejo integrado del cultivo (MIC),	129
Manuel García-Pérez	11, 72, 87, 218, 233
manufactura	83, 129, 204, 222
maquinarias y equipos agrícolas: tractores, cortadoras de arroz, motocultores y equipos de riego.	183
Mar de los Sargazos	212
Marco Institucional	95, 126, 210
marco institucional del sector agropecuario	126
Matemáticos	221, 223
Matriz radio de acción institucional: AGP, ANQ, Bdi, Bmo, Bpr, CAG, CMA, Cta, CVG, Edu, EPA, Fin, Gre, Hhp, Inv, Lcl, MIC, Mvf, NAN, Nut, Ol, Pso, Sea, Sen	211
Maxima verosimilitud (Maximum likelihood), Neighbor Joining y árbol de consenso	193
Meadowcroft y Rosenbloom	59, 61, 68
MEDEAGROF (Mesa de Decanos y Directores de Carreras Agroalimentarias y Forestales)	157, 161, 193
medio ambiente y la biodiversidad.	126
medios de comunicación	143, 218, 222
mejoramiento genético, de los cultivos,	55
mejorar la seguridad alimentaria	143
Mendel	51, 230
mercado de trabajo: demandas y tendencias del; economía	224, 226
Metabolismo	5, 35, 38, 39, 40, 58, 89, 227
Metabolismo de las proteínas, lípidos, carbohidratos vitaminas	227
métodos y metodologías	57
México	30, 41, 64, 94, 144
Michel-Mata	58, 68
Micólogos	223
Microbiólogos	222, 223
microbiota: intestinal; estructura y diversidad;	25, 58
Microhongos	58, 230

microorganismos	15, 21, 22, 25, 35, 36, 37, 46, 48, 51, 52, 54, 58, 78, 209, 223, 228, 230
MINAG	146, 148, 149, 150, 152, 153, 157, 161
Mini-Simposio Polinomios Ortogonales y Aplicaciones	221
Ministerio: Agricultura, Educación, Salud Pública, Medioambiente; MESCYT	5, 13, 15, 97, 103, 104, 105, 109, 110, 111, 112, 114, 124, 128, 130, 131, 132, 141, 143, 148, 149, 152, 153, 155, 156, 163, 170, 180, 188, 197/ 95/5, 89, 95, 97, 101/2, 3, 4, 5, 7, 9, 13, 15, 16, 17, 19, 62, 71, 87, 88, 96, 108, 131, 132, 145, 148, 151, 160, 164, 189, 194, 197, 199, 207, 216, 222, 227, 228, 232, 233, 234
Mipymes	5, 89, 96, 128
MJ	82
Modelo de Generación y Transferencia de Tecnología Agroalimentaria y Forestal Propuesto	207
monóxido de carbono (CO)	77
Monseñor Ricardo Pittini	177
Monte Plata.	97, 99, 104, 105, 123, 177
Morbimortalidad	230
Motores de Propulsión a Chorro (ATJ-SPK	74, 75, 76
movilidad: automovilidad	59, 61, 219, 228
Multicelulares	230
Murphy	56, 68
Mylan	58, 61, 65, 68
materiales genéticos, disponibilidad, calidad para la producción.	121, 143
Meelen y Münzel	58, 61
MEGA	58
Micronutrientes: Segunda Encuesta Nacional de en Escolares	94, 95, 107, 227
Miescher	230
Morgan	74, 86, 230
Muñoz, Darwin.	209
nacimiento de la genética	230
Nacional Micronutrientes	94
Nafta (MTcombustible/ MT biomasa)	78, 79, 82
naturaleza y la sociedad	59, 60
Nematodos	230
nexos universidad-empresa (sector productor de bienes y servicios con el productor de conocimiento).	57

nicho	22, 26, 43, 54, 61, 227
normas y certificaciones exportación	182
nuevas tecnologías y productos.	125
nuevas variedades	19, 21, 51, 55, 118, 151
nuevos para la ciencia.	25, 58
nutrición	3, 5, 14, 24, 28, 32, 37, 38, 41, 47, 48, 57, 65, 88, 89, 94, 95, 97, 99, 102, 104, 106, 107, 118, 136, 137, 158, 162, 179, 204, 209, 211, 213, 214, 216, 218, 223, 227, 230
Nutriólogos	223
Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).	58, 90, 97, 163
ODS 2015-2030	58, 90, 98, 124, 161
Oficina Nacional de Meteorología (ONAMET) agroclimatológico	141, 183
olefinas	73
olefinas cadena larga	
ONG	96, 150, 156, 184, 194, 197, 202, 203
ONGs	97, 143
ONU	56, 58, 59, 187
OPS	5, 97, 111, 130, 167, 187, 222
Orden: religiosa de los Scarboro (canadienses); scarboro	177
Ordenamiento Territorial	126, 142
Organigrama del SUICTAF.	199
Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación (FAO)	15, 88
Organización institucional y capacidad del Sistema Nacional de Investigaciones Agropecuarias y Forestales-SINIAF	11, 146, 164, 233
Organización Mundial de la Salud (OMS)	94
parasitarias	230
Población	5, 6, 9, 13, 14, 20, 22, 23, 24, 27, 28, 32, 33, 42, 43, 44, 45, 48, 51, 69, 91, 94, 95, 96, 97, 98, 102, 103, 106, 107, 109, 110, 111, 112, 113, 115, 116, 118, 121, 124, 128, 132, 138, 149, 152, 158, 167, 168, 169, 177, 181, 194, 199, 208, 209, 217, 222, 224, 226, 227, 228, 229, 231
pandemia (sindemia) COVID-19 y del conflicto bélico (Rusia-Ucrania)	208
pandemia COVID-19	89, 90, 132
Paoli	58, 68
papel del Estado	162
paradigma político: Cambios de; del Sector	60

Parasitología	41, 63, 206, 230
parásitos genéticos	230
patentes	9, 58, 148, 156, 204
patología humana	230
patrones de cambio como la delimitación de los procesos y mecanismos causales	59
Paulin	230
PBI	182
Pearson y Watson	58, 61, 68
peces	58, 141
Penélope Leger Peña	62
pequeños productores agrícolas y	126
Perfeccionamiento de la competencia	178
mecanismos de la evolución: Lamarck, Darwin, Wallace, Kimura, Eldredge y Gould, Motoo Kimura	230
Perspectiva multinivel	59, 60
pesca bacalao (<i>Gadus morhua</i>) en Canadá	212
pesticidas	14, 19, 27, 28, 49, 51, 52, 139, 209, 231, 253
PFI: Políticas y Fortalecimiento Institucional;	200, 202
Philips	58
PIB	91, 94, 109, 110, 115, 153, 163, 167, 173, 179
Pijeira y W. Urbina	221
<i>Pinus occidentalis</i>	63, 228
Pirólisis rápida	74, 80, 81
plaga	41, 55, 229
Plagiodontia Grupo de Discusión e Intercambio Científico	220
Plan Nacional Plurianual del Sector Público (PNPSP).	97, 164
plataforma biológica	78
plátano	31, 103, 111, 116, 118, 121, 124, 162, 176, 183, 204
Platyhelminthes	230
PMA	5, 15, 89, 94, 95, 97, 98, 167, 187, 222
poblaciones humanas “salvajes”	58
Poblaciones, equilibrio en las	56
Poder Ejecutivo	95, 96, 102, 162, 188

políticas	4, 5, 7, 9, 11, 13, 59, 60, 61, 72, 84, 88, 89, 95, 96, 99, 101, 102, 108, 110, 111, 114, 121, 124, 125, 127, 130, 132, 137, 146, 147, 148, 150, 151, 156, 158, 159, 160, 161, 164, 166, 169, 170, 178, 182, 184, 186, 187, 188, 192, 194, 197, 200, 202, 203, 204, 206, 208, 209, 210, 220, 225, 231, 232, 234
Prasad	75, 85, 86
Primera infancia (0 a 5 años)	89, 93, 94, 100
Prioridades de Investigación Identificadas por los Actores del Sector.	204
Procesos aprobados internacionalmente para la producción de combustible de avión. Adaptado de (Air Transportation Action Group ATAG, 2017)	75
procesos Biológicos	72
PROCICARIBE	194
Proconsumidor: derechos del consumidor	214
Producción: de Hidrogeno y la relevancia en la producción de SAF; pântulas por tejidos; en el campo; local;	82
producción de plántulas por tejidos.	143
producción, uso y eliminación de autos	61
Producción; leche y carne: gramíneas; leguminosas; Conservación de pastos y forrajes; alimentación; alternativas alimenticias; sub-productos agroindustriales, cosecha	163
Producidos mediante procesos bioquímicos	75
productividad	27, 94, 107, 110, 113, 115, 116, 117, 118, 121, 125, 129, 135, 141, 143, 158, 168, 185, 193, 199, 206, 229
Productores/as	5, 9, 13, 15, 27, 32, 64, 82, 105, 106, 109, 109, 111, 114, 115, 117, 118, 119, 120, 121, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 140, 141, 142, 143, 147, 149, 150, 155, 156, 159, 160, 162, 168, 169, 170, 175, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 191, 193, 197, 198, 199, 200, 201, 203, 204, 208, 212, 218, 222, 223
Productos: Esperados, principales	
Programa de Alimentación Escolar (PAE)	95, 98, 99, 107, 227
Programa de mejoras del acceso vial en zonas rurales del Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones (MOPC).	99
programas de producción de semillas	143
Programas del SUICTAF	202

Progresando con Solidaridad (PROSOLI) del Gabinete de Coordinación de Políticas Sociales (GCPS).	88, 99, 170
PROGRESAN-SICA II	92, 98
Protistas	58
PTRSL (Philosophical Transactions of the Royal Society of London)	227
publicaciones científicas	58, 156, 219, 227
Pymes	128
Queroseno Parafínico Sintético	72, 74, 75, 76, 77
Queroseno parafínico sintético con alto contenido de hidrógeno (HHC-SPK)	75, 76
Queroseno Parafínico Sintético de Ésteres y Ácidos Grasos Hidro procesados (HEFA-SPK):	72, 74, 75
Queroseno Sintético con Aromáticos de Fischer-Tropsch (FT-SKA)	74, 78
Queroseno Sintetizado Hidrodesoxigenado o bioformado de Virent (HDO-SK)	74, 81
Queroseno Sintetizado por Hidrotermólisis Catalítica (CH-SK o CHJ)	74, 79
Queroseno: Parafínico Sintético Fischer-Tropsch (FT-SPK); Sintético con Aromáticos de Fischer-Tropsch (FT-SKA); Parafínico Sintético de Ésteres; Parafínico Sintético a base de Alcohol para Reactores o Motores de Propulsión a Chorro (ATJ-SPK); Queroseno Sintetizado por Hidrotermólisis Catalítica (CH-SK o CHJ), Queroseno Sintetizado Hidrodesoxigenado o bioformado de Virent (HDO-SK)	74
reacciones de oligomerización	76
recolección e interpretación de datos	126
Recomendaciones	5, 17, 125, 127, 129, 141, 159, 162, 164, 165, 166, 169, 170, 184, 203, 210
Reconfiguración	60, 115
Red Académica para una República Dominicana Sostenible (RARDS)	56
Red Nacional para la Soberanía y Seguridad Alimentaria y Nutricional (Red SSAN)	96
refinería de petróleo tradicional	76
Región de América Latina	94, 111
Reglamento de la Ley 251-12 que crea el SINIAF.	153, 161
Reino Unido	27, 34, 53, 61
República Dominicana, Sostenible	56

retiro laboral de investigadores	125
Retomar los planes de educación ambiental	143
revisión de libros	57, 216
revistas científicas, estándares internacionales de,	17, 57, 216, 222, 224
Robert J. Macias	11, 72, 87, 233
rotíferos	58
Ryghaug y Skjølsvold	58, 61, 69
Sanidad, Inocuidad y Adecuación para el Consumo Humano	227
Santiago y Puerto Plata	177
Santo Domingo	5, 15, 35, 63, 109, 110, 111, 112, 122, 123, 124, 130, 133, 144, 147, 148, 154, 177, 187, 188, 194, 209
Schiller	58, 61, 69
Secretaría Técnica para la Soberanía y Seguridad Alimentaria y Nutricional (SETES-SAN),	15, 89, 96
sector agrícola y agroindustrial	125, 221
sector agroalimentario, presupuesto del;	161
sector agropecuario y con las empresas	161
Según el IV Censo Cooperativo Nacional	177
seguridad alimentaria y nutricional	1, 2, 3, 4, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 19, 44, 71, 88, 89, 92, 94, 95, 96, 97, 98, 105, 106, 107, 108, 110, 111, 128, 130, 131, 132, 145, 146, 164, 187, 189, 210, 223, 231, 232, 233, 234,
seguro de plaguicidas.	162
Selección de cultivares, uso y producción de material de siembra de calidad.	162
selección masal	162
Semana Dominicana de Ciencia y Tecnología	222
SICTA	194, 199
SIEMBRA	27, 32, 36, 103, 117, 118, 119, 122, 124, 127, 128, 129, 136, 140, 143, 162, 204, 214
siembra, cosecha	27, 32, 36, 103, 117, 118, 119, 122, 124, 127, 128, 129, 136, 140, 143, 162, 204/30, 33, 93, 103, 117, 121, 122, 127, 135, 140, 142, 162, 163, 168, 208
SINASSAN	5, 95, 96, 132, 210, 218
SINIAF	9, 11, 146, 147, 148, 150, 151, 153, 154, 155, 156, 157, 159, 160, 161, 162, 164, 193, 194, 197, 199, 200, 201, 202, 203, 205, 234
Sintéticas de Azúcar Fermentada Hidro procesada (SIP-HFS o DSHC	74, 78
Sistema Alimentario Sostenible, Resiliente y Equitativo	109, 127, 130, 131, 228

Sistema de investigación Nacional Agropecuaria y Forestal (SINIAF)	194
Sistema de Monitoreo e Información en SSAN	98
Sistema de Producción	104, 121, 163
sistema eléctrico (SE)	61, 218
sistema institucional público-privado	126
Sistema Universitario de Integración Científica-Tecnológica Agroalimentaria y Forestal -SIUCTAF	5, 11, 147, 157, 192, 193, 194, 207, 232
Sistemas de Información para la Resiliencia en Seguridad Alimentaria y Nutricional Sistema de Integración Centroamericano (SICA)	92
sistemas de producción-consumo SPC: transición en los	56, 59, 60
sistemas sociotécnicos	61
situación alimentaria y nutricional: poblacionales dominicanos, (primera infancia de 0 a 5 años; escolares de 6 a 17 años; adultos de 18 a 65 años; mayores de 66 años).	89
Inchaustegui, Sixto J.	15, 62
SMR: Steam methane reforming	83
Soberanía	1, 2, 4, 5, 9, 10, 11, 13, 17, 19, 51, 56, 71, 87, 88, 89, 94, 95, 96, 106, 108, 110
Soberanía y Seguridad Alimentaria y Nutricional	111, 131, 132, 134, 138, 139, 145, 146, 164, 165, 166, 189, 193, 194, 202, 210, 223, 232, 233, 234
Sistema de Extensión	155, 161, 162
Sistema de Investigación y Transferencia de Tecnología	148
sociedad civil	96, 97, 143, 198
Sociedad Estadounidense para Pruebas y Materiales (American Society for Testing and Materials – ASTM).	73
Sociedades Científicas	35, 36, 56
Sociólogos	223
Soja	75, 82
SSAN, ley 589-16	97, 110
Srivastava	75, 86
Staling Cordero	62
SUICTAF: Misión, Visión, Valores y Objetivo General	201
sulfatos, cloratos, nitratos, amonio, calcio, fosfato,	228

Superintendencia; de bancos de la República Dominicana; de Seguros	171, 172, 190
Sustainable Aviation Fuels – SAF	73
Sustitución	60, 99
SODONUCLIM	5, 97
Supérate	5, 97, 102, 146
síndrome del vaneamiento del arroz	162
Seguros para infraestructura agropecuaria: factorías de arroz, almacenes de granos, secaderos de cacao y café, plantas procesadoras de leche, granjas de pollos, gallinas ponedoras, granjas de cerdos	183
Servicio Internacional para la Investigación Agrícola Nacional (ISNAR)	154
Taenia, Bipalium	230
Tanzil	73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 81, 84, 86
Tardígrados	58
TCI (USD MM\$)	76, 77, 78, 79, 80, 81, 82
tecnología de punta, principalmente arroz, plátanos, bananos, habichuelas, frutales, vegetales en ambientes protegidos y en campo abierto	183
Tecnologías	7, 13, 14, 15, 27, 28, 31, 33, 48, 49, 57, 72, 73, 75, 80, 83, 87, 117, 118, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 137, 142, 146, 147, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 161, 162, 178, 183, 196, 197, 198, 204, 209, 219, 220, 229, 231
tecnologías: de procesamiento termoquímico; de producción de combustibles alternativos; limpias; de alimentos	75
tecnologías; descripción de las	75
temperatura	29, 40, 77, 79, 158
Tendencias en las investigaciones científicas que se realizan en el mundo	224, 225
TIC	156, 162
Tiempos inciertos	92
Toxoplasma gondii,	230
transferencia tecnológica	57, 58, 149, 150, 156, 209, 211, 220
transferirlos tecnológicamente	57
transiciones	14, 56, 59, 60, 61
transporte de carga	72
tranvías	61
Trichurus	230
triglicéridos	75

Tripanosoma	230
U.S Department of Energy & Technologies Office Tanzil.	73
UASD, GAMMA	5, 58, 132, 133, 147, 148, 194, 213, 220, 221/220, 221
UGENE	58
Una buena nutrición reduce	227
UNA SALUD (ONE HEALTH)	57, 230
UNICEF USAID	167, 187/184
Unidad de Microbiología para el Desarrollo de República Dominicana (UMDRD)	56, 58
Universidad: UASD; UAFAM; UCATECI; WSU; UFHEC; UNISA; UNEV; UNPHU; UTECO; UTESUR;	5, 58, 132, 133, 147, 148, 194, 213, 220, 221/132, 194/5, 89, 132, 196/5, 89, 132, 194, 196/132, 147, 148, 194, 196/5, 89, 132, 146, 148, 194, 208, 209/ 5, 132, 194, 196/132, 194, 196/147, 194, 196
Universidades con incidencia en el agro y grados que imparten	214
urbana	58, 112, 113, 143, 163
utilizando técnicas moleculares	58
vehículos eléctricos	61
Veterinarios	222, 223
vidas inestables	92
Vinculación del SUICTAF con el SINIAF	201, 205
Virent	74, 81, 82, 86
virus	13, 58, 230
Watson	58, 61, 68, 230
Wells	21, 22, 26, 58, 61, 70
Whatsapp	220
XV Congreso Internacional de Investigación Científica	221
XXIII Encuentro Nacional de Líderes del Sector Agropecuario, JAD	7, 13, 126, 221, 222
Xylocopa mordax	209, 223
Yilmaz	73, 74, 87
yuca casabe, caña de azúcar, habichuelas, maíz y calabazas	30, 46, 69, 118, 122, 147, 178/31, 103, 107, 117, 124, 134, 178, 183, 204/ 30, 46, 65/64, 178
Zonificación y planificación de la producción agropecuaria.	143
Zoopatología	230



www.mescyt.gob.do



@mescytrd

**Ministerio de Educación Superior,
Ciencia y Tecnología**
Av. Máximo Gómez 31, Santo Domingo
Teléfono: (809) 731-1100