

Tecnologías de la bioeconomía para valorizar residuos y desperdicios: oportunidades de negocio para la agricultura familiar

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), 2020



Tecnologías de bioeconomía para valorizar residuos y desperdicios: oportunidades de negocio para la agricultura familiar por IICA se encuentra bajo una Licencia Creative Commons

Reconocimiento-Compartir igual 3.0 IGO (CC-BY-SA 3.0 IGO)

(<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/igo/>)

Creado a partir de la obra en www.iica.int.

El Instituto promueve el uso justo de este documento. Se solicita que sea citado apropiadamente cuando corresponda.

Esta publicación está disponible en formato electrónico (PDF) en el sitio Web institucional en <http://www.iica.int>

Coordinación editorial: Priscila Henríquez

Autorías personales: Marta Macías Aragonés, Carmen Girón Domínguez, María Nieto Fajardo, Nathalie Chavrier, David Páez Rodríguez, Macarena Ureña Mayenco, Juan Carlos Moreno García, María García Alegre y Gloria de la Viña Nieto

Corrección de estilo: Máximo Araya

Diagramado:

Diseño de portada:

Documento digital

Tecnologías de bioeconomía para valorizar residuos y desperdicios: oportunidades de negocio para la agricultura familiar / Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. – San José, Costa Rica : IICA, 2020.

00 p.; 00 cm X 00 cm.

ISBN: 978-92-9248-886-4 Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria (FONTAGRO)

1. Bioeconomía 2. Bioenergía 3. Biocarburante 4. Biomasa 5. Biogás 6. Adopción de innovaciones 7. Agricultura familiar 8. Aprovechamiento de desechos 9. Tecnología apropiada 10. Empresas pequeñas 11. América Latina 12. Caribe I. IICA II. Título

AGRIS
P06

DEWEY
333.7

San José, Costa Rica
2020

AGRADECIMIENTOS

Esta publicación es el resultado de una alianza estratégica entre el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), el Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria (FONTAGRO) y la Corporación Tecnológica de Andalucía (CTA), dirigida a destacar oportunidades de negocios incluyentes para los agricultores familiares, mediante la revalorización de los residuos de cosecha y otros “desperdicios” con tecnologías basadas en el enfoque de bioeconomía. En el proceso de consulta se obtuvieron las opiniones de 25 informantes clave de América Latina y el Caribe (ALC), quienes compartieron con nosotros sus conocimientos y pensamiento estratégico para la promoción del tema. A ellos les expresamos nuestro más sincero agradecimiento.

A los participantes del taller celebrado en Costa Rica, durante el cual diseñamos el plan de acción y la hoja de ruta para fomentar una bioeconomía que valoriza los residuos agrícolas, les damos las gracias por sus aportes y el entusiasmo mostrado en cada una de las sesiones.

Además, se agradece a Iciar Pavez, Eugenia Saini y Guillermo Pérez por la revisión del primer borrador de esta publicación y los acertados comentarios para mejorarlo.

Finalmente, les damos las gracias a las autoridades del IICA y el FONTAGRO por el apoyo brindado en la materia.

ÍNDICE

LISTA DE FIGURAS	5
LISTA DE TABLAS	8
ABREVIATURAS	10
INTRODUCCION POR PARTE DEL IICA	11
INTRODUCCION POR PARTE DEL FONTAGRO	12
RESUMEN EJECUTIVO	13
1- INTRODUCCIÓN	18
1.1 La bioeconomía: un interés global	18
1.2 Los residuos como materia prima de nuevos procesos productivos basados en estrategias de bioeconomía	19
1.3 Concepto de biorrefinería	21
1.4 Contexto actual de la AF y justificación del estudio	23
2- DEFINICIÓN DEL ALCANCE DEL ESTUDIO	26
2.1 Metodología del estudio	27
3- MAPEO DE TECNOLOGÍAS DE APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS CON ENFOQUE DE BIOECONOMÍA	32
3.1 Identificación y categorización de tecnologías de valorización de desechos y desperdicios agropecuarios y agroindustriales para su aprovechamiento en la AF del mundo	32
3.2 Análisis de las tecnologías identificadas para el aprovechamiento de residuos	35
4- CONDICIONANTES QUE FAVORECEN O LIMITAN EL APROVECHAMIENTO DE LAS TECNOLOGÍAS IDENTIFICADAS POR LA AF EN ALC	47
4.1 Identificación y análisis de variables críticas para la adopción de estrategias de bioeconomía	47
4.1.1 Dimensión social	47
4.1.2 Dimensión económica	50
4.1.3 Dimensión tecnológica	53
4.1.4 Diversidad	55
4.2 Variables críticas favorables y limitantes para aprovechar las tecnologías aplicables a la bioeconomía	57
5- POSIBILIDADES DE APROVECHAMIENTO DE LAS TECNOLOGÍAS IDENTIFICADAS EN NUEVOS MODELOS DE NEGOCIOS PARA LA AF DE ALC	65
5.1 Situación de partida en ALC en el ámbito de la bioeconomía	65
5.2 Factores de implantación	66
5.3 Replicabilidad	67
5.4 Selección de oportunidades	69
5.4.1 Análisis cualitativo	72
5.4.2 Análisis cuantitativo	74
6- RECOMENDACIONES DE LINEAMIENTOS PARA FACILITAR EL APROVECHAMIENTO DE LAS TECNOLOGÍAS IDENTIFICADAS POR LA AF EN ALC	81
6.1 Lineamientos para facilitar el aprovechamiento de las tecnologías identificadas por la AF en ALC	81
6.1.1 Actuaciones extraídas de las entrevistas a expertos	81
6.1.2 Plan de acción para las opciones de valorización más prometedoras	84
6.2 Visión de la bioeconomía en ALC a corto, mediano y largo plazos	93
6.3 Hoja de ruta para facilitar el aprovechamiento de las tecnologías identificadas por la AF en ALC	95

BIBLIOGRAFÍA	100
ANEXO I Resultados del Taller Tecnologías para la Bioeconomía y sus Posibilidades de Aprovechamiento para la Agricultura Familiar en América Latina y el Caribe	104
Sobre el IICA	111
Sobre el FONTAGRO	111
Sobre la CTA	111

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Concepto integrado de biorrefinería	21
Figura 2. Integración productiva en la agroindustria de la capa de azúcar	22
Figura 3. Infografía esquemática del esqueleto básico en el que se sostienen las biorrefinerías	23
Figura 4. Cantidades de desechos disponibles para su valorización	25
Figura 5. Pasos para el análisis de oportunidades de las tecnologías identificadas	27
Figura 6. Categorías por considerar en un estudio de selección de opciones de valorización	29
Figura 7. Tipología de los procesos de aprovechamiento de subproductos	35
Figura 8. Nivel de maduración o de avance de las tecnologías identificadas	36
Figura 9. Sector al que pertenecen las entidades generadoras de las tecnologías de aprovechamiento identificadas	36
Figura 10. Representatividad geográfica de las tecnologías identificadas	38
Figura 11. Mapeo de las tecnologías identificadas	39
Figura 12. Principales condicionantes desde el punto de vista social	48
Figura 13. Principales condicionantes desde el punto de vista económico	50
Figura 14. América Latina: tasas de pobreza y de personas en situación de pobreza y pobreza extrema	53
Figura 15. Principales condicionantes desde el punto de vista tecnológico	55
Figura 16. Principales condicionantes desde el punto de vista de la diversidad	56
Figura 17. Variables favorables (arriba) y críticas (abajo) correspondientes a cada opción de valoración, expuestas por los participantes en el taller.	59
Figura 18. Variables favorables (arriba) y críticas (abajo) correspondientes a cada opción de valoración, expuestas por los participantes en el taller.	61
Figura 19. Variables favorables (arriba) y críticas (abajo) correspondientes a cada opción de valoración, expuestas por los participantes en el taller	63
Figura 20. Fortalezas de ALC para aprovechar oportunidades tecnológicas en materia de bioeconomía	66

Figura 21. Principales causas del fracaso de las experiencias de bioeconomía en ALC	67
Figura 22. Acciones de apoyo y ayudas financieras que favorecen la replicabilidad	68
Figura 23. Programas o entidades que apoyan el desarrollo de tecnologías desde los gobiernos	69
Figura 24. Priorización estándar de las opciones de valorización de desechos alimentarios	70
Figura 25. Categorías por considerar en un estudio de selección de opciones de valorización	72
Figura 26. Necesidad de inversión para la implantación de la oportunidad versus el interés para el agricultor	73
Figura 27. Actuaciones por realizar desde el punto de vista del usuario que produce los residuos (el complejo de AF)	81
Figura 28. Actividades por realizar desde la perspectiva política	82
Figura 29. Planificación temporal para la adopción de estrategias de producción de energía	90
Figura 30. Planificación temporal para la adopción de estrategias de producción de energía	91
Figura 31. Planificación temporal para la adopción de estrategias de producción de energía	92
Figura 32. Metodología backcasting para la planificación estratégica	93
Figura 33. Visión y objetivos de la bioeconomía para ALC en los corto, mediano y largo plazos	94
Figura 34. Fases propuestas para facilitar el aprovechamiento de las tecnologías identificadas por la AF en ALC	96
Figura 35. Variables favorables (arriba) y críticas (abajo) correspondientes a cada opción de valoración, expuestas por los participantes en el taller.	105
Figura 36. Variables favorables (arriba) y críticas (abajo) correspondientes a cada opción de valoración, expuestas por los participantes en el taller	107
Figura 37. Variables favorables (arriba) y críticas (abajo) correspondientes a cada opción de valoración, expuestas por los participantes en el taller	109

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Criterios para la selección de oportunidades por sistematizar	28
Tabla 2. Elementos considerados en categorías específicas	32
Tabla 3. Elementos considerados en las categorías empleadas	33
Tabla 4. Porcentajes de las tecnologías identificadas en cuanto a su maduración y el tipo de residuo que procesan	38
Tabla 5A. Opciones de valorización (prevención, alimentación humana, bioproductos y alimentos para animales) de las cadenas de producción identificadas	40
Tabla 5B. Opciones de valorización (usos industriales, energía y usos agronómicos) de las cadenas de producción identificadas	
Tabla 6. Edad promedio del jefe de explotación agraria familiar, por país	49

Tabla 7. Tamaño promedio de las explotaciones de AF, comparado con el de las explotaciones del sector agropecuario de varios países	50
Tabla 8. Clasificación de países según sus ingresos poblacionales y su desarrollo en bioeconomía	56
Tabla 9. Criterios y ponderaciones asignadas, utilizados en el análisis multicriterio	75
Tabla 10. Priorización de las tecnologías disponibles para usos agronómicos para el aprovechamiento de los residuos de la AF en ALC	76
Tabla 11. Priorización de las tecnologías disponibles para usos industriales para el aprovechamiento de los residuos de la AF en ALC	77
Tabla 12. Priorización de las tecnologías disponibles para la producción de energía para el aprovechamiento de los residuos de la AF en ALC	78
Tabla 13. Priorización de tecnologías disponibles para el aprovechamiento de los residuos de la AF en ALC	79
Tabla 14. Plan de acción: ¿cuáles cambios se están buscando?	84
Tabla 15. Plan de acción: ¿por qué es importante el cambio?	84
Tabla 16. Plan de acción: tareas o acciones necesarias	85
Tabla 17. Plan de acción: recursos necesarios	86
Tabla 18. Plan de acción: público objetivo	87
Tabla 19. Plan de acción: equipo necesario	87
Tabla 20. Plan de acción: riesgos	87
Tabla 21. Plan de acción: indicadores clave de rendimiento (KPI)	88
Tabla 22. Plan de acción: mensajes clave en la comunicación a la administración	89
Tabla 23. Plan de acción: mensajes clave en la comunicación al agricultor familiar	89
Tabla 24. Hoja de ruta para para facilitar el aprovechamiento de las tecnologías identificadas por la AF en ALC	97

ABREVIATURAS

AF	Agricultura familiar
AHP	Metodología de análisis jerárquico (Analytic Hierarchy Process)
ALC	América Latina y el Caribe
BBI JU	Partenariado de industrias biobasadas (Bio-based Industries Joint Undertaking)
BCIE	Banco Centroamericano de Integración Económica
BIC	Consortio de Industrias Biobasadas (Bio-based Industries Consortium)
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
BM	Banco Mundial
CAF	Banco de Desarrollo de América Latina
CAPEX	Costo de bienes de equipo e infraestructura (<i>capital expenditure</i>)
CE	Comisión Europea
CEPAL	Comisión Económica para América Latina y el Caribe
CTA	Corporación Tecnológica de Andalucía
EASTECO	Comisión de Ciencia y Tecnología de África Oriental (East African Science and Technology Commission)
EE. UU.	Estados Unidos
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
FONTAGRO	Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria
GEI	Gases de efecto invernadero
GBS	Cumbre Global de Bioeconomía
IAC	Comité Asesor Internacional
IBF	Foro Internacional de Bioeconomía
IICA	Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura
MCDA	Análisis de decisión multicriterio (Multi-Criteria Decision Analysis)
OPEX	Costos de operación (<i>operational expenditure</i>)
PYME	Pequeña y mediana empresa
RTD	Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico (Research and Technological Development Center)
SIDA	Agencia de Cooperación al Desarrollo Internacional de Suecia
UE	Unión Europea

INTRODUCCIÓN POR PARTE DEL IICA

Una alianza internacional para la promoción de la bioeconomía en beneficio de la agricultura familiar (AF)

Se estima que, en el mundo, alrededor de un tercio de los alimentos producidos no se consume, lo que constituye un nivel de ineficiencia que afecta significativamente los ámbitos social, económico y ambiental.

En la actualidad, en muchos países de América Latina y el Caribe (ALC) la inseguridad alimentaria se ha incrementado a causa de la enfermedad del coronavirus COVID-19. No solo experimentan dicha inseguridad quienes ya viven en la pobreza, sino también la población vulnerable de los países de altos ingresos, debido a la caída de las rentas y al desempleo. Ahora más que nunca se requiere alimentar a la población, maximizando el potencial de las cosechas y aprovechando la biomasa que generalmente no se utiliza. De lo contrario, el costo de la pérdida de los recursos naturales utilizados en la producción de los alimentos (agua, energía, semillas y fertilizantes), del tiempo de los productores, del uso de la tierra para otros fines, así como del procesamiento y el almacenamiento, seguirá en aumento, lo que tendrá efectos muy negativos.

Aunque contamos con escasa información sobre cuándo, por qué y dónde se pierden los alimentos o las partes comestibles de productos asociadas a la cadena de suministro, sabemos que hay “desperdicios” que se podrían utilizar en la generación de productos comercializables, innovadores y nutritivos y de energía, así como en la industria farmacéutica y cosmética, es decir, en el desarrollo de negocios, para lo cual debemos formular estrategias y priorizar acciones.

En América del Norte y América Central alrededor del 88 % de las explotaciones es llevado a cabo por productores familiares, quienes manejan el 68 % de las tierras, mientras que en América del Sur, estos porcentajes son 82 % y 18 %, respectivamente. Debido a la trascendencia de este segmento, en el Instituto y el FONTAGRO creemos que el uso de los residuos y desperdicios tiene un enorme potencial en favor de los productores familiares. El IICA pone especial énfasis en promover la bioeconomía como una alternativa para estimular negocios y, al mismo tiempo, cerrar el ciclo del carbono, mientras que el FONTAGRO cofinancia proyectos de investigación y genera tecnologías en beneficio de la AF. En 2019 los esfuerzos de colaboración entre ambas instituciones se unieron a los conocimientos especializados de la CTA, líder global en el tema de la bioeconomía.

Esta publicación elaborada de manera colectiva, con la participación de varios profesionales y equipos interdisciplinarios es el resultado de un proceso de consulta con expertos de ALC, quienes contribuyeron a evaluar la situación y ofrecer posibles soluciones al problema. Como resultado, se proporcionan lineamientos y un plan de acción con respecto a las opciones de valorización más prometedoras en los corto, mediano y largo plazos. Además, se diseñaron 56 fichas con información sobre posibilidades de valorización de los residuos y desperdicios agrícolas, las tecnologías necesarias para efectuarla y sus correspondientes productos, las cuales están disponibles en <https://catalogo-bioeconomia.iica.int/es>.

Nuestro objetivo es dar a conocer la bioeconomía y sus oportunidades, así como ayudar a posicionarla en el ámbito estratégico de las líneas de financiamiento de organismos supranacionales y gobiernos de la Región.

Lloyd Day
Subdirector general

INTRODUCCIÓN POR PARTE DEL FONTAGRO

Repensando la agricultura bajo el enfoque de bioeconomía y la agregación de valor

En el mundo y, en especial, en ALC el estudio sobre cómo valorizar los residuos agrícolas es de suma importancia para el sector agropecuario y la AF. El proceso de valorización con el enfoque de bioeconomía es clave para el futuro de las economías de la Región. Muchas experiencias demuestran el potencial del uso industrial de los productos y subproductos agropecuarios y forestales en la generación de mercados y empleos y la dinamización de la economía local, regional y nacional. Además, la bioeconomía fomenta acciones de descarbonización, con un impacto positivo en el medio ambiente y en el cumplimiento de algunos objetivos de desarrollo sostenible relacionados con la disminución de gases y la adaptación al cambio climático y la mitigación de sus efectos, entre otros.

Desde la década de los 90 el enfoque de cadena de valor en la producción agropecuaria abrió las puertas a nuevas oportunidades de integración de la producción primaria en la industria. El uso de la biomasa en la generación de energía o de subproductos de la molienda y la cosecha en la preparación de alimentos para animales, así como de bioinsumos tan importantes para el desarrollo de un agricultura sostenible y amigable con el ambiente, son ejemplos destacables de agregación de valor. Sin embargo, este desarrollo económico alcanzable por medio de la bioeconomía requiere importantes inversiones en investigación, desarrollo e innovación y, en particular, de la combinación de equipos inter y multidisciplinarios.

En 2019 el FONTAGRO decidió apoyar la iniciativa impulsada por especialistas del IICA denominada “Tecnologías para la valorización de residuos de agricultura familiar en ALC a través de estrategias de bioeconomía”, que sirvió de base a esta publicación. Esta última incluye un análisis inicial del concepto de bioeconomía, un mapeo mundial y un estudio de experiencias internacionales en el tema. Asimismo, se elaboró un catálogo con numerosas fichas de casos, donde se destacan tecnologías que ilustran la agregación de valor bajo el enfoque de la bioeconomía y la gestión de subproductos y, especialmente, se analiza su promoción mediante la identificación de variables críticas.

Las recomendaciones de este estudio son muy importantes para la formulación de políticas que promuevan la agregación sostenible de valor a la producción primaria, con un menor impacto al ambiente, así como para el desarrollo de nuevas capacidades tecnológicas, potencial de empleo y dinamismo económico.

Ing. Pedro Bustos Valdivia
Director nacional del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) de Chile
Presidente del FONTAGRO

RESUMEN EJECUTIVO

Este documento, intitulado “**Tecnologías de bioeconomía para valorizar residuos y desperdicios: generando oportunidades de negocio para la agricultura familiar**”, es el resultado de un estudio encargado por el IICA a la CTA para promover el aprovechamiento de los residuos de la AF en ALC, por medio de la bioeconomía. Su objetivo es, por un lado, dar a conocer la bioeconomía y sus oportunidades, ya que es una tendencia poco conocida en la región y, por el otro, ayudar a posicionarla en el plano estratégico, en las líneas de financiamiento de organismos supranacionales y gobiernos de la Región. Esta línea de acción es parte de la colaboración anual del Instituto al FONTAGRO, que cofinancia proyectos de investigación en favor de la AF.

Por medio de este estudio se desea dar respuesta al elevado potencial de aprovechamiento de los residuos de la AF y al interés de ALC en utilizar la bioeconomía en su valorización. En la Región la inclinación por el uso productivo de los desechos aún es incipiente, pese a su considerable potencial, teniendo en cuenta los grandes volúmenes de producción de materias primas agrícolas y de desechos de la actividad agropecuaria, agroindustrial y antropogénica.

El volumen de biomasa generado por la agricultura, incluida la AF, es cada vez mayor, lo que supone elevados costos de gestión y altas emisiones de CO₂ asociadas a su transporte. Debido a lo anterior, su valorización supone no solo un beneficio económico, sino también una reducción del impacto ambiental. En términos de desarrollo, ALC centra su atención en la lucha contra la desigualdad, la erradicación de la pobreza y la búsqueda de sociedades más justas e inclusivas y con mayores niveles de bienestar. La transformación del medio rural y la AF, importantes componentes de su sistema económico, constituye un aspecto clave para lograr ese desarrollo sostenible e inclusivo. En este contexto, la bioeconomía se posiciona como una estrategia fundamental de impulso al cambio y una oportunidad para mejorar las condiciones económicas y sociales de un alto porcentaje de la población.

Los procesos de bioeconomía se definen como el uso intensivo de conocimientos en recursos, procesos, tecnologías y principios biológicos para la producción sostenible de bienes y servicios en todos los sectores de la economía. De esta manera, la bioeconomía puede ayudar a enfrentar el desafío de facilitar a los pequeños productores, quienes poseen menos recursos y cuya producción es baja, los mecanismos para hacer su actividad más sostenible y productiva, enriqueciendo sus conocimientos tradicionales con los avances científicos para mejorar sus medios de vida.

Metodología y catálogo de tecnologías

Este estudio recopila conocimientos especializados de diversas fuentes internacionales, así como del IICA y la CTA, en el ámbito de la bioeconomía. Además, contiene las opiniones de expertos en la materia de ALC, recabadas a través de 25 entrevistas y un taller presencial realizado en la Sede Central del Instituto en Costa Rica, del 5 al 6 de noviembre de 2019, en el que participaron expertos y delegados de organizaciones públicas y privadas de diferentes países.

En el análisis del contexto regional, la revisión de factores clave, la valoración del potencial de las tecnologías y la definición de recomendaciones y lineamientos no se consideraron aspectos o factores dependientes de “lo local”, ni se trabajó a nivel micro, a fin de acotar el ámbito de estudio. Este informe no profundiza, por tanto, en los contextos político (medidas y leyes disponibles), económico (instrumentos financieros de apoyo) ni técnico (volumen de residuos producidos por la AF) de cada país. En casos puntuales, gracias al conocimiento local de los expertos entrevistados, se mencionan algunos casos concretos de países de ALC.

Por lo tanto, el análisis realizado es suprarregional, no abarca el nivel micro ni particulariza en las características nacionales o locales de todo el territorio de ALC. Se centra en las oportunidades para el agricultor familiar que aprovechan los residuos ya generados, es decir, no toma en cuenta aquellas que previenen y/o reducen la producción de residuos en la agricultura ni en las actividades forestales.

Los criterios utilizados en la selección de las oportunidades más pertinentes son relevancia, validez, aplicabilidad, innovación y sostenibilidad. Las 56 fichas tecnológicas identificadas en este estudio, incluidas en un catálogo disponible en <https://catalogo-bioeconomia.iica.int/es>, contienen información básica sobre posibilidades de valorización de los residuos y desperdicios agrícolas, las tecnologías necesarias para efectuarla y sus correspondientes productos.

Se identificaron y analizaron las variables críticas, positivas y negativas, que pueden condicionar la adopción de las diferentes soluciones de bioeconomía en la región y se agruparon en las dimensiones social, económica o tecnológica. Según los expertos en el campo, la enorme diversidad geográfica, ecológica y económica de ALC es un factor muy relevante en este sentido.

Contexto en ALC

Aunque en la Región comienzan a surgir experiencias relacionadas con la bioeconomía, la mayoría de los países carece de una estrategia definida al respecto. Ya que se trata de un concepto nuevo y, en muchos casos, desconocido, existe un considerable desinterés de los sectores público y privado en promover proyectos vinculados a la bioeconomía, ya que se desconoce su potencial.

Se identificaron barreras como la resistencia de los productores a adoptar nuevos modelos de negocio, debido a su avanzada edad o su bajo nivel educativo, la falta de estructuras asociativas en el sector de la AF, la escasa conciencia ambiental y factores gubernamentales como la inestabilidad o la descoordinación entre instituciones y agricultores. Además, se destaca el bajo nivel de ingresos de los productores en las unidades de AF y su reducido tamaño, lo que dificulta el desarrollo de mercados para productos con alto valor ambiental añadido y limita la disponibilidad de recursos económicos para invertir en nuevos modelos de negocio, así como el poco acceso a créditos.

Dicha dimensión reducida supone también condicionantes tecnológicos, como la necesidad de adaptación de las tecnologías a una pequeña escala, la dificultad que conlleva la repetición ante la diversidad de microexperiencias y el escaso número de experiencias exitosas.

En un sector poco maduro como la bioeconomía resulta esencial una buena articulación de las entidades que apoyan la transferencia del conocimiento desde la universidad hasta los productores, así como “organismos tractores” que dinamicen la interacción entre los agentes del sector.

Análisis de opciones de valorización

La selección de las opciones más adecuadas para implementar en la región, así como la definición de las estrategias a seguir, requieren una evaluación simultánea de muchos parámetros o factores técnicos, de mercado y económicos que se tomaron en cuenta. Para la selección de las opciones de valorización más adecuadas se optó por un análisis de decisión multicriterio, empleando una metodología de análisis jerárquico.

Para evaluar por primera vez las opciones de valorización con mayor potencial, se presenta una metodología simplificada, dirigida a facilitar el procedimiento de selección, imposible de profundizar en el ámbito regional debido a la heterogeneidad y la complejidad de los países. Se consideraron seis opciones de valorización: usos agronómicos, producción de energía, usos industriales, alimentación animal, bioproductos y consumo humano.

Mediante un análisis cualitativo fue posible identificar las tres opciones de valorización más importantes para la AF, con mayores posibilidades de implementación en la situación actual, un gran impacto social y alineación con la visión de ALC y la bioeconomía: usos agronómicos, producción de energía y usos industriales. La opción de usos industriales, muy atractiva por el significativo retorno de la inversión y su adecuado tiempo de implementación, también resulta compleja, debido a sus requerimientos en cuanto a la capacitación del agricultor y del personal de apoyo para utilizar la tecnología y la gran inversión que supone adquirirla.

Posteriormente se efectuó un análisis cuantitativo adicional, a fin de establecer criterios de valoración para implantar la oportunidad, a los que se les asignó una ponderación. Este análisis permitió ordenar la información según el potencial de implantación de las tecnologías identificadas en el catálogo, para determinar las oportunidades cuya adopción/repetición resultaría más sencilla y ventajosa en ALC. Sin embargo, cuando se implante cualquiera de estas tecnologías, se deberá realizar un estudio adicional de factores “dependientes del caso de estudio”, como la realidad local, la cantidad de desecho producida, el nivel de conocimiento del agricultor familiar, el acceso a financiamiento local, etc.

Con base en las tres opciones que el análisis cualitativo consideró más atractivas (uso agronómico, uso industrial y producción de energía), se estudiaron 56 tecnologías de aprovechamiento de residuos de la AF, que abarcan actividades tan dispares como el biocompostaje de residuos, la biofermentación de peladura de papas para la producción de bioetanol o la hidrólisis oxidativa one-pot para la producción de nanocelulosa a partir de residuos celulósicos urbanos y vegetales. Tras asignar la puntuación, las tecnologías se ordenaron de mayor a menor, en función de su potencial de implantación. Las tres que obtuvieron mayor puntuación son (1) producción descentralizada de biogás de alta pureza a partir de purín de cerdo, (2) uso de residuos de la producción de cardamomo en el cultivo del hongo comestible seta y (3) reutilización de residuos de poda de vid (sarmientos) para la producción de biofertilizante. No obstante, se debe realizar un análisis de la realidad local antes de su implantación.

Próximos pasos

A modo de conclusión, se propone una serie de lineamientos para facilitar la utilización de las tecnologías identificadas en la AF de ALC, entre los cuales se incluyen:

- Actuaciones extraídas de las entrevistas a los expertos;
- Un plan de acción para las opciones de valorización más prometedoras a corto, mediano y largo plazos; y
- Una hoja de ruta para la adopción de la bioeconomía en la AF de ALC.

Dicha hoja de ruta permite un cambio secuencial de modelo, lo que facilita a cada región la selección de su propio punto de partida según su estado de madurez. Además, indica las acciones que se deben realizar con respecto a cada uno de los grupos de actores principales.

Ilustración 1.

Hoja de ruta para facilitar el aprovechamiento en la AF de ALC de las tecnologías identificadas.



Como paso previo al desarrollo o la implementación de esta hoja de ruta, es preciso realizar una labor de sensibilización de los organismos supranacionales y sus representantes en la región, así como de los políticos regionales de los que depende la toma de decisiones. Su objetivo será concientizarlos sobre la necesidad de invertir en la bioeconomía y dirigir sus políticas públicas hacia ella, debido al papel que esta nueva forma de producir puede desempeñar en el cambio y la evolución de los modelos productivos de la región, maximizando el crecimiento regional y la sostenibilidad ambiental. Una vez que la bioeconomía figure en las agendas y políticas de los organismos y grupos políticos a cargo de la toma de decisiones, se podrá implementar con eficacia la hoja de ruta propuesta.

1. INTRODUCCIÓN

1.1 La bioeconomía: un interés global

La bioeconomía es la utilización intensiva del conocimiento sobre los recursos, los procesos, las tecnologías y los principios biológicos para la producción sostenible de bienes y servicios en todos los sectores de la economía (IICA 2019b). Está alineada con la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, los objetivos de mitigación, reducción de emisiones y adaptación al cambio climático, y las aspiraciones de inclusión económica y social. Debido a que uno de sus objetivos principales es disminuir la dependencia de los recursos fósiles, que son limitados y contaminantes, la bioeconomía representa una estrategia eficaz para un cambio estructural orientado hacia la descarbonización de la economía.

Diferentes regiones, países y organismos internacionales han mostrado interés por la bioeconomía, por lo que la han incluido como un elemento clave en sus planes estratégicos y acciones de corto, mediano y largo plazos. Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), el desarrollo de la bioeconomía en el plano mundial es impulsado por tres grandes fuerzas:

- Aspiraciones de la sociedad y un buen gobierno para el desarrollo sostenible y el mejoramiento de la salud y el bienestar social.
- Necesidades y oportunidades de valorización y protección de los recursos biológicos, incluidos los residuos, en los sectores centrales de la bioeconomía tradicional relacionados con la agricultura, la silvicultura, la pesca, el manejo del agua y de los alimentos, y la bioenergía.
- Avances científicos en los campos de las tecnologías biológica y digital, entre otras, que amplían las posibilidades de innovación (2019).

Los antecedentes recientes de la bioeconomía se pueden encontrar en publicaciones de la Comisión Europea (CE). Si bien era un tema de preocupación, el primer documento oficial que retoma la bioeconomía en el ámbito mundial lo elaboró la CE en 2005. En 2012 la CE publicó la Estrategia de bioeconomía, actualizada en 2018, donde se especifica que la bioeconomía europea se debe articular en torno a la sostenibilidad y la circularidad, lo que permitirá la renovación de las industrias, la modernización de los sistemas de producción primaria, la protección del medio ambiente y el fomento de la biodiversidad (CE 2018). Con un volumen de negocio de EUR 2.3 billones y el 8.2 % de la mano de obra en la Unión Europea (UE), la bioeconomía es un elemento esencial para el funcionamiento y el éxito de la economía en esta región.

Las ciencias biológicas y las ingenierías convergen y se retroalimentan con avances logrados en otros campos, lo que posibilita nuevos usos y oportunidades productivas.

Según la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), en ALC la bioeconomía puede contribuir al desarrollo agrícola y rural, así como a la generación de empleos de calidad, por medio de: a) nuevas oportunidades para la agricultura, como una actividad que produce no solo alimentos e ingredientes, sino también biomasa para usos múltiples; b) el desarrollo de nuevas cadenas de valor, por ejemplo, a partir del uso de biomasa no alimentaria y desechos para la elaboración de bioinsumos utilizados en la agricultura (biofertilizantes, biopesticidas, biofungicidas, biocondicionadores, etc.); y c) la creación de pymes basadas en el conocimiento, que se inserten en nuevas cadenas de valor y generen oportunidades de empleo y desarrollo empresarial para los jóvenes y las mujeres (CEPAL 2019b).

A principios de los 2000, en Estados Unidos (EE. UU.) la bioeconomía surgió como resultado de la búsqueda social de la independencia y la seguridad energética, la mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y el desarrollo sostenible. Durante la última década, asentada en las biotecnologías y estimulada por políticas federales, la bioeconomía de EE. UU. ha crecido rápidamente. En 2017 se produjeron más de 65 400 millones de litros de biocombustibles y 2500 bioproductos certificados, lo que generó 4 millones de empleos y supuso el 2.5 % de la economía del país (Guo y Song 2019).

En Asia, China persigue ambiciosos objetivos de crecimiento de la bioeconomía: en 2015 las bioindustrias registraron ventas por USD 500 000 millones y pretende duplicar esta cifra para 2020. La bioindustria está respaldada por el Estado como una de las siete industrias emergentes y estratégicas centrales para el futuro del país. En Tailandia y Japón la industria procura aprovechar las oportunidades que ofrecen las innovaciones de base biológica en las áreas de la salud, la nutrición, los plásticos y las tecnologías ambientales (Consejo Alemán de Bioeconomía 2019).

En África se han desarrollado estrategias de bioeconomía en Sudáfrica y a través de la Comisión para la Ciencia y Tecnología de África del Este. BioInnovate Africa, programa apoyado por la Agencia de Cooperación al Desarrollo Internacional de Suecia y cuya actividad principal es el financiamiento de proyectos, incluye en su estrategia el desarrollo en África Oriental de una bioeconomía basada en el conocimiento. Esto se fundamenta en la premisa de que la colaboración en los planos nacional y regional y entre investigadores y socios del sector privado es la forma más segura de traducir los resultados científicos en productos y tecnologías utilizables y comercialmente escalables. La segunda fase de dicho programa se extenderá hasta noviembre de 2021.

El interés mostrado en la materia ha impulsado la creación de foros internacionales de bioeconomía, como el Comité Asesor Internacional de la Cumbre Global de Bioeconomía y el Foro Internacional de Bioeconomía.

1.2 Los residuos como materia prima de nuevos procesos productivos basados en estrategias de bioeconomía

La cadena agroalimentaria suele ser poco eficiente, debido a la generación de restos de cosechas y una amplia gama de subproductos procedentes de la transformación y la comercialización de los alimentos. Ello también sucede en los procesos de aprovechamiento de los recursos forestales. Todos estos residuos o desechos, es decir, sustancias u objetos que el productor desecha o tiene la intención o la obligación de desechar (OESA y Fundación Biodiversidad 2017), constituyen también restos orgánicos o biomasa.

La actividad humana produce una gran cantidad de biomasa, incluida la fracción biodegradable de los residuos industriales y municipales o de los residuos sólidos urbanos (glicerol del biodiésel, colágeno de curtiduría, etc.), además de otros derivados de la actividad urbana, entre ellos los residuos de depuradora y los derivados de la cría de animales para consumo. El volumen total de estos restos orgánicos y otras biomásas es cada vez mayor, lo que supone un elevado costo de gestión, así como altas emisiones de CO₂ asociadas a su transporte. Según la FAO (2019), en el mundo se generan anualmente 3.3 gigatoneladas de GEI solo en la producción de los alimentos que se desperdician, lo que convierte a este sector en el tercer emisor más grande. Por lo tanto, la valorización de estos desperdicios ofrece no solo un beneficio económico, sino también una reducción del impacto ambiental.

Hasta hace unas décadas, la materia orgánica residual se utilizaba como fuente de energía (la de origen forestal) y enmienda orgánica para el suelo o simplemente se enterraba. En los últimos años este escenario ha experimentado importantes cambios. Por una parte, el avance del conocimiento científico está permitiendo el desarrollo de nuevas tecnologías que posibilitan una mayor eficiencia en la utilización de esta materia prima. Por otra parte, la regulación vigente de los residuos en los ámbitos comunitario y nacional recomienda avanzar en la aplicación de planes de gestión de residuos y programas de prevención. Además, en el proceso de valorización se aspira cada vez más a utilizar tecnologías que permitan aplicar un sistema en cascada para obtener un mayor número de productos de alto valor añadido, de lo cual se deriva el concepto de biorrefinería. Todo ello abre la puerta al uso eficiente de los residuos y a la generación de un amplio abanico de productos que pueden llegar a los mercados y sostener una actividad económica productiva. En este contexto surge una gran diversidad de iniciativas de investigación, desarrollo e innovación que favorecen el cambio de perspectiva y crean nuevas oportunidades.

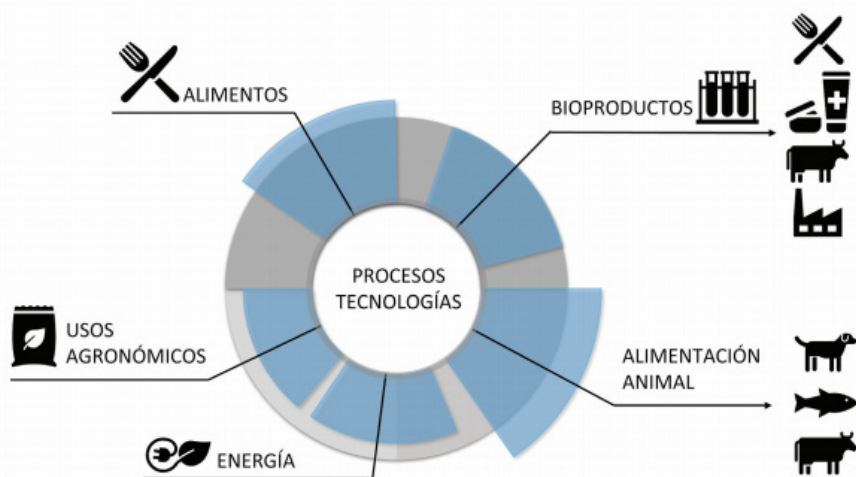
En el contexto político la mayoría de las estrategias de bioeconomía incluyen alguna referencia a los desechos y residuos, identificando corrientes de desechos genuinos o promoviendo el uso de corrientes secundarias industriales, como residuos agrícolas y forestales y pulpa de papel. En las diferentes estrategias la escala en la que se consideran estos recursos orgánicos varía considerablemente. En algunos casos, depende del diseño de la estrategia, mientras que en otros es más un resultado de los mercados que se desarrollan alrededor de los recursos disponibles. Varias iniciativas en el área de los desechos están bien establecidas, con marcos de políticas de apoyo, como las de Bélgica; algunas se desarrollan en torno a diferentes sectores o instalaciones, como las de EE. UU. e Italia; y otras incluyen el uso de los desechos como parte de una estrategia mucho más amplia, como las de Alemania y Finlandia. Además, se están desplegando iniciativas conjuntas entre países para utilizar fuentes comunes de recursos (incluidos los desechos), como el memorando de entendimiento sobre la bioeconomía, firmado entre cuatro estados miembros vecinos de la UE o la formación del megaclúster en innovación biológica en Bélgica, los Países Bajos y Alemania (Allen et al. s. f.).

1.3 Concepto de biorrefinería

La biorrefinería se define como un proceso integrado que transforma de forma sostenible una materia prima de origen biológico (animal o vegetal) en un espectro de productos comercializables (alimentos, piensos, materiales, productos químicos y/o energía) (véase la figura 1). Muchos de los procesos actuales de valorización de desechos procedentes de la AF pueden ser embebidos conjuntamente en un esquema de biorrefinería. Por ejemplo, en la fabricación de un producto alimentario, se realiza un primer paso de biorrefinería cuando la carne de pescado se separa de las vísceras, cabezas y espinas que se pueden procesar para obtener otros productos de alto valor.

Por lo tanto, las biorrefinerías, que son instalaciones donde la biomasa se transforma en una variedad de productos de valor agregado como combustibles, energía, sustancias químicas y productos finales, se conciben como la base tecnológica de una nueva industria fundamentada en la biomasa. El concepto de biorrefinería es análogo al de las refinerías de petróleo, en las que se desarrollan múltiples productos (Aguilar Rivera 2014).

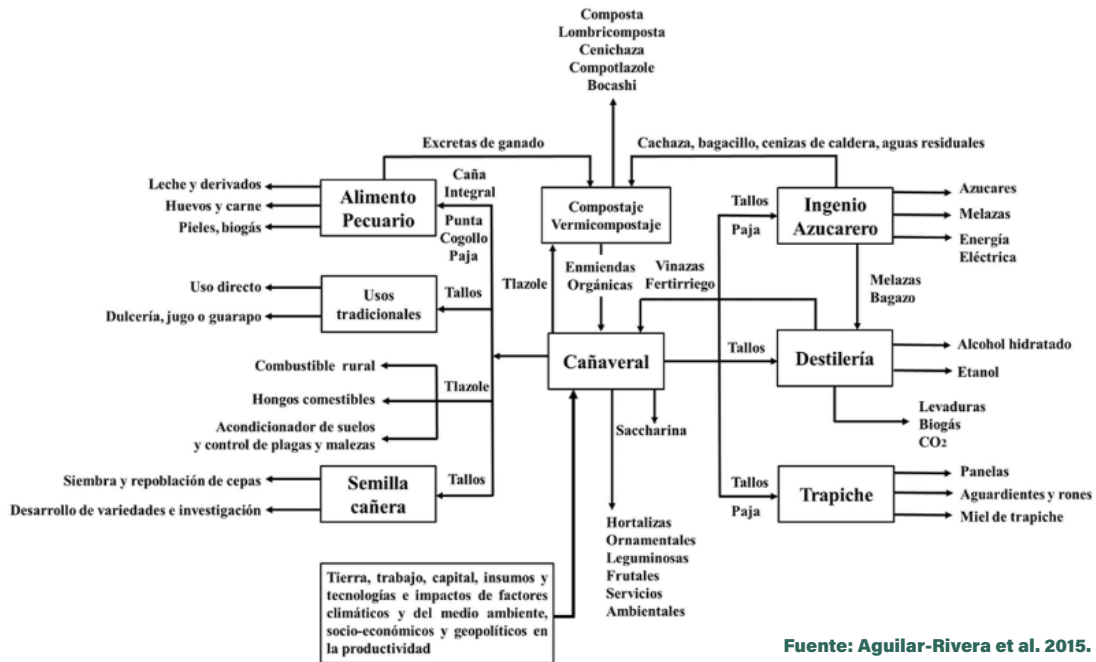
Figura 1. Concepto integrado de biorrefinería.



Fuente: Iñarra et al. 2018.

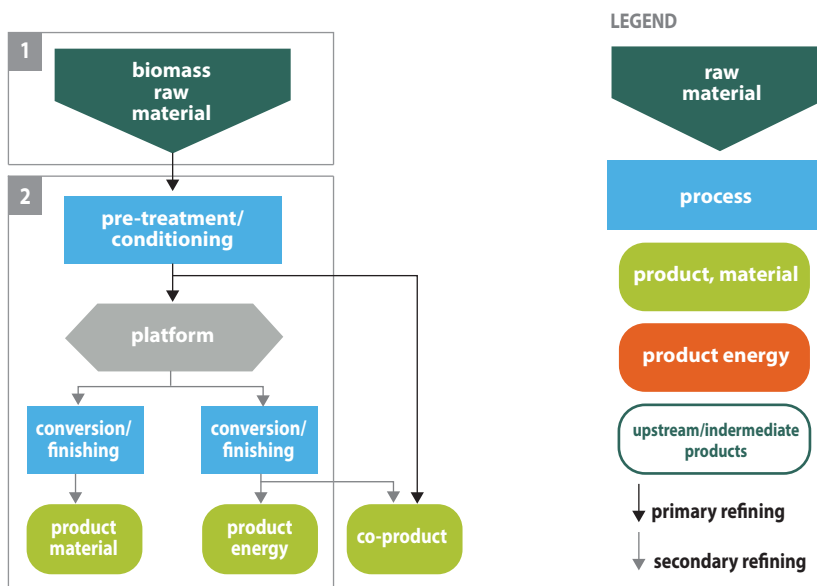
Un ejemplo de biorrefinería aplicable a ALC es la producción de caña de azúcar, ya que, en términos de la calidad de la caña y la eficiencia en la extracción y la recuperación de la sacarosa, se han afrontado crisis económicas cíclicas, originadas por un desajuste entre la capacidad de abastecimiento del campo cañero, la producción de azúcar y sus derivados y el consumo. Sin embargo, la biorrefinería de la caña de azúcar constituye una alternativa económicamente ventajosa para incrementar la competitividad y la sostenibilidad de las empresas. Se trata de la posibilidad de crear nuevas empresas que se alimenten de los residuos del procesamiento del azúcar, es decir, de bagazo, residuos de cosecha (tallos, hojas y paja seca), cachazas y vinazas (véase la figura 2). En este sentido, se podría afirmar que la biorrefinería de la caña de azúcar obliga a la integración de la destilería en la producción de azúcar y de caña de azúcar como única materia prima, lo que posibilita no solo el empleo de las mieles finales, sino también de los jugos, las mieles intermedias, el bagazo y los residuos de cosecha como energéticos, evitando la quema y requema de los cañaverales y el manejo agroecológico de la caña de azúcar. La variabilidad de los productos secundarios va desde el compostaje hasta la destilería, en los que se producen biogás, etanol o alcohol hidratado, sin olvidar la opción de valorización de la caña de azúcar para obtener alimento animal. El cultivo resulta atractivo desde el punto de vista de la obtención de energía eléctrica, alimentos, biocombustibles y productos químicos, derivados de forma renovable del azúcar, el etanol y la cogeneración eléctrica, debido a la alta eficiencia de esta gramínea C4 en la producción de biomasa a partir de la energía solar (Aguilar Rivera 2014 y Aguilar-Rivera et al. 2015).

Figura 2. Integración productiva en la agroindustria de la caña de azúcar.



Este ejemplo tan característico de ALC puede simplificarse en un esquema sencillo, global y básico como el de la figura 3, que se puede utilizar como guía en la construcción de biorrefinerías de todo tipo de desechos y residuos procedentes de la AF.

Figura 3. Infografía esquemática del esqueleto básico en el que se sostienen las biorrefinerías.



Fuente: IEA Bioenergy 2019.

En relación con el papel que puede desempeñar la biomasa en la bioeconomía y en la biorrefinería, industrializar la biomasa significa capturar la energía libre (sol, fuerza mareomotriz o hídrica, viento), convertirla en biomasa (principalmente granos, animales y forestación), transformarla por medios mecánicos o biológicos en alimentos, energía y bioinsumos (biomateriales) y recapturar los desperdicios de cualquiera de esos procesos para reconvertirlos en materia prima (del mismo u otro proceso), todo ello de manera eficiente y en un lapso que permita mantener y restaurar el equilibrio de la naturaleza.

1.4 Contexto actual de la AF y justificación del estudio

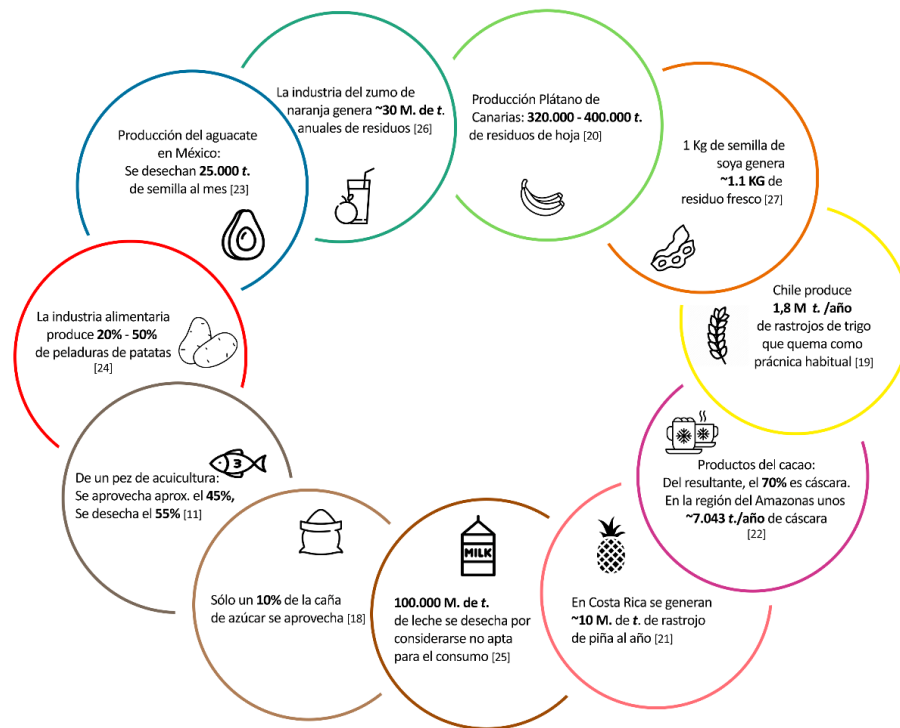
La **AF en ALC** es el sector constituido por establecimientos productivos operados por familias que utilizan principalmente su **propia mano de obra**. Este segmento, que representa el 80 % de todas las fincas en ALC y ocupa el 35 % de la tierra bajo cultivo, contribuye al 40 % de la producción y genera el 64 % del empleo relacionado con la agricultura. Se estima que en la Región existen aproximadamente 16.5 millones de unidades de AF, que cubren cerca de 400 000 000 ha y están en manos de 14 millones de pequeños productores (BID 2014 e IICA 2019c).

La AF, así como la agroindustria y la actividad antropogénica, utilizan una serie de recursos en forma de agua, energía, materiales auxiliares y/o envases y embalajes. A su vez, la producción y el procesamiento generan una salida de materiales en forma de rechazos, residuos, vertidos y/o emisiones, a las que hay que añadir, en los casos de la ganadería y la acuicultura, la mortandad de los individuos (en el caso de esta última, puede llegar al 4 % de la producción). Solo en ALC se pierden 127 000 000 t de alimentos al año, cantidad suficiente para satisfacer las necesidades alimenticias de 300 millones de personas. El 28 % de las pérdidas ocurre en la producción, el 21 %, en el manejo y el almacenamiento, el 6 %, en el procesamiento, el 17 %, en la distribución y el 28 %, en el consumo (Iñarra *et al.* 2018 e IICA 2019b). Actualmente la COVID-19 somete a las cadenas de abastecimiento de alimentos a mayor presión, mientras que el cierre de restaurantes y cafeterías, así como la interrupción de los servicios de transporte, ha llevado a productores de la industria alimentaria a desechar sus existencias. Mientras esto ocurre, paradójicamente hay miles de personas que han perdido sus empleos e ingresos y están necesitando ayuda alimenticia.

Por otro lado, la creciente demanda de nuevos formatos de comercialización de los productos agrícolas, ganaderos y acuícolas ha supuesto un aumento de la transformación de dichos productos, tanto en frescos como en congelados, tendencia que aparentemente se mantendrá en el futuro. En la actualidad el 5 % de los peces, el 40 % de los moluscos y el 90 % de los crustáceos asociados a actividades de la acuicultura son transformados. En consecuencia, un **aumento en la producción** conlleva un **incremento en la generación de residuos y subproductos, que es necesario gestionar de manera correcta**. No obstante, la falta de infraestructura y las dificultades técnicas para una adecuada gestión de dichos residuos supone un creciente problema ambiental, económico y de cumplimiento de la legislación por parte de las actividades de la AF, agroindustriales y antropogénicas.

A continuación, se presenta información acerca de la gran **cantidad de desechos generados** en la producción y/o el procesamiento de diferentes productos, la cual brinda una idea del potencial de su aprovechamiento. Esta información motivó la realización de este estudio, que incluyó la indagación de cómo las estrategias de la bioeconomía pueden contribuir a su valorización.

Figura 4. Cantidades de desechos disponibles para su valorización (referencias en la infografía).



Fuente: Elaboración propia de los autores.

2. DEFINICIÓN DEL ALCANCE DEL ESTUDIO

En este informe se describen las **tecnologías de valorización de residuos** aplicables al ámbito de la bioeconomía en ALC. Se consideraron tecnologías generadas en cualquier parte del mundo, lo que dotó al estudio de un **marco internacional**. Cabe mencionar que la información se tomó de fuentes públicas, privadas y de la CTA.

Los residuos por valorizar provienen del **sector agropecuario**, incluida la AF, así como de la **actividad agroindustrial**. Adicionalmente, se incluyeron algunas tecnologías enfocadas en valorizar residuos de la actividad antropogénica, como las aguas residuales. Sin embargo, dado que el informe se enmarca en el contexto de la AF, se priorizaron las tecnologías relativas a los sectores agropecuario y agroindustrial.

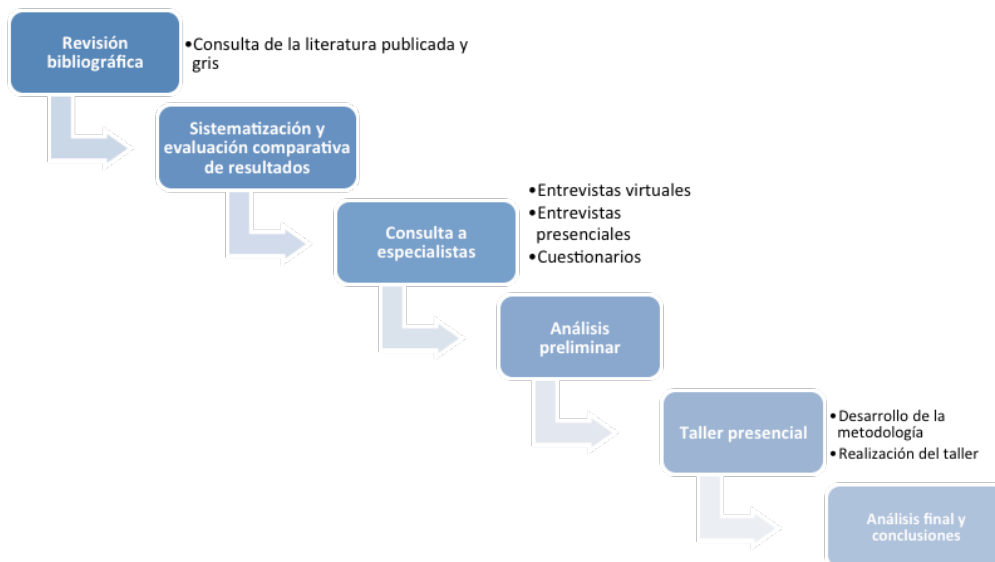
Con respecto al análisis del contexto regional, en la revisión de factores clave, la valoración del potencial de las tecnologías y la definición de recomendaciones y lineamientos no se consideraron aspectos “que dependen de lo local”. Para acotar el ámbito de estudio, no se trabajaron los puntos anteriores a nivel local. Este informe no profundiza, por tanto, en los contextos político (medidas y leyes disponibles), económico (instrumentos financieros de apoyo) ni técnico (volumen de residuos producidos por la AF) de cada país. Gracias al conocimiento local de los expertos entrevistados, en casos puntuales se mencionan algunos casos concretos de países de ALC.

Se analizaron oportunidades para el agricultor familiar que aprovechan residuos ya existentes, es decir, no llega a recoger aquellas que previenen y/o reducen la producción de residuos en la agricultura ni en actividades forestales. La prevención y la reducción de la producción de residuos son áreas de mayor complejidad (más difíciles de abarcar por el agricultor familiar) y están ligadas a la generación de buenas prácticas, dependientes de la complejidad de cada país. Por ello, su estudio tendría cabida en otro informe orientado a la correcta adaptación de la bioeconomía a los distintos países.

2.1 Metodología del estudio

Para elaborar este informe se consultaron principalmente fuentes primarias (25 entrevistas a expertos), además de consultar fuentes secundarias de información. La siguiente imagen recoge el trabajo secuencial realizado en este estudio.

Figura 5. Pasos para el análisis de oportunidades de las tecnologías identificadas.



Todas las fuentes secundarias, es decir, la literatura publicada y la gris, están recogidas en la bibliografía de este estudio y en el apartado de fuentes de las fichas que el IICA publicó en línea. El mapeo de las tecnologías de aprovechamiento de la bioeconomía a nivel mundial orientadas a la valorización de desechos, considerado como parte de la fase de evaluación comparativa de resultados, se realizó mediante la identificación de las tecnologías en bases bibliográficas. Después, se caracterizó y organizó la información relativa a las tecnologías en una base de datos con los campos de mayor interés, con lo cual se generó un catálogo de fichas de tecnologías. Finalmente, se realizó un análisis de las fichas y su clasificación en oportunidades de valorización.

Las entrevistas a expertos complementaron la información secundaria o bibliográfica, así como las conclusiones alcanzadas durante el taller presencial organizado en Costa Rica del 5 al 6 de noviembre de 2019, en el que participaron especialistas y delegados de diferentes países e instituciones.

Del total de las oportunidades identificadas en las fases anteriores, se seleccionaron las más relevantes, para lo cual se emplearon los criterios e indicadores recogidos en la tabla 1.

Tabla 1. Criterios para la selección de oportunidades por sistematizar.

Criterios e indicadores para seleccionar oportunidades por sistematizar	
RELEVANCIA	¿Tiene significación, valor, importancia? ¿En qué contexto? ¿Ha recibido reconocimiento o validación internacional?
VALIDEZ	¿Hay correspondencia entre los resultados obtenidos y los objetivos que estaban propuestos? ¿Es posible obtener resultados parecidos en condiciones similares?
APLICABILIDAD	¿Es aprovechable? ¿Tiene utilidad? ¿Ofrece soluciones?
INNOVACIÓN	¿Modifica actuaciones rutinarias? ¿Enriquece la teoría y la práctica? ¿Facilita los avances y la evolución?
SOSTENIBILIDAD	¿Los productores han adoptado las tecnologías, los métodos o los procesos promovidos? ¿Es posible que sus efectos perduren a largo plazo? ¿Implican dependencia o generan recursos para la autosuficiencia?

Existe un gran número de opciones de valorización de los desechos de la actividad agropecuaria y agroindustrial, así como de parámetros que condicionan la selección de una u otra opción, en función del caso de estudio. Por ello, se empleó el esquema de priorización estándar para la valorización de los desechos alimenticios, siguiendo la jerarquía de opciones de valorización de la directiva marco sobre residuos del Parlamento Europeo (CE 2008). Dicha jerarquía plantea distintos niveles de oportunidades de valorización de residuos: vertedero, usos agronómicos, producción de energía, usos industriales, alimentación animal, bioproductos, consumo humano y prevención y reducción. Además, estas oportunidades se ordenan en una pirámide invertida, según una serie de parámetros con respecto a la sencillez o la complejidad del aprovechamiento de los residuos, como la preferencia social de valorización, el valor del producto obtenido, la calidad que debe tener la materia prima para poder valorizarla y la inversión y los costos de producción que supondría la valorización de un residuo.

No obstante, esta estrategia de selección no considera las **características particulares del escenario** (la realidad y el contexto local donde la solución sería implantada). En el caso de realizarse un análisis de las diferentes opciones, el estudio debe abordar todos los condicionantes críticos que pueden influir en la viabilidad técnica, económica y ambiental de la solución. Estos condicionantes se pueden agrupar en cuatro categorías principales, que se muestran en la siguiente figura.

Figura 6. Categorías por considerar en un estudio de selección de opciones de valorización.



En muchos casos es casi imposible recopilar toda la información necesaria para evaluar correctamente todas las opciones; además, estos estudios resultan caros y requieren mucho tiempo. Debido a ello, a fin de realizar una primera evaluación de los diferentes casos de estudio, se presenta una metodología simplificada para facilitar el procedimiento de selección.

En concreto, se optó por un **análisis de decisión multicriterio** (*Multi-Criteria Decision Analysis, MCDA*), empleando una **metodología de análisis jerárquico** (*Analytic Hierarchy Process, AHP*). Esta metodología permite dividir el problema en conjuntos de decisiones más pequeñas que se resuelven una por una. Para ello, el primer paso es definir y evaluar los criterios que se deben abordar caso por caso, adaptados al tema del estudio y establecidos por consenso. En el marco del presente análisis, se consideran los siguientes criterios:

- *Factores “dependientes del caso de estudio”*: cantidad de materia prima disponible o disponibilidad de instalaciones e infraestructura en la región.
- *Factores técnicos*: rendimiento del proceso, madurez tecnológica, etc.
- *Factores económicos*: costos de producción y valor del producto, empresas competidoras, mercado potencial, etc.
- *Factores sociales*: conocimiento requerido por parte del agricultor familiar, políticas e instrumentos de apoyo disponibles, etc.

Los factores “dependientes del caso de estudio” se deben estudiar individualmente, ya que pueden variar de una región a otra. Otros criterios se consideran intrínsecos a la solución tecnológica específica propuesta, como los factores técnicos y económicos. Como se indicó anteriormente, no se profundizará en el ámbito regional, debido a la heterogeneidad y la complejidad de cada caso particular. Por tanto, solo se considerarán en el análisis los criterios intrínsecos a la solución tecnológica específica propuesta.

En el análisis multicriterio se establecen los criterios de valoración, que deben reflejar todos los aspectos por tener en cuenta para implantar la oportunidad. A continuación, se ponderan los diferentes criterios, asignándoles “pesos” para mostrar su prioridad. Se valora entonces la oportunidad según estos criterios, asignando una puntuación de 1 a 5 puntos y, utilizando los “pesos” asignados, se calcula el “potencial de implantación” como la suma de los puntos obtenidos.

$$\text{Potencial de implantación} = \sum_{i=1}^i X_i \cdot W_i = X_1 \cdot W_1 + X_2 \cdot W_2 + \dots + X_i \cdot W_i$$

X_i : Puntuación asignada al criterio i , adopta valores de 0-5

W_i : Ponderación asignada al criterio i

Por último, se ordena la información según el “**potencial de implantación**”, para identificar las oportunidades cuya adopción/repetición resulta más sencilla y ventajosa. La siguiente tabla recoge los principales criterios y “pesos” utilizados en este análisis. Para completar la información extraída durante el análisis cualitativo, se consideraron factores complementarios, más centrados en la tecnología y la parte económica, ya que el conocimiento intercambiado en el taller se enfocó más en la parte social. En el contexto social, se incluyó la necesidad de capacitar al agricultor familiar. Para la ponderación, se asignó un mayor peso a aquellos criterios directamente relacionados con la realidad del agricultor familiar (tamaño, nivel de conocimiento) y que podrían limitar la adopción de una tecnología, como la economía de escala y la necesidad de capacitación.

3. MAPEO DE TECNOLOGÍAS DE APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS CON ENFOQUE DE BIOECONOMÍA

En diferentes bases de datos de todo el mundo se identificaron las tecnologías fundamentadas en la bioeconomía orientadas a la valorización de desechos. Posteriormente, se caracterizó y organizó la información relativa a las tecnologías en una base de datos con los campos de mayor interés, con lo cual se generó el catálogo de fichas. Finalmente, el mapeo concluyó con el análisis de las fichas de tecnologías y su clasificación en oportunidades de valorización.

3.1 Identificación y categorización de tecnologías de valorización de desechos y desperdicios agropecuarios y agroindustriales para su aprovechamiento en la AF del mundo

La primera parte de la investigación, que consistió en trabajo de escritorio, comprendió la recolección y la sistematización de información cualitativa y cuantitativa y la creación de la base de datos sobre las tecnologías disponibles. En esta fase, además de identificar la oferta existente, se localizó la información para caracterizarla, según los criterios que se expondrán más adelante. Las tecnologías se recopilaron en una base de datos completa, con información acerca de una serie de criterios que cubren distintos aspectos. Para su inclusión en la base de datos, la tecnología identificada debía cumplir los siguientes requisitos:

- Disponibilidad de información confiable y suficiente para caracterizar la tecnología y aplicarla
- Actualidad o relevancia actual:
 - Menos de cinco años de antigüedad (posterior a 2014)
 - Más de cinco años (antes de 2014): solo si está en uso

Los criterios mencionados incluyen los campos contenidos en el modelo de ficha proporcionado por el Instituto. A continuación, se detallan los campos registrados en la base de datos.

Tabla 2. Elementos considerados en categorías específicas.

Descripción de los elementos considerados	
Título	Nombre dado a la tecnología o al proceso, el cual debe describirlo de forma integral.
Breve resumen de qué se trata	Texto descriptivo de la experiencia, muy breve (~50 palabras).
Resumen de la tecnología/el proceso	Texto que describe la tecnología o el proceso de forma resumida (~200 palabras).
Materia prima	Nombre científico de la especie.
Problema u oportunidad a la que responde	Breve descripción del problema que resuelve esta tecnología o de la oportunidad que permite aprovechar (~30 palabras).
Enlace	Hipervínculo(s) a la(s) fuente(s) de información relevante(s).
Información de contacto de la persona	Nombre, correo electrónico y teléfono.
Información de contacto de la empresa	Sitio web.
País o región	Lugar de origen de la tecnología.
Año de la referencia	Año de publicación del recurso bibliográfico.
Condicionantes de la escala/aplicabilidad	Indicación de que la aplicación de esta tecnología requiere volúmenes mínimos o equipo indispensable.
Condicionante ambiental	Aviso de la existencia de condiciones ambientales específicas para el aprovechamiento de la tecnología.
Tipo de proceso	Selección de un listado indicado por el IICA.
Cadenas	Selección de un listado indicado por el Instituto.
Producto final	Selección de un listado indicado por el IICA.
Maduración	Nivel de avance de la tecnología. Selección de un listado indicado por el Instituto.
Sector	Selección de un listado indicado por el IICA.

En las categorías *tipo de proceso*, *cadena*, *producto final*, *maduración* y *sector* se emplearon los elementos sugeridos por el Instituto, a fin de promover la **compatibilidad del catálogo con otras bases de datos** que el IICA gestiona. Se detallan a continuación los elementos considerados.

Tabla 3. Elementos considerados en las categorías empleadas.

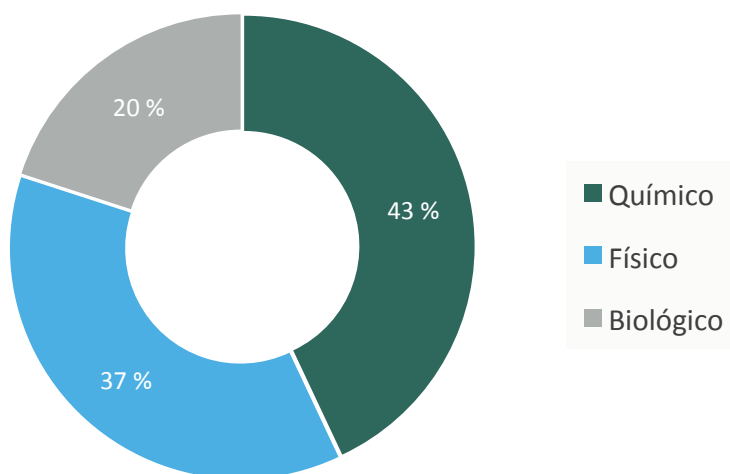
Descripción de las categorías empleadas			
Cadenas	Agave Aguacate Algas Arroz Avícola Banano Bayas Bovina Cacao Café Caña de azúcar Caprina Carne Cárnicos Cerdo	Cereales Cítricos Especias Forraje Frutas Hongos comestibles Hortalizas Jatropha curcas Lácteos Madera Mango Maricultura Microorganismos Mixta No se indica	Ovina Palma Pastos Pescados y mariscos Piscicultura Plátano Porcina Raíces y tubérculos Residuos urbanos/no agrícolas Sorgo Soja Suculentas Trigo Vegetación
Producto final	Físico Destilación Centrifugación Molienda Tamizaje Separación Filtración Decantación Evaporación Condensación Aireación Disolución Secado Pelletizado	Biológico Fermentación Silaje Ingeniería genética Digestión Compostaje Biorrefinería Bioprocesos Inoculación	Químico Oxidación Hidrólisis Combustión Pirólisis Gasificación Acidificación Catálisis
Maduración	Escala industrial Mercado En trámites para mercado (licenciamiento) Piloto, prototipo o adaptación Investigación		
Sector	Centro(s) de investigación Organización de productores Academia Privado Público		

3.2 Análisis de las tecnologías identificadas para el aprovechamiento de residuos

El análisis se sustenta en los datos recabados para la construcción de las **56 tecnologías identificadas** y recogidas en el catálogo de fichas. Dichos datos se estructuran según las directrices de interés marcadas por el Instituto y representadas en las tablas 2 y 3.

En el marco del estudio, la mayoría de los aprovechamientos de residuos detectados se realizan con **procesos de tipo biológico o físico**, siendo los de tipo químico los menos representados (véase la figura 7). En la gran mayoría de los casos identificados (aproximadamente el 80 %), las tecnologías de aprovechamiento de residuos de la AF no utilizarían químicos contaminantes ni supondrían un elevado costo de adquisición *a priori*. Esto refuerza el mensaje de **sostenibilidad** que conlleva adoptar tecnologías alineadas con la bioeconomía, ya que con su uso se disminuye el impacto ambiental y el costo de los procesos de valorización.

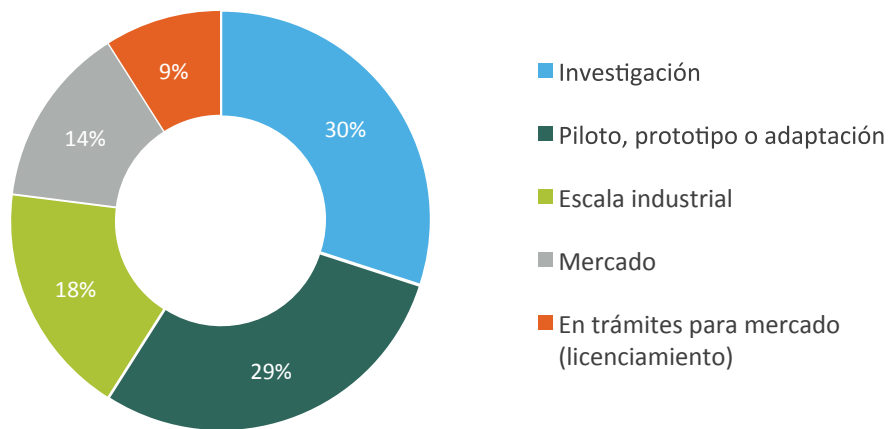
Figura 7. Tipología de los procesos de aprovechamiento de subproductos.



El **nivel de desarrollo de las tecnologías** estudiadas es muy variado: aproximadamente el 60 % corresponde a tecnologías en estado de investigación y/o prototipo, 18 %, a tecnologías de escala industrial, 14 %, a las que ya están en el mercado, y 9 %, a las que están en trámites de mercado o licenciamiento (véase la figura 8).

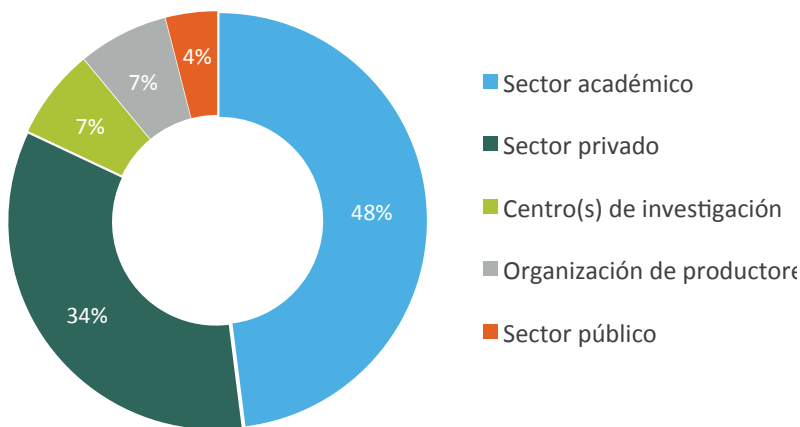
Teniendo en cuenta el muestreo realizado (56 tecnologías), estos datos evidencian que los países de ALC podrían tener una gran variabilidad de tecnologías a distintos niveles de desarrollo. En ausencia de una investigación más profunda, se puede afirmar que **el estado de madurez en el que se encuentre un país respecto de la adopción de tecnologías de bioeconomía no sería una barrera** para adoptar tecnologías de valorización de desechos agropecuarios, lo que constituye una ventaja, dada la alta heterogeneidad geográfica y político-temporal de la Región.

Figura 8. Nivel de maduración o de avance de las tecnologías identificadas.



En cuanto a los **sectores que están desarrollando tecnologías de aprovechamiento de residuos**, cabe destacar que la mayoría de las tecnologías identificadas (más del 80 %) son promovidas por la academia y el sector privado (véase la figura 9). Ambos actores invierten de manera similar en la obtención de nuevas tecnologías que potencien la capacidad del agricultor familiar para aprovechar sus residuos. Esto plantea **un significativo nicho de trabajo u oportunidad de colaboración entre la universidad y la empresa**, ya que desarrollan líneas de trabajo centradas en la bioeconomía.

Figura 9. Sector al que pertenecen las entidades generadoras de las tecnologías de aprovechamiento identificadas.



Las 56 tecnologías identificadas fueron caracterizadas también en función del **origen de los desechos**, con base en tecnologías que valorizan *residuos agrícolas* o desechos producidos en la actividad agraria, que tienen como objetivo producir alimentos o materias primas para la industria alimentaria por medio de cultivos (restos de poda, rastrojos, etc.); *residuos de la ganadería y la pesca* o desechos producidos en las actividades ganaderas y pesqueras, cuyo fin es producir alimentos o materias primas para la industria alimentaria (purines); y *biomasa de origen antropogénico* o desechos producidos por el hombre en su actividad vital (desechos urbanos) o en sus procesos productivos y de transformación.

Es importante subrayar que, de las 56 tecnologías identificadas, casi la mayoría valorizan residuos de origen agrícola (46.4 %) o antropogénicos (32.1 %), mientras que un menor número de ellas valoriza desechos de la ganadería o la pesca (21.4 %). Un estudio más profundo podría definir con menor error de varianza el estado de desarrollo de la bioeconomía en el mundo.

Los datos recabados muestran que las tecnologías que aprovechan desechos de la producción agraria son las **más investigadas** hasta la fecha, según los porcentajes de maduración de tecnologías a nivel de planta piloto/prototipo e

investigación (19.6%/14.3 %) de la tabla 4. Esto indica que el sector de la producción agraria es el que muestra mayor interés en sacar provecho de sus residuos y el más joven, con un mayor esfuerzo de inversión y riesgo innovador.

En la misma línea, considerando el tamaño muestral de este estudio, las tecnologías de aprovechamiento de residuos ganaderos y pesqueros tienen un nivel inferior de madurez (1.8 %, escala piloto/5.5 %, investigación), ya que no se han detectado otras tecnologías a nivel de prototipo o escala piloto que las agrarias. En los sectores agrícola, ganadero y pesquero no se encontraron tantas tecnologías desarrolladas (mercado/en trámites para mercado/escala industrial) como en vías de desarrollo (investigación y prototipo/escala piloto).

La proporción de tecnologías que aprovechan desechos de origen antropogénico es intermedia en relación con las tecnologías relativas a los otros dos residuos estudiados. Aunque parecen presentar un perfil similar al de las tecnologías de residuos agropecuarios, se debe estudiar más la presencia de estas tecnologías en el plano mundial.

En general, este estudio abarca tecnologías con poca presencia en el mercado, independientemente del sector del que procedan los residuos. Se sugiere seguir impulsando el desarrollo de estas, y brindarles apoyo económico y legal para potenciar la generación de nuevos mercados, más competitivos y sostenibles, que sustenten la bioeconomía.

Tabla 4. Porcentajes de las tecnologías identificadas en cuanto a su maduración y el tipo de residuo que procesan.

Maduración/tipo de residuo	Agrarios	Ganadería y pesca	Antropogénicos	Total
Mercado	3.6 %	7.1 %	3.6 %	14.3 %
En trámites para mercado (licenciamiento)	3.6 %	3.6 %	1.8 %	8.9 %
Escala industrial	5.4 %	3.6 %	8.9 %	17.9 %
Planta piloto, prototipo o adaptación	19.6 %	1.8 %	7.1 %	28.6 %
Investigación	14.3 %	5.4 %	10.7 %	30.4 %
Suma de porcentajes	46.4 %	21.4 %	32.1 %	100 %

El origen de las 56 tecnologías identificadas es Europa (61 %), seguido por ALC (18 %). La presencia de otros países en el ámbito mundial suma hasta el 21 % de representatividad (véase la figura 10). Esta proporción deja entrever la potencialidad que tiene ALC en el mundo. En la figura 11 se representa en un mapamundi el origen de las 56 tecnologías.

Figura 10. Representatividad geográfica de las tecnologías identificadas.

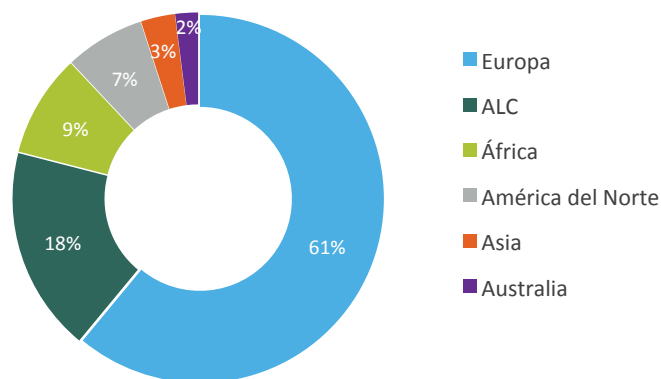


Figura 11. Mapeo de las tecnologías identificadas.



Para finalizar, en las tablas 5A y 5B se representan las oportunidades de valorización que generan las tecnologías identificadas: prevención y reducción, alimentación humana, bioproductos, alimentación animal, usos industriales, energía y usos agronómicos. A modo informativo y orientativo, esta tabla ofrece una imagen del sesgo mundial en torno a los distintos niveles de aprovechamiento que puede presentar una misma cadena de producción o sector productivo. En este sentido, la tabla muestra cuáles subproductos pueden generar productos de mayor o menor valor, en función de la opción de valorización en la que se encuentre.

En resumen, tras el análisis de las 56 tecnologías identificadas en el marco de este estudio, se plantean las siguientes ideas clave para la incorporación en ALC de tecnologías basadas en estrategias de bioeconomía:

- El sector con mayor oportunidad de inversión económica es el agroalimentario, ya que en estos momentos es el sujeto de mayor investigación.
- La academia y el sector privado están desarrollando tecnologías con esfuerzos parecidos, por lo que se sugiere la colaboración entre estos dos actores mediante programas y acuerdos público-privados.
- La gran variedad de niveles de maduración o desarrollo de las tecnologías supone una oportunidad para ALC, ya que ofrece mayor libertad para adoptar diferentes tecnologías, de cara al desarrollo de programas e instrumentos de apoyo, que se definirían en función del nivel de desarrollo de la bioeconomía en cada país.

Tabla 5A. Opciones de valorización (prevención, alimentación humana, bioproductos y alimentos para animales) de las cadenas de producción identificadas.

Opciones de valorización	Prevención y reducción			Alimentación humana				Bioproductos			Alimentación animal			
	Ecoturismo	Efluente purificado	Reducción emisiones CO2	Bioaceite	Colorantes naturales	Ingredientes para alimentos enriquecidos	Bromelina	Cosméticos	Furfural	Lípidos	Nutraceuticos	Proteína	Alimento animal	Pienso animales
Agave														
Aguacate														

Opciones de valorización	Prevención y reducción			Alimentación humana			Bioproductos					Alimentación animal		
	Ecoturismo	Efluente purificado	Reducción emisiones CO2	Bioaceite	Colorantes naturales	Ingredientes para alimentos enriquecidos	Bromelina	Cosméticos	Furfural	Lípidos	Nutraceuticos	Proteína	Alimento animal	Piensos animales
Algas		x	X	x										
Arroz		x												
Avícola														
Banano														
Bayas					x	x							x	
Bovina														
Cacao						x								
Café														
Caña de azúcar														
Caprina														
Carne														
Cárnicos														
Cerdo														
Cereales														
Cítricos													x	
Espicias					x									
Forraje			X											
Frutas							x							
Hongos comestibles														
Hortalizas														
Jatropha curcas														
Lácteos														
Madera														
Mango						x					x			
Maricultura														
Microorganismos		x	X											
Mixta										x				x
No se indica	x													
Oleaginosas						x								
Ovina										x				
Palma													x	
Pastos													x	

Opciones de valorización	Prevención y reducción			Alimentación humana			Bioproductos					Alimentación animal		
	Ecoturismo	Efluente purificado	Reducción de emisiones de CO ₂	Bioaceite	Colorantes naturales	Ingredientes para alimentos enriquecidos	Bromelina	Cosméticos	Furfural	Lípidos	Nutraceuticos	Proteína	Alimento animal	Pensos animales
Pescados y mariscos						x		x			x			
Piscicultura												x		
Plátano														
Porcina														
Raíces y tubérculos		x							x					
Residuos urbanos/ no agrícolas			x											
Sargazo														
Sorgo														
Soja														
Suculentas					x									
Trigo														
Vegetación			x											

Tabla 5B. Opciones de valorización (usos industriales, energía y usos agronómicos) de las cadenas de producción identificadas.

Opciones de valorización	Usos industriales											Energía			Usos agronómicos							
	Bactericida	Biofibras	Biofungicida	Biopelículas, films biodegradables	Bioplaguicida	Biorremediador	Compuestos químicos	Microcelulosa	Papel	Bioplásticos	Biopolímeros	Polihidroxicanoatos	Carbón activado	Pellets	Bioetanol	Biodiésel	Biogás	Energía térmica	Gas de síntesis	Biofertilizante	Compost	Ensilaje
Agave																					x	
Aguacate										x												
Algas																x						
Arroz										x												
Avícola																	x			x		
Banano			x																			
Bayas																						
Bovina	x																			x		
Cacao																						
Café													x		x	x					x	

Opciones de valorización	Usos industriales											Energía				Usos agronómicos						
	Bactericida	Biofibras	Biofungicida	Biopelículas, films biodegradables	Bioplaguicida	Biorremediador	Compuestos químicos	Microcelulosa	Papel	Bioplásticos	Biopolímeros	Polihidroxialcanoatos	Carbón activado	Pellets	Bioetanol	Biodiésel	Biogás	Energía térmica	Gas de síntesis	Biofertilizante	Compost	Ensilaje
Caña de azúcar									x													
Caprina																				x		
Carne	x																					
Cárnicos																				x		
Cerdo																x				x		
Cereales													x									
Cítricos																						
Especias																						
Forraje		x																		x		
Frutas								x												x		
Hongos comestibles																x				x		
Hortalizas		x						x	x											x		
Jatropha curcas																				x		
Lácteos			x							x												
Madera			x																			
Mango																						
Maricultura												x				x						
Microorganismos						x					x											
Mixta						x														x		
No se indica																						
Oleaginosas			x																			
Ovina																				x		
Palma																						
Pastos																x						
Pescados y mariscos										x												x
Piscicultura																						
Plátano			x																			
Porcina																x				x		
Raíces y tubérculos														x								
Residuos urbanos/no agrícolas							x				x	x						x	x			
Sargazo															x							
Sorgo															x							
Soja				x																		
Suculentas																					x	
Trigo													x									
Vegetación																				x		

4. CONDICIONANTES QUE FAVORECEN O LIMITAN EL APROVECHAMIENTO DE LAS TECNOLOGÍAS IDENTIFICADAS POR LA AF EN ALC

4.1 Identificación y análisis de variables críticas para la adopción de estrategias de bioeconomía

Para la selección de las oportunidades que ofrece la bioeconomía a la AF de ALC, en este estudio se analizaron las variables críticas, positivas y negativas, que pueden condicionar la adopción de las soluciones que la bioeconomía ofrece para mejorar el desempeño de los productores agrícolas.

A fin de abordar un análisis sistemático del conocimiento y la información reunida durante las entrevistas y el taller, se agruparon los factores relevantes en tres dimensiones:

- Social
- Económica
- Tecnológica

A estos aspectos se debe añadir una dimensión horizontal, referida a la enorme diversidad geográfica, ecológica y de desarrollo económico, social y tecnológico de ALC.

4.1.1 Dimensión social

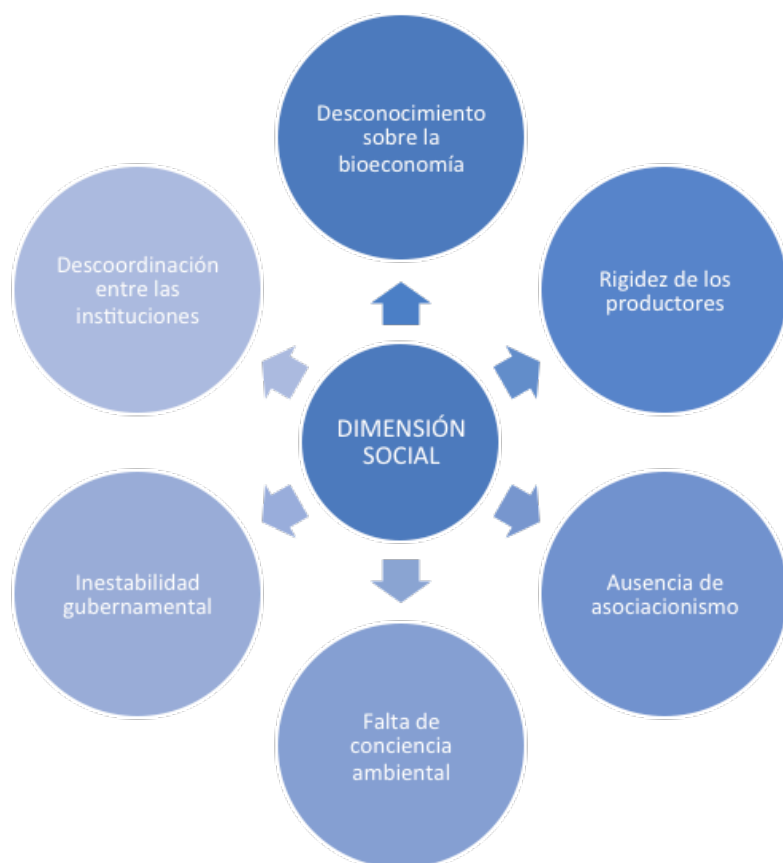
La dimensión social comprende una serie de desafíos en torno a la naturaleza multifacética y estructural de ALC. En el momento actual, muchos avances en materia social se han visto afectados por la pandemia COVID-19, ya que se ha puesto énfasis en los aspectos sanitarios¹. En la Región la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible hace hincapié en la lucha contra la desigualdad, la erradicación de la pobreza y la búsqueda de sociedades más justas e inclusivas y con mayores niveles de bienestar (CEPAL 2019). La transformación rural y de la AF son aspectos clave para lograr este desarrollo. En este contexto, la bioeconomía se posiciona como un impulsor del cambio y una oportunidad para mejorar las condiciones económicas y sociales de gran parte de la población.

En esta dimensión se han identificado diversos factores que afectan **la educación, el empleo y el apoyo gubernamental**. La mayoría de los expertos entrevistados (80 %) destacó algún factor social entre los más relevantes para la aplicación de la bioeconomía en ALC. Aunque están surgiendo experiencias relativas a esta, la mayoría de los países carece de una estrategia definida. Se trata de **un concepto nuevo y, en muchos casos, desconocido**, por lo que las iniciativas públicas y privadas muestran desinterés en promover proyectos vinculados a la bioeconomía. Sin embargo, esta falta de conocimiento también supone un importante número de **oportunidades** para ALC, como nuevos modelos de negocios, políticas sostenibles e iniciativas de innovación social.

A continuación, se presentan los principales condicionantes sociales que afectan el despliegue de la bioeconomía.

1. Nota de la coordinadora de edición. 15 de junio de 2020.

Figura 12. Principales condicionantes desde el punto de vista social.



La **elevada edad promedio** de los jefes de explotaciones de AF se identifica como un condicionante que provoca rigidez en los propios productores y en sus organizaciones. Los datos disponibles señalan que el cambio generacional en el sector agrícola no se está dando, por lo que la población dedicada a la agricultura está envejeciendo. La población más joven tiende a buscar oportunidades en los núcleos urbanos, donde espera encontrar mejores condiciones de vida. Este envejecimiento supone una **menor receptividad a nuevos modelos de negocio y la adopción de técnicas innovadoras**.

Tabla 6. Edad promedio del jefe de explotación agraria familiar, por país. Fuente: FAO 2014.

País	Edad promedio del jefe de explotación agraria familiar
Chile	58
Costa Rica	48
Ecuador	53
El Salvador	49
Guatemala	47
Honduras	46
México	51
Nicaragua	46
Panamá	50

Además, la aversión al cambio aumenta por el bajo nivel educativo y social general del sector. El **nivel educativo** se identifica igualmente como condicionante para la adopción de las nuevas oportunidades que ofrece la bioeconomía.

Otro factor relevante es la **escasa conciencia ambiental** de las sociedades latinoamericanas y caribeñas, un factor transversal y con múltiples consecuencias negativas para el desarrollo de la bioeconomía.

1. *Con respecto al consumidor*, esta desincentiva la compra de productos ambientales que pueden tener un sobreprecio, frente a aquellos que no provienen de producciones respetuosas con el medio ambiente. En ausencia de un compromiso ambiental de la sociedad, el valor añadido ambiental no se percibe y, por tanto, el consumidor no está dispuesto a pagar por él. Este factor se une a las bajas rentas, lo que produce una reducción aún mayor del mercado de productos de la bioeconomía.
2. *En cuanto al productor*, este es un factor relevante que le impide considerar en su modelo de negocio las consecuencias negativas de su explotación para el ambiente, por lo que subestima las oportunidades de la bioeconomía en relación con los otros modelos tradicionales.
3. *En el contexto gubernamental*, no existe un incentivo de rédito político para formular una normativa ambiental que obligue a los productores a tener en cuenta las consecuencias negativas ambientales de sus actividades, por ejemplo, mediante penalizaciones monetarias, o que fomente el consumo de productos ambientales, por medio de programas gubernamentales de apoyo.

Asimismo, en algunos países la **inestabilidad gubernamental** y la **falta de coordinación entre instituciones** son condicionantes importantes. Los países con mayor estabilidad y fortaleza institucional se podrán situar en un punto de partida más favorable para adoptar estrategias de bioeconomía.

4.1.2 Dimensión económica

De acuerdo con la información recopilada en el estudio, los condicionantes económicos, de gran relevancia para la bioeconomía, pueden agruparse en general en dos niveles: el del productor y el del consumidor o el mercado.

A nivel del productor, la **pequeña escala de las explotaciones de AF** de ALC es uno de los mayores condicionantes identificados. El tamaño promedio de las explotaciones de AF es muy reducido, si se compara con el de las explotaciones del sector agropecuario y, si excluimos las grandes explotaciones familiares de los países del Cono Sur, se reduce aún más. Estas diferencias se pueden observar en la tabla 7.

Figura 13. Principales condicionantes desde el punto de vista económico.

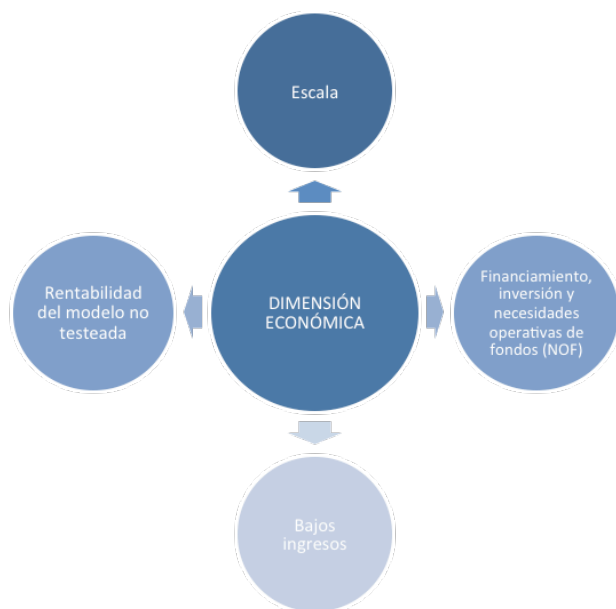


Tabla 7: Tamaño promedio de las explotaciones de AF, comparado con el de las explotaciones del sector agropecuario de varios países. Fuente: FAO 2014.

Subregión/países	Sector agropecuario (ha)	AF (ha)
	Promedio por explotación	Promedio del país por explotación
Países	57.65	13.64
Caribe	2.59	1.33
Antigua y Barbuda	1.18	0.44
Jamaica	1.60	0.30
Santa Lucía	1.29	0.48
Surinam	6.30	4.10
Centroamérica y México	13.85	3.13
Guatemala	6.40	1.20
México	24.30	6.83
Panamá	10.86	1.35
Andinos	19.08	3.09
Colombia	25.08	4.48
Ecuador	14.7	3.48
Perú	17.5	1.29
Cono Sur	195.07	47.02
Argentina	524.20	107.45
Brasil	63.75	24.17
Chile	85	46
Paraguay	107.33	10.45

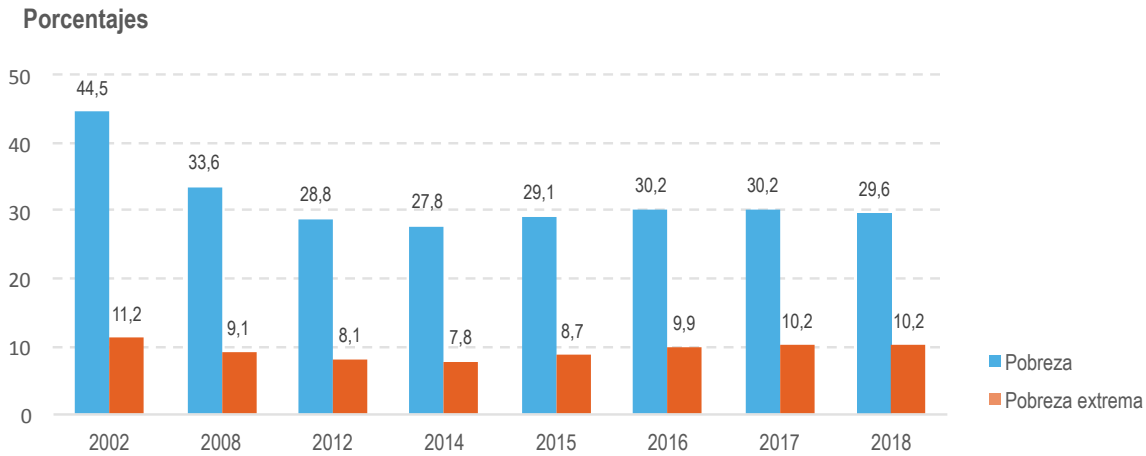
En muchos casos la AF es una **economía de subsistencia** que no brinda a las familias ningún excedente económico que puedan destinar al ahorro y la inversión. Desde una perspectiva lógica, su pequeña escala **dificulta la viabilidad de los modelos de negocios** por la propia disponibilidad del residuo, desecho o subproducto. Además, el transporte de la biomasa utilizada en los procesos de bioeconomía suele ser complejo y costoso. Debido a ello, la escala de las explotaciones de AF se considera uno de los condicionantes más importantes para la adopción de procesos de bioeconomía.

El escaso **acceso al financiamiento** público y privado limita la viabilidad del proyecto no solo en términos de la adquisición, sino también de la aplicación de la tecnología, ya que determinadas alternativas de valorización de recursos suponen la adquisición de insumos con un costo elevado, lo que aumenta considerablemente las NOF requeridas por el modelo de negocio.

A nivel del consumidor o del mercado, en muchos países de la Región los bajos ingresos y los altos niveles de pobreza (véase la figura 14) condicionan el **consumo de productos ambientales**, que en general son más costosos que sus alternativas no ambientales. Este bajo nivel de ingreso, sumado a la falta de conciencia ambiental, marca una demanda aún reducida de bioproductos con un alto valor añadido.

“Se requiere financiamiento no solo cuando inicia la inversión, sino también a lo largo del proyecto, ya que el costo de maniobra del modelo de negocio es elevado.”

Figura 14. América Latina: tasas de pobreza y de personas en situación de pobreza y pobreza extrema.
Fuente: CEPAL 2019.



Estos bajos niveles de ingresos dificultan el desarrollo de mercados para productos con un alto valor añadido ambiental y un precio comparativamente mayor al de otras alternativas. En ALC el sistema económico en el que se desarrolla la AF se ve limitado, debido a lo cual **la demanda nacional no impulsa el desarrollo de modelos de negocio en agricultura más sofisticados** y el sector agrícola sigue ofreciendo productos con un valor añadido muy bajo. Esta situación condiciona a los productores de AF a una economía de subsistencia, lo que alimenta el ciclo de bajo consumo.

En la dimensión económica se identificó como condicionante negativo el bajo número de casos de éxito que avalan la **rentabilidad de los modelos de negocio basados en la bioeconomía**. Los productores se muestran reacios a probar modelos en mercados incipientes, donde todavía no se ha demostrado con una amplia casuística la viabilidad económica de los negocios. En suma, la ausencia de incentivos en apoyo al desarrollo de modelos de negocio en bioeconomía o la falta de capital de inversión (incluido Business Angels), inducen también a los agricultores a desistir de la generación de iniciativas basadas en la bioeconomía.

4.1.3 Dimensión tecnológica

Aunque resultan evidentes para el uso de la bioeconomía, los condicionantes tecnológicos no aparecen con frecuencia en las respuestas de los entrevistados; sin embargo, en el análisis del taller presencial aparecen como un factor limitante en cuatro de las seis opciones de valorización de desechos de la AF que se estudiaron.

Estos condicionantes pueden sistematizarse en dos grupos: los relacionados con el nivel de desarrollo de las tecnologías de manera individual y los relativos al sistema de investigación y desarrollo en el ámbito nacional.

En el primer grupo se identifica como uno de los factores más importantes la necesidad de **adaptar las tecnologías al tamaño reducido** de la gran mayoría de las explotaciones de AF, así como la **dificultad en términos de repetición** de las

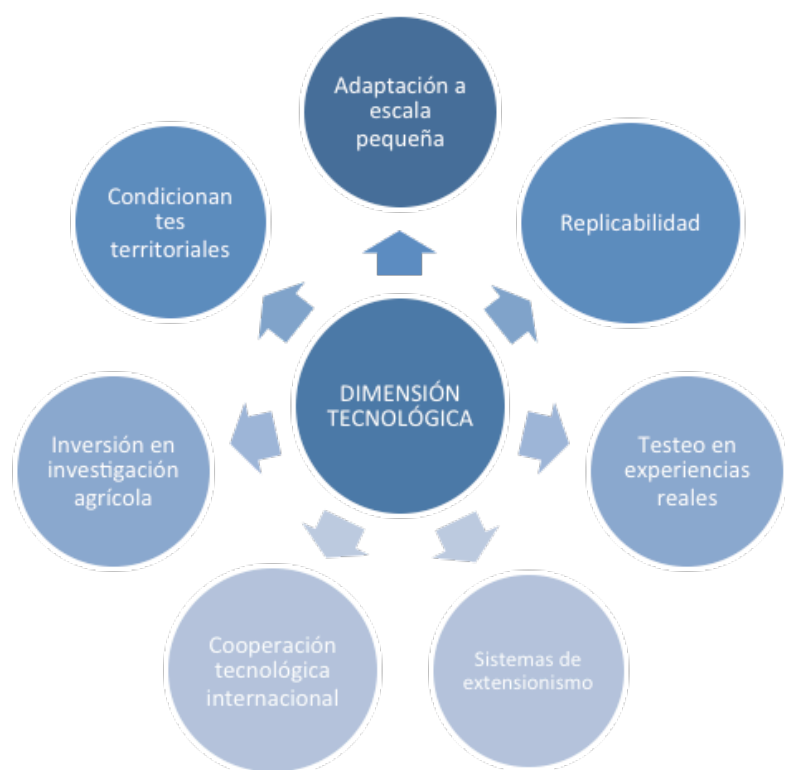
En ALC el sistema económico en el que se desarrolla la AF se ve limitado por los bajos ingresos y la pobreza, debido a lo cual la demanda nacional no impulsa el desarrollo de modelos de negocio en agricultura más sofisticados y el sector agrícola sigue ofreciendo productos con un valor añadido muy bajo.

tecnologías, que se deben adaptar a realidades muy concretas, lo que dificulta aún más la estandarización y normalización de las soluciones tecnológicas.

En la dimensión económica se mencionó como un condicionante del aprovechamiento de las tecnologías de bioeconomía la **falta de modelos de negocio con rentabilidades testeadas**. En la dimensión tecnológica este también es un condicionante desde un punto de vista técnico, ya que los productores carecen de suficientes experiencias reales que avalen el desempeño técnico y la viabilidad de las tecnologías a emplear en los procesos de bioeconomía.

Por otro lado, los **condicionantes relacionados con el territorio** donde se encuentra el agricultor familiar impiden, en la práctica, la utilización de tecnologías novedosas o más desarrolladas. En algunas zonas geográficas de ALC influyen la ausencia de electricidad o de otros servicios básicos, así como condiciones agroecológicas, como las distancias que separan los territorios donde se encuentran los distintos agricultores familiares integrantes de una cadena de aprovechamiento de residuos o las variedades de alimentos que se cultivan en cada zona. En la siguiente cita se describe una experiencia negativa en torno a la implantación de tecnologías de bioeconomía: “El Perú es el productor número uno de producción de papa de Latinoamérica y hay un gran excedente que se quería aprovechar para producir almidón, pero no funcionó porque las variedades de papa no eran industriales” (Liza Meza Flores, Coordinadora de Directiva de Proyectos del Fondo Américas. Comunicación personal, septiembre 2019).

Figura 15. Principales condicionantes desde el punto de vista tecnológico.



En el segundo grupo de condicionantes tecnológicos se incluyen varios factores relacionados con el sistema de ciencia y tecnología y, en general, con la fortaleza de las instituciones que apoyan la investigación y el desarrollo. En un sector poco maduro como el de la bioeconomía **resulta esencial una buena articulación de las entidades que respaldan la transferencia del conocimiento de la universidad a los productores**, así como la presencia de organismos que dinamicen la interacción entre los agentes del sector. En este sentido, se destacan tres condicionantes:

- La inexistencia o debilidad de las oficinas de extensionismo.
- La inversión en investigación agrícola.
- La falta de cooperación internacional entre los países de la Región, que podría potenciar el intercambio de buenas prácticas y la replicabilidad de las oportunidades testadas.

4.1.4 Diversidad

La **enorme diversidad geográfica, ecológica y económica de ALC** constituye un factor significativo para la adopción de la bioeconomía como una oportunidad para mejorar las condiciones de vida de los agricultores. Este aspecto es **transversal** a cualquiera de los condicionantes identificados en cada una de las dimensiones. La heterogeneidad afecta a todos los condicionantes de las tres dimensiones, destacándose especialmente las **diferencias en la escala de la explotación** entre los países del Cono Sur y del resto de la Región, con microexplotaciones de AF. El desarrollo económico y el nivel de ingreso condiciona la disponibilidad de recursos en la Región, una variable de gran importancia para la adopción de oportunidades en bioeconomía. Los países que presentan una mayor trayectoria en materia de bioeconomía también tienen un nivel superior de ingresos, como Argentina o Chile, a diferencia de países con menos recursos como Honduras o Paraguay (véase la tabla 8).

Figura 16. Principales condicionantes desde el punto de vista de la diversidad.

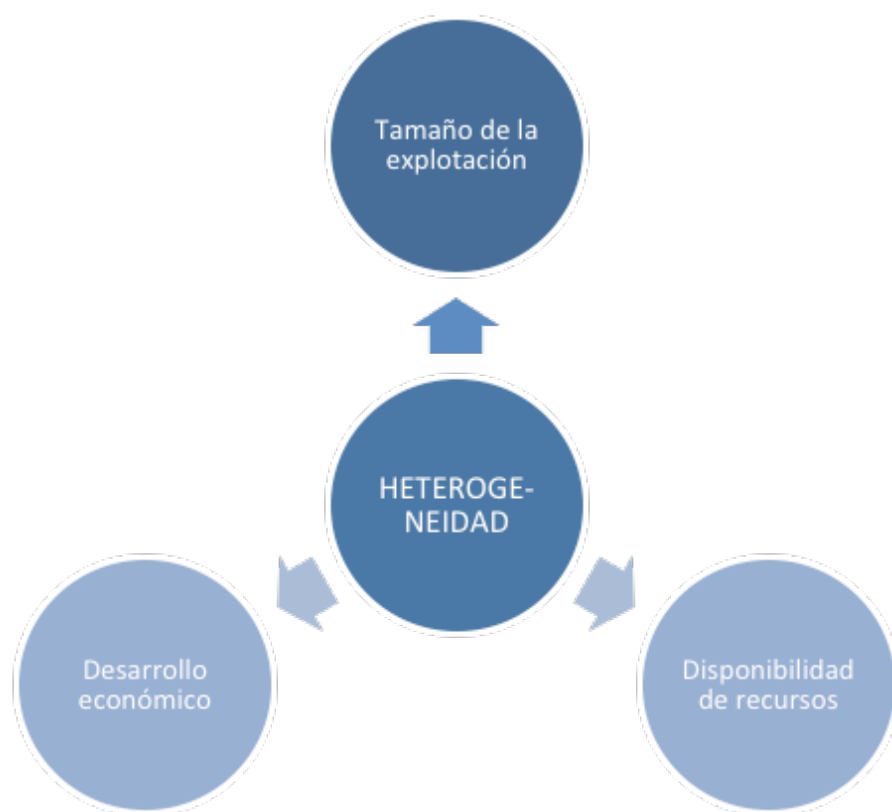


Tabla 8. Clasificación de países según sus ingresos poblacionales y su desarrollo en bioeconomía.

Desarrollo en bioeconomía ^a	Mayor desarrollo en bioeconomía			Menor desarrollo en bioeconomía		
País	Argentina	Chile	Costa Rica	Paraguay	Nicaragua	Honduras
Población con ingresos inferiores al 50 % de la mediana (CEPAL 2019)	13.6	14.1	20.1	24.7	19.9	20.9

^a Datos extraídos de las conclusiones del Taller Presencial Tecnologías para la Bioeconomía y sus Posibilidades de Aprovechamiento para la Agricultura Familiar en América Latina y el Caribe (Costa Rica el 5 y 6 de noviembre de 2019).

4.2 Variables críticas favorables y limitantes para aprovechar las tecnologías aplicables a la bioeconomía

De acuerdo con las opciones de valorización en las que se agruparon las tecnologías identificadas, se trabajó en la clasificación de factores relevantes positivos y negativos, según el grupo de aplicación de la bioeconomía considerado. En las figuras 35, 36 y 37 del anexo I se presentan estos resultados.

Las variables críticas positivas en las opciones de valorización de la figura 35 reflejan **condicionantes tecnológicos y logísticos, ya que son las aplicaciones menos sofisticadas** las que requieren tecnologías más sencillas y permiten escalas más pequeñas para su viabilidad técnica. Sin embargo, en sus aplicaciones más básicas, como los usos agrícolas, aparece el **condicionamiento social, educativo y de conciencia ambiental** como una variable negativa para el aprovechamiento de estas tecnologías. En el caso de la **producción de energía, el factor económico es una variable negativa**, ya que la inversión requerida es elevada y, como se señaló anteriormente, supone una barrera de acceso importante para la mayoría de los pequeños agricultores familiares.

Con base en los resultados sobre los usos industriales y de alimentación animal que se presentan en la figura 36 del anexo I, en las **opciones de valorización industriales la escala es una variable muy relevante**, ya que la **disponibilidad del residuo** tiene que alcanzar una cantidad significativa para que el negocio sea viable. Como variable positiva se identifica el **interés del sector industrial privado**, que puede estimular el desarrollo de este mercado y exigir menos en términos de inocuidad, en comparación con otros usos como la alimentación animal o el consumo humano. La **diversificación en las fuentes de alimentación animal**, que supondría la aplicación de procesos de bioeconomía, se valora favorablemente.

En la figura 37 se muestran las aplicaciones más sofisticadas de los procesos de la bioeconomía. En ambos aparece como una variable negativa la necesidad de adaptar la tecnología a la realidad de la AF. Como **variables positivas** que pueden influir en la adopción de estos procesos están los condicionantes sociales y económicos relativos a la diversidad y la disponibilidad de los recursos de biomasa, la **necesidad de encontrar una solución de valorización de los residuos** y la enorme **oportunidad de negocio** que suponen estos procesos para mejorar las condiciones de vida de la población dedicada a la AF en ALC.

Las figuras 17, 18 y 19 muestran las variables favorables y críticas correspondientes a cada opción de valorización, expuestas por los participantes en el taller.

Figura 17. Variables favorables (arriba) y críticas (abajo) correspondientes a cada opción de valoración, expuestas por los participantes en el taller.



Figura 18. Variables favorables (arriba) y críticas (abajo) correspondientes a cada opción de valoración, expuestas por los participantes en el taller.

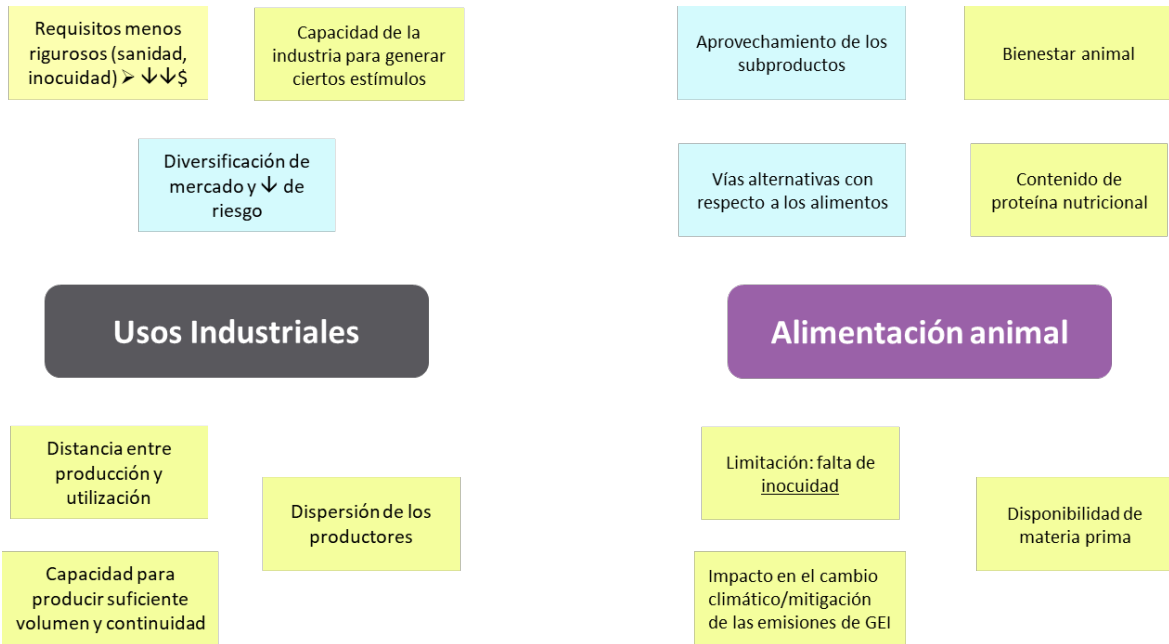
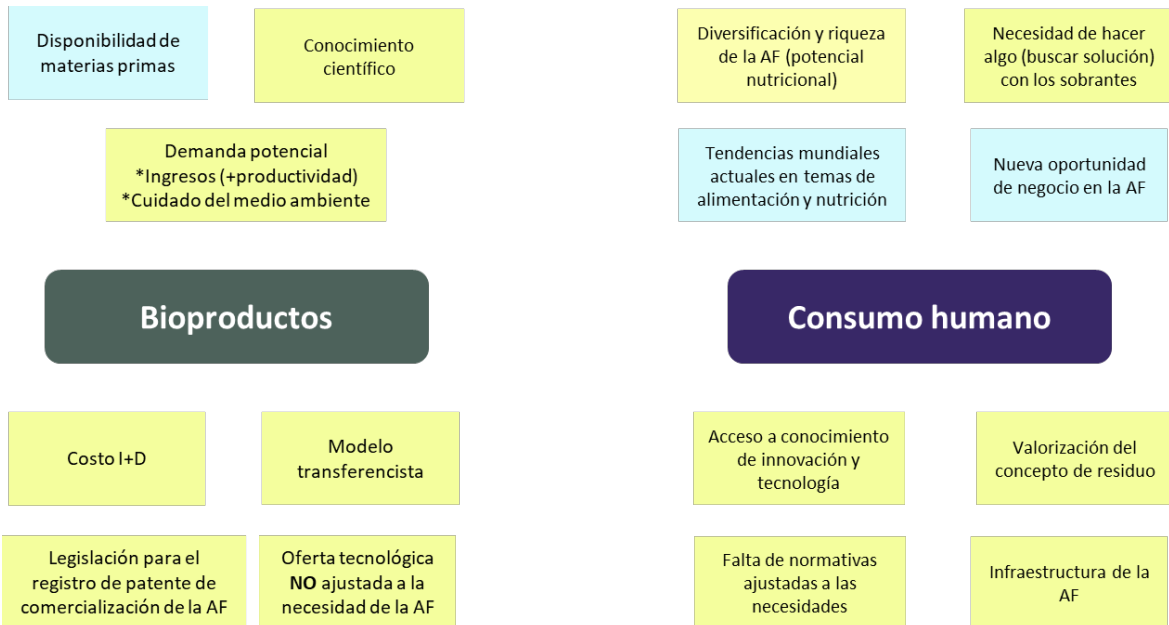


Figura 19. Variables favorables (arriba) y críticas (abajo) correspondientes a cada opción de valoración, expuestas por los participantes en el taller.



5. POSIBILIDADES DE APROVECHAMIENTO DE LAS TECNOLOGÍAS IDENTIFICADAS EN NUEVOS MODELOS DE NEGOCIOS PARA LA AF DE ALC

5.1 Situación de partida en ALC en el ámbito de la bioeconomía

La dinámica productiva de ALC ha ido generando una amplia gama de acciones –públicas y privadas- relacionadas con el concepto de bioeconomía como eje del desarrollo. Aunque en los ámbitos público y semipúblico existen iniciativas analíticas y académicas, estratégicas, de apoyo y de coordinación en los planos nacional y subnacional, se requieren **iniciativas con una aproximación más local**.

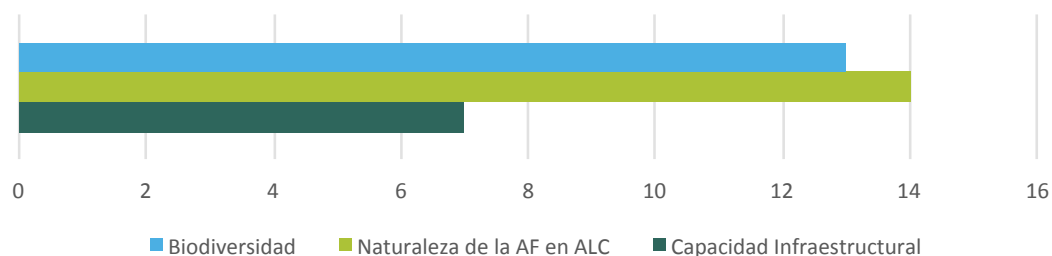
Aunque en la Región el interés por el uso productivo de los desechos es incipiente, el **potencial de este es sin duda considerable**, tomando en cuenta los volúmenes de producción de materias primas agrícolas y los desechos de las actividades agropecuaria, agroindustrial y antropogénica. El uso de la biomasa de desecho puede sentar las bases del desarrollo de nuevas empresas y cadenas de valor de base biológica, con un fuerte énfasis en el uso de desechos, desarrolladas por jóvenes menores de 35 años, empresarios innovadores de la Región.

Por otra parte, diversos países han comenzado a fortalecer sus marcos de políticas pertinentes para la bioeconomía, entre ellas las de innovación y sostenibilidad en ámbitos relacionados, como los de agricultura y ganadería sostenible y pago por servicios ambientales, así como las aplicaciones de la biotecnología, el aprovechamiento de la biodiversidad y los recursos forestales, y el manejo de residuos y la producción de bioenergía (Rodríguez *et al.* 2017). Como ejemplo, en la Región se identificaron diez tecnologías, cinco de ellas en fase de investigación, tres aún a escala piloto, una en trámites para mercado y otra a escala industrial, que se incorporaron al catálogo. Esto puede proporcionar una idea del nivel de madurez tecnológica de los diferentes desarrollos de ALC.

Por otra parte, las entrevistas a expertos permitieron concluir que **el punto de partida difiere mucho según el país**. En el caso de Chile, “Se crearon programas de financiamiento donde se requirió la formación de consorcios con integrantes de la AF, empresas transformadoras, RTD Center (Research and Technological Development Center) o universidades e integrantes de empresas de venta, marketing y exportación”. Adicionalmente, “Se están montando pequeñas plantas pilotos para que los productores de la AF se acerquen a estas instalaciones y hagan pruebas de productos procesados para pruebas comerciales, desarrollo etiqueta, envase, etc. Desarrollando 4-5 plantas piloto cada una con una visión distinta según el tipo de producto” (Fredy Urrego, Líder de Proyecto, Fraunhofer Chile Research, comunicación personal, septiembre 2019). Fraunhofer Chile Research es una de las instituciones que desarrolla procesos en una de estas plantas. La situación de Chile contrasta con el punto de partida de países como Honduras, Nicaragua o Paraguay, donde, según los expertos entrevistados, se desconoce la bioeconomía como estrategia para el crecimiento y la mejora de la competitividad.

Se preguntó a los expertos sobre las principales fortalezas de ALC en la actualidad ante la adopción de estrategias de bioeconomía. La siguiente figura muestra los principales factores mencionados.

Figura 20. Fortalezas de ALC para aprovechar oportunidades tecnológicas en materia de bioeconomía.



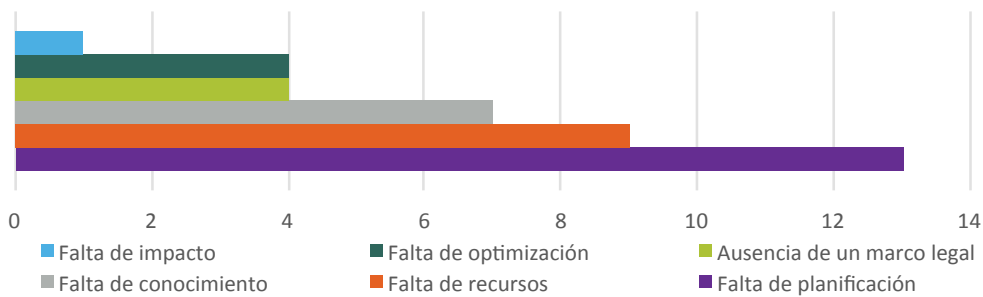
Los dos factores más significativos fueron la naturaleza de la AF en ALC y la biodiversidad. Cabe destacar que las condiciones ambientales de la Región posibilitan la producción durante todo el año, por lo que **la cantidad de residuos se genera a un volumen constante**. Por otra parte, los expertos describen las unidades de AF como resilientes y con deseo de acoger nuevas tecnologías.

5.2 Factores de implantación

Con respecto a la implantación de tecnologías para el aprovechamiento de residuos, es importante considerar los factores que favorecen y limitan su desarrollo, los cuales se presentan en la sección 4. En relación con las experiencias exitosas, como un factor muy positivo, cabe destacar la capacidad innovadora de la AF, ya que algunas experiencias en materia de bioeconomía no han requerido intervenciones externas, sino que ha sido el mismo agricultor o la unidad familiar la que ha emprendido esa acción de cambio. Como ejemplo, se puede señalar la formulación de bioinsumos a pequeña escala, lo que constituye una innovación local.

Se puso énfasis en la recopilación de información no solo de experiencias exitosas, sino especialmente de aquellas que no tuvieron éxito en la Región, para conocer los motivos por los cuales fallaron y extraer lecciones aprendidas.

Figura 21. Principales causas del fracaso de las experiencias de bioeconomía en ALC.



La principal causa del fracaso de estas iniciativas fue la **falta de planificación**. Una planificación integral, que involucre a todos los actores y considere la realidad local del agricultor, es clave para implantar las nuevas tecnologías de forma exitosa, alejándose del esquema lineal de planificación. Además, debe **definir los modelos de negocio**, efectuar los **análisis tecno-económicos**, tener en cuenta la gran **dinámica de los mercados** en la actualidad y las nuevas **tendencias**, así como todos los aspectos que influyen de forma sostenible en la comercialización final del producto.

Una planificación integral, que involucre a todos los actores y considere la realidad local del agricultor, es clave para implantar exitosamente las nuevas tecnologías.

5.3 Replicabilidad

Una vez identificada, **es importante evaluar la posibilidad de repetir** una nueva tecnología exitosa, ya que el contexto local es determinante en una adecuada implementación del proceso. Durante las entrevistas, se discutieron con los expertos los factores clave que favorecen la replicabilidad de oportunidades, a saber: apoyo financiero o de otro tipo para la adquisición y la adaptación de tecnologías en fase de comercialización, así como programas o entidades que respalden desde los gobiernos el desarrollo de tecnologías en investigación o escala industrial.

Entre las **acciones de apoyo y ayudas financieras**, las opciones más comentadas fueron el desarrollo de incentivos para la incorporación de tecnologías en fase de comercialización, así como líneas crediticias para el agricultor. Como caso de éxito, en Chile existe la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO) que, con fondos procedentes del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo del Gobierno, apoya a sectores agronómicos a través de planes especiales de desarrollo, mediante la importación de equipos mecanizados, obras de regadío y el desarrollo de nuevos cultivos, entre otras acciones.

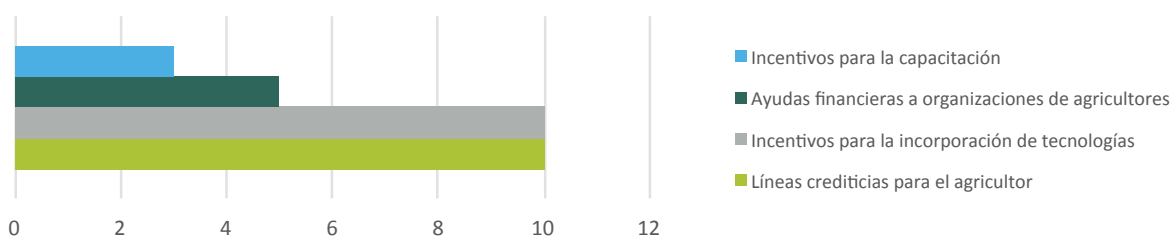
Costa Rica tiene un programa de fondos concursables dirigido a fomentar el trabajo colaborativo entre la academia, la empresa privada y la AF. Se trata de fondos públicos que promueven el trabajo en colaboración para extraer lecciones

Caso de éxito: Por medio de fondos públicos, la CORFO ofrece apoyo al agricultor familiar para realizar actividades de emprendimiento, innovación y mejora de su competitividad.

aprendidas y buenas prácticas. Los agricultores familiares se organizan entre ellos a fin de presentar propuestas conjuntas a los concursos. En la actualidad, se está intentando repetir este esquema en Colombia.

En cuanto a las líneas crediticias, se destacaron los microcréditos, ya que posibilitan proyectos acordados de forma conjunta con organizaciones de productores y muestran mayor eficacia en el logro de impactos que las diseñadas para todo el país desde afuera. En este sentido, se destaca el caso de Chile.

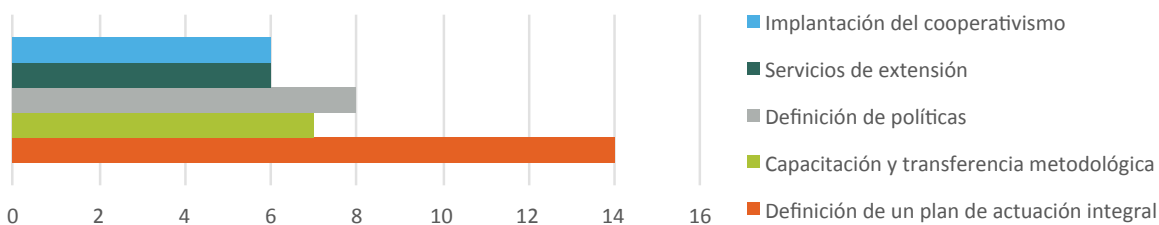
Figura 22. Acciones de apoyo y ayudas financieras que favorecen la replicabilidad.



Con respecto a los **programas o entidades que apoyan desde los gobiernos el desarrollo de tecnologías en investigación o escala industrial**, se hace referencia a los que promueven la **colaboración público-privada**, por resultar los más exitosos e incluir a los agricultores en etapas muy tempranas del desarrollo de la tecnología. En este contexto, una clave puede ser la **experimentación conjunta**, ya que el productor posee el conocimiento práctico, pero carece del científico.

Por otra parte, cabe destacar que los **servicios de extensión** podrían verse muy limitados en relación con las estrategias de bioeconomía, por lo que se deben fortalecer, ya que en ALC la mayoría de ellos solo brindan asesoría en temas de producción agrícola y carecen de metodologías nuevas y personal calificado. Finalmente, se destaca la importancia de involucrar a **expertos de negocio** en los desarrollos académicos, es decir, personas capacitadas en estudios de mercado para detectar la factibilidad económica de un proyecto.

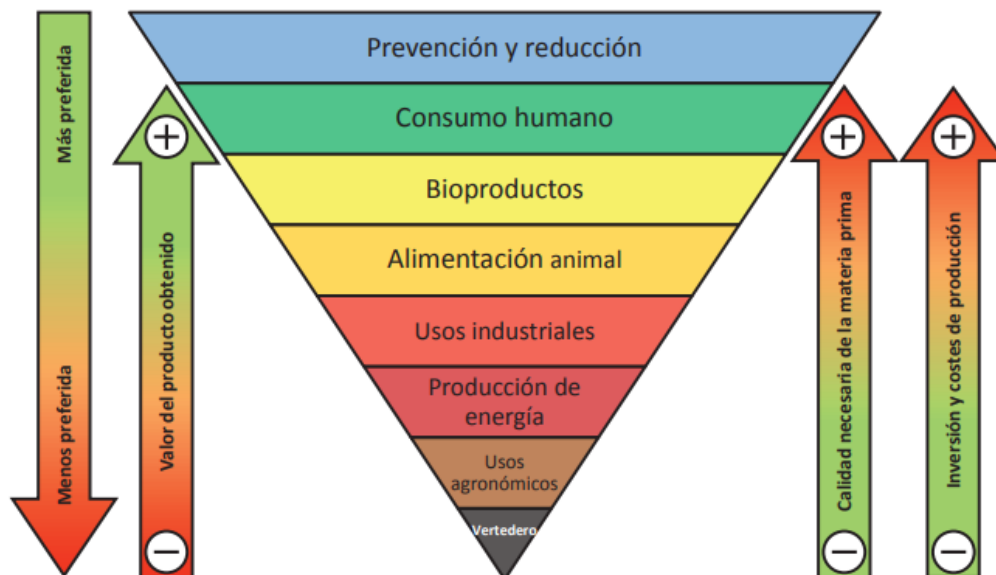
Figura 23. Programas o entidades que apoyan el desarrollo de tecnologías desde los gobiernos.



5.4 Selección de oportunidades

Existe una gran cantidad de opciones de valorización de los desechos de la actividad agropecuaria y agroindustrial; sin embargo, son numerosos los parámetros que condicionan la selección de una u otra opción, en función del caso de estudio. Una primera es emplear el esquema de priorización estándar para la valorización de los desechos alimenticios, siguiendo la jerarquía de opciones de valorización de la Directiva marco sobre residuos del Parlamento Europeo (CE 2008).

Figura 24. Priorización estándar de las opciones de valorización de desechos alimentarios.



Fuente: Iñarra et al. 2018.

De acuerdo con la figura 24, se plantean distintos niveles de oportunidades de valorización de residuos: vertedero, usos agronómicos, producción de energía, usos industriales, alimentación animal, bioproductos, consumo humano, y prevención y reducción. Además, estas oportunidades se ordenan en una pirámide invertida, según la sencillez o la complejidad del aprovechamiento de los residuos. Es decir, influyen parámetros como la preferencia social de valorización, el valor del producto obtenido, la calidad que debe tener la materia prima para poder valorizarla y, finalmente, la cantidad de inversión y los costos de producción que enfrentaría la valorización de un residuo. El nivel superior y más grande, por su mayor complejidad, acogería la prevención y la reducción de la generación de subproductos, lo que está ligado a unas buenas prácticas. Este primer nivel no estaría representado en los resultados, ya que queda fuera del marco de este informe, aunque su estudio resulta necesario para una correcta adaptación de la bioeconomía a los distintos países.

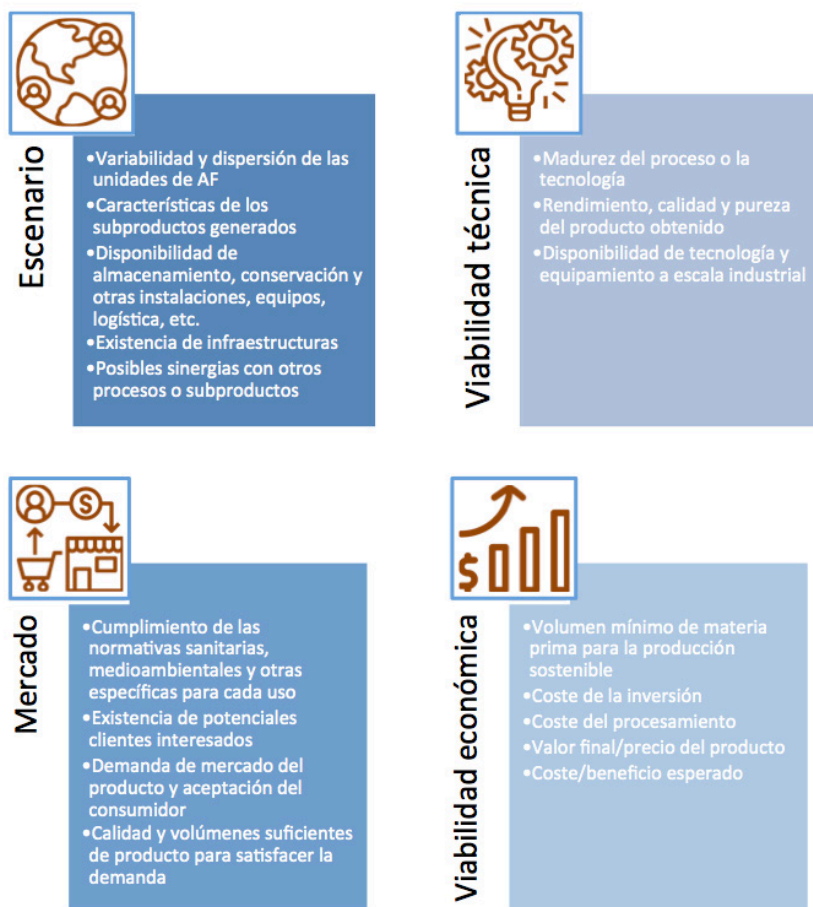
La segunda y la tercera opciones de la pirámide se refieren a mantener el subproducto en la cadena alimentaria mediante la comercialización de las fracciones de bajo valor, produciendo ingredientes alimentarios u obteniendo biomoléculas de alto valor, que pueden ser usadas en la industria nutracéutica, cosmética o farmacéutica.

En cuarto lugar se encuentra la alimentación animal, orientada al aprovechamiento de subproductos como los de la acuicultura y la pesca, con los que se producen harinas y aceites de pescado utilizados principalmente como alimento en la acuicultura. En la misma línea que el anterior, le siguen los usos industriales, pero el producto de valor agregado generado pasa a formar parte de otra cadena de producción, como los bioalcoholes, bioplásticos, bioestimulantes o bioestabilizantes.

Otras soluciones de menor valor, como la producción de energía (biogás, bioetanol, biometano), el compostaje o la incineración, se pueden considerar como opciones de valorización, ya que en la actualidad son las que están más al alcance de la AF de ALC, ante el acceso a tecnologías y otros incentivos. En último lugar se encuentra el envío de los subproductos a vertedero, una solución que no se puede tomar en cuenta como una valorización.

No obstante, esta estrategia de selección no considera las **características particulares del escenario**, es decir, la realidad y el contexto local donde la solución sería implantada. En el caso de realizarse un análisis de las diferentes opciones, el estudio debe abordar todos los condicionantes críticos que pueden influir en la viabilidad técnica, económica y ambiental de la solución. Estos condicionantes se pueden agrupar en cuatro categorías principales, que se describen en la figura 25.

Figura 25. Categorías por considerar en un estudio de selección de opciones de valorización.



En muchos casos, resulta casi imposible recopilar toda la información necesaria para evaluar correctamente todas las opciones; además, este tipo de estudios resultan caros y requieren mucho tiempo. Por esta razón, se presenta una metodología simplificada para realizar una primera evaluación de los diferentes casos de estudio y facilitar el procedimiento de selección.

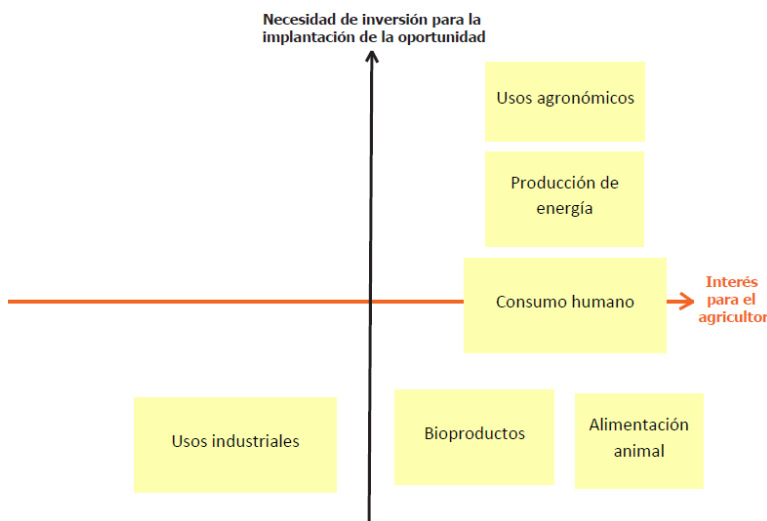
El análisis MCDA, descrito arriba, permite dividir el problema en conjuntos de decisiones más pequeñas que se resuelven una por una. En el caso de los factores “dependientes del caso de estudio”, deben estudiarse individualmente, ya que pueden variar de una región a otra. Otros criterios se consideran intrínsecos a la solución tecnológica específica propuesta, como los factores técnicos y económicos. Como se indica en la sección 2, no se profundizará en el plano regional, debido a la heterogeneidad y la complejidad de cada caso particular. Por tanto, en el análisis solo se considerarán los criterios intrínsecos a la solución tecnológica específica propuesta.

5.4.1 Análisis cualitativo

Algunas de las dinámicas realizadas durante el taller de noviembre de 2019 tuvieron como objetivo efectuar, junto con los asistentes, el análisis cualitativo de las diferentes opciones de valorización. Por simplicidad, en lugar de estudiar las 56 tecnologías identificadas en el catálogo, se trabajó con los grupos de opciones de valorización que reúne la directiva de la CE, a saber: consumo humano, bioproducto, alimentación animal, usos industriales, producción de energía y usos agronómicos (Lñarra *et al.* 2018). Además, con ánimo de capturar el conocimiento de los participantes, los criterios empleados fueron mayormente de tipo económico y social, a fin de centrar el análisis en el punto de vista del agricultor familiar y de la administración pública.

Específicamente, se pidió a los asistentes que evaluaran en cada opción de valorización el interés para la unidad de AF o la administración pública frente a ciertos factores de los anteriormente enumerados. Se presenta a continuación, a modo de ejemplo, el resultado de la valoración de la “necesidad de inversión para la implantación de la oportunidad versus el interés para el agricultor”. El resto de los resultados se encuentra en el anexo I.

Figura 26. Necesidad de inversión para la implantación de la oportunidad versus el interés para el agricultor.



Los diferentes factores analizados por medio de esta dinámica fueron:

- La necesidad de inversión para la implantación de la oportunidad versus el interés para el agricultor.
- El requerimiento de capacitación del agricultor para el establecimiento de la oportunidad frente al interés para el agricultor.
- El tiempo necesario para la implantación de la oportunidad versus el interés para el agricultor.
- El retorno de la inversión frente al interés para el agricultor.
- El acceso a financiamiento versus el interés para el agricultor.
- El impacto social/la visión frente al interés para las administraciones públicas.
- La necesidad de capacitación del personal de apoyo (administración pública o servicios de extensión) versus el beneficio para el agricultor.

Seleccionando las opciones del cuadrante superior derecho, es posible identificar aquellas de mayor interés para la unidad de AF/administración pública y que tienen un componente positivo en cuanto al factor considerado. **De este proceso de selección y ranking se obtienen las tres opciones de valorización con mayor posibilidad de implantación: usos agronómicos, producción de energía y usos industriales.** Estas opciones fueron situadas en el cuadrante superior derecho seis, cinco y tres veces, respectivamente.

Asimismo, el análisis permite extraer conclusiones acerca de las **opciones de valorización menos atractivas** en el contexto actual, así como otras consideraciones. Para la administración pública, los usos agronómicos, los bioproductos, el consumo humano y la producción de energía tendrían un alto impacto social y alineamiento con la visión de ALC y la bioeconomía. Por el contrario, los usos industriales tendrían un bajo impacto social y no despertarían mucho interés en la administración pública. Es interesante destacar cómo la alimentación animal, que es la opción de valorización más tradicional y la más aplicada, queda en un lugar intermedio en términos del interés para la administración y del impacto social. Esto se puede deber a que la administración no la identifica como una opción innovadora ni atractiva, ya que es más tradicional en algunas regiones, donde los productores de la AF alimentan a sus animales de granja con residuos y desperdicios, usándolos directamente sin necesidad de un procesamiento. En el plano social, se reflexionó acerca de la baja rentabilidad de esta opción, ya que encaja más en un esquema de autoconsumo/autosostenibilidad, lo que complica al agricultor familiar llevar al mercado piensos animales por la alta competitividad de este. Respecto de la unidad de AF, las menos atractivas son las opciones de bioproductos y consumo humano, ya que su adopción requeriría la aplicación de medidas de diversos tipos por parte de la administración pública. El bajo interés mostrado se debe a la dificultad del acceso al financiamiento para este tipo de tecnologías, así como su elevado costo y complejidad, que supondrían actividades de capacitación del agricultor.

Por último, es interesante profundizar en el **análisis de la opción de usos industriales**, ya que, aunque se valoró de forma positiva y resultó una de las tres elegidas, recibió también valoraciones negativas. Concretamente, los usos industriales se consideraron como una tecnología para cuya implementación el agricultor necesitaría un alto nivel de capacitación, lo que podría restarle atractivo. Asimismo, se estimó que esta opción requeriría una capacitación

adicional del personal de apoyo, de la administración pública o de los servicios de extensión. Finalmente, esta opción requeriría una alta inversión para su establecimiento. Como aspectos positivos, se destacaron un elevado retorno de la inversión y un tiempo de implantación adecuado. En este sentido, se concluye que la opción de usos industriales es un caso complejo que debe ser estudiado en detalle, a fin de determinar el grado de capacitación requerido, que en todos los casos sería al menos de medio a alto, así como sus beneficios para el agricultor, y las tecnologías y el conocimiento disponibles.

5.4.2 Análisis cuantitativo

El análisis multicriterio es una herramienta sencilla que permite extraer conclusiones valiosas. Al usarlo desde el punto de vista cuantitativo, se obtienen dos beneficios: primero, se analiza de forma individual cada oportunidad y se obtiene una valoración de su potencial de implantación, y segundo, se homogeneiza esa valoración para comparar objetivamente las diferentes oportunidades estudiadas, lo que permitirá seleccionar las oportunidades más viables. Como ya se indicó, en el análisis multicriterio se establecen los criterios de valoración, que deben reflejar todos los aspectos por tener en cuenta para implantar la oportunidad. En la siguiente tabla se presentan los principales criterios y “pesos” utilizados en este análisis. Para completar la información extraída durante el análisis cualitativo, se consideraron factores complementarios centrados en la tecnología y en aspectos económicos, ya que el conocimiento intercambiado en el taller se enfocó más en la parte social. En la ponderación se asignó un mayor peso a aquellos criterios directamente relacionados con la realidad del agricultor familiar, como el tamaño de la finca y el nivel de conocimiento del productor, así como a otros que podrían llegar a limitar la adopción de una tecnología, como la economía de escala y la necesidad de capacitación. En el ámbito social se incluyó la necesidad de capacitar al agricultor familiar.

Tabla 9. Criterios y ponderaciones asignadas, utilizados en el análisis multicriterio.

Criterio	Puntuación		Ponderación
	1 punto	5 puntos	
Madurez de la tecnología	Investigación básica	Escala industrial	1
Economía de escala	Necesita un gran volumen de residuos, no es modular.	Es capaz de operar con bajos volúmenes, es una solución modular.	2.5
Valor del producto	Bajo precio en el mercado	Alto precio en el mercado	1.5
Mercado potencial	Mercado muy reducido, uso muy específico	Mercado amplio, el producto final se puede utilizar en diversos ámbitos.	1.5
Recursos económicos necesarios*	CAPEX y OPEX elevados*	CAPEX y OPEX bajos*	1
Competidores	Un gran número de competidores, tecnología ampliamente establecida	Bajo número de competidores, lo que facilita el posicionamiento en el mercado	1
Capacitación del agricultor familiar	El agricultor requiere un alto grado de capacitación para realizar el proceso.	El agricultor no requiere o requiere un muy bajo nivel de capacitación para efectuar el proceso.	2

* CAPEX: costo de bienes de equipo e infraestructura. OPEX: costos de operación, como los insumos.

Se analizaron las tecnologías del catálogo que corresponden a las tres opciones de valorización seleccionadas en el análisis cualitativo. Las tablas 10, 11 y 12 presentan la valoración de las tecnologías ordenadas por opción de valorización. Se incluye la tabla 13, que muestra la puntuación obtenida por las 56 tecnologías identificadas en este estudio, ordenadas de mayor a menor.

Tabla 10. Priorización de las tecnologías disponibles para usos agronómicos para el aprovechamiento de los residuos de la AF en ALC.

Usos agronómicos								
Tecnología	Madurez	Economía de escala	Valor del producto	Mercado potencial	Costes de producción	Competidores	Capacitación del agricultor	TOTAL PONDERADO
Ficha 14. Uso de residuos de la producción de cardamomo en el cultivo del hongo comestible seta	2	5	3	2	3	4	5	39
Ficha 22. Reutilización de residuos de la poda de la vid (sarmientos) para la producción de biofertilizante	4	5	1	4	4	2	4	38
Ficha 13. Biocompostaje de residuos orgánicos de la industria de curtiduría con residuos de Agave tequiliana	3	5	1	3	4	2	4	35.5
Ficha 20. Cold composting para aumentar la fertilización de los suelos y reducir emisiones y desechos	3	4	1	4	4	2	4	34.5
Ficha 15. Valorización del residuo de <i>Jatropha curcas</i> mediante compostaje	2	4	1	4	4	2	4	33.5
Ficha 25. Reutilización del agua del lavado de la aceituna en la agricultura como biofungicida	3	4	2	2	4	4	3	33
Ficha 10. Agrosistema basado en la economía circular para el cultivo de seta o champiñón ostra	4	2	2	4	4	2	4	32
Ficha 28. Obtención de bioenergía y nutrientes a partir de purín avícola	5	2	4	4	1	1	1	26
Ficha 27. Recuperación de nutrientes a partir de subproductos ganaderos por vía termoquímica (pirólisis)	4	1	2	4	1	2	1	20.5

Tabla 11. Priorización de las tecnologías disponibles para usos industriales para el aprovechamiento de los residuos de la AF en ALC.

Usos industriales								
Tecnología	Madurez	Economía de escala	Valor del producto	Mercado potencial	Costes de producción	Competidores	Capacitación del agricultor	TOTAL PONDERADO
Ficha 24. Remoción de colorantes sintéticos en aguas residuales usando biomasa de arroz	2	4	4	4	2	3	3	35
Ficha 6. Desarrollo de materiales funcionales a partir de fibras naturales	4	2	4	2	5	5	3	34
Ficha 54. Reducción del CO ₂ a través de un proceso microbiano innovador	2	2	5	4	2	5	3	33.5
Ficha 3. Valorización de los desechos y subproductos de la industria del espárrago para aplicaciones agrícolas e industriales	2	4	3	4	3	2	2	31.5
Ficha 55. Producción de polihidroxialcanoatos a partir de residuos urbanos mediante la fermentación	3	3	5	3	2	5	1	31.5
Ficha 33. Obtención de efluente purificado y aceites con aplicación en la ingeniería civil utilizando microalgas para el tratamiento de las aguas	2	2	4	4	2	3	2	28
Ficha 12. Obtención de 5-HMF (5-hidroximetilfurfural) a partir de residuos con inulina	3	1	5	3	2	5	1	26.5
Ficha 7. Valorización de hierbas, pasto y residuos vegetales empleando el concepto de biorrefinería	3	1	3	3	1	3	1	20.5
Ficha 40. Hidrólisis oxidativa one-pot para la producción de nanocelulosa a partir de residuos celulósicos urbanos y vegetales	2	1	4	2	1	3	1	19.5

Tabla 12. Priorización de las tecnologías disponibles para la producción de energía para el aprovechamiento de los residuos de la AF en ALC.

Producción de energía								
Tecnología	Madurez	Economía de escala	Valor del producto	Mercado potencial	Costes de producción	Competidores	Capacitación del agricultor	TOTAL PONDERADO
Ficha 32. Producción descentralizada de biogás de alta pureza a partir de purín de cerdo	2	5	3	5	2	3	4	39.5
Ficha 30. Producción de biogás a partir de residuos de macroalgas	3	4	3	5	2	3	3	36
Ficha 52. Biofermentación de peladuras de patata para la producción de bioetanol	2	3	4	5	1	1	3	31
Ficha 26. Producción de etanol a partir de los residuos de la molienda del sorgo	3	2	4	5	3	1	2	29.5
Ficha 11. Torrefacción de rastrojos de trigo para obtener pellets como biocombustible sólido	3	3	2	4	2	2	2	27.5
Ficha 41. Tratamiento termoquímico para la obtención de carbón activo y gas de síntesis	5	1	3	3	1	5	1	24.5
Ficha 47. Valorización de los posos del café para la obtención de biodiésel	2	1	4	5	1	1	1	22

Tabla 13. Priorización de tecnologías disponibles para el aprovechamiento de los residuos de la AF en ALC.

Tecnología	Opción de valorización	TOTAL PONDERADO
Ficha 32. Producción descentralizada de biogás de alta pureza a partir de purín de cerdo	Energía	39.5
Ficha 14. Uso de los residuos de la producción de cardamomo en el cultivo del hongo comestible seta	Uso agron.	39

Tecnología	Opción de valorización	TOTAL PONDERADO
Ficha 22. Reutilización de los residuos de la poda de la vid (sarmientos) para la producción de biofertilizante	Uso agron.	38
Ficha 30. Producción de biogás a partir de residuos de macroalgas	Energía	36
Ficha 13. Biocompostaje de residuos orgánicos de la industria de curtiduría con residuos de Agave tequiliana	Uso agron.	35.5
Ficha 24. Remoción de colorantes sintéticos en aguas residuales usando biomasa de arroz	Uso industr.	35
Ficha 20. Cold composting para aumentar la fertilización de los suelos y reducir emisiones y desechos	Uso agron.	34.5
Ficha 6. Desarrollo de materiales funcionales a partir de fibras naturales	Uso industr.	34
Ficha 15. Valorización del residuo de Jatropha curcas mediante compostaje	Uso agron.	33.5
Ficha 54. Reducción del CO ₂ a través de un proceso microbiano innovador	Uso industr.	33.5
Ficha 25. Reutilización del agua del lavado de la aceituna en la agricultura como biofungicida	Uso agron.	33
Ficha 10. Agrosistema basado en la economía circular para el cultivo de seta o champiñón ostra	Uso agron.	32
Ficha 3. Valorización de los desechos y subproductos de la industria del espárrago para aplicaciones agrícolas e industriales	Uso industr.	31.5
Ficha 55. Producción de polihidroxialcanoatos a partir de residuos urbanos mediante la fermentación	Uso industr.	31.5
Ficha 52. Biofermentación de peladuras de patata para la producción de bioetanol	Energía	31
Ficha 26. Producción de etanol a partir de los residuos de la molienda del sorgo	Energía	29.5

Tecnología	Opción de valorización	TOTAL PONDERADO
Ficha 33. Obtención de efluente purificado y aceites con aplicación en la ingeniería civil utilizando microalgas para el tratamiento de las aguas	Uso industr.	28
Ficha 11. Torrefacción de rastrojos de trigo para obtener pellets como biocombustible sólido	Energía	27,5
Ficha 12. Obtención de 5-HMF (5-hidroximetilfurfural) a partir de residuos con inulina	Uso industr.	26,5
Ficha 28. Obtención de bioenergía y nutrientes a partir de purín avícola	Uso agron.	26
Ficha 41. Tratamiento termoquímico para la obtención de carbón activo y gas de síntesis	Energía	24,5
Ficha 47. Valorización de los posos del café para la obtención de biodiésel	Energía	22
Ficha 27. Recuperación de nutrientes a partir de subproductos ganaderos por vía termoquímica (pirólisis)	Uso agron.	20,5
Ficha 7. Valorización de hierbas, pasto y residuos vegetales empleando el concepto de biorrefinería	Uso industr.	20,5
Ficha 40. Hidrólisis oxidativa one-pot para la producción de nanocelulosa a partir de residuos celulósicos urbanos y vegetales	Uso Industr.	19,5

Es importante destacar que, para implementar cualquiera de estas tecnologías, será necesario realizar un **estudio adicional** en el que se consideren los **factores “dependientes del caso de estudio”**, a fin de determinar la realidad local, la cantidad producida de desecho, el nivel de conocimiento del agricultor familiar, el acceso a financiamiento local, etc. Solamente tomando en cuenta estas realidades e implementando las políticas y estrategias adecuadas en apoyo a la AF, que contribuyan a superar las barreras a la adaptación o la adopción, se logrará convertir las tecnologías en innovaciones.

6. RECOMENDACIONES DE LINEAMIENTOS PARA FACILITAR EL APROVECHAMIENTO DE LAS TECNOLOGÍAS IDENTIFICADAS POR LA AF EN ALC

Esta sección se ha dividido en dos partes, la primera se refiere a los lineamientos que facilitarían el aprovechamiento de las tecnologías con base en la bioeconomía que podrían ser útiles para generar negocios en la AF y la segunda, a una visión de corto, mediano y largo plazo para posibilitar la implementación de la bioeconomía en ALC.

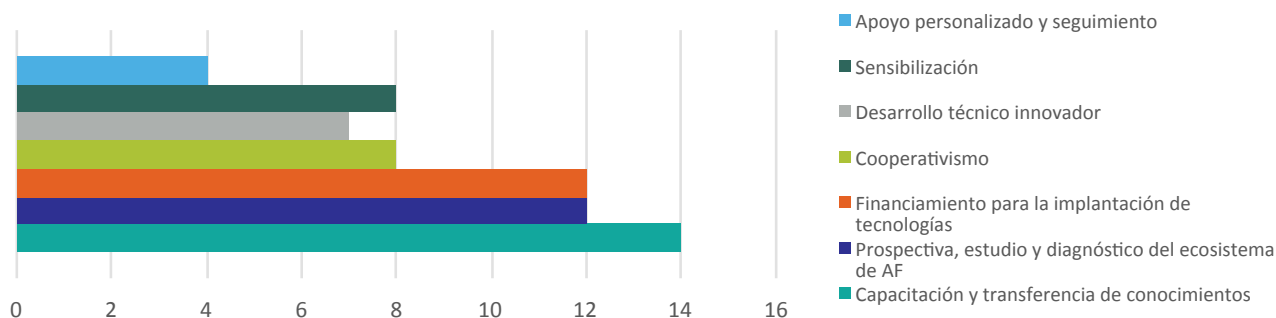
6.1 Lineamientos para facilitar el aprovechamiento de las tecnologías identificadas por la AF en ALC

6.1.1 Actuaciones extraídas de las entrevistas a expertos

Las entrevistas a expertos permitieron extraer conocimiento de gran valor sobre aspectos clave para el diseño de los lineamientos y la hoja de ruta. Se les preguntó explícitamente “¿Cuáles actividades se podrían realizar y cuál sería la más positiva, negativa o innovadora, a su parecer?” y se les pidió que respondieran i) desde el punto de vista del usuario que produce los residuos y ii) desde la perspectiva política.

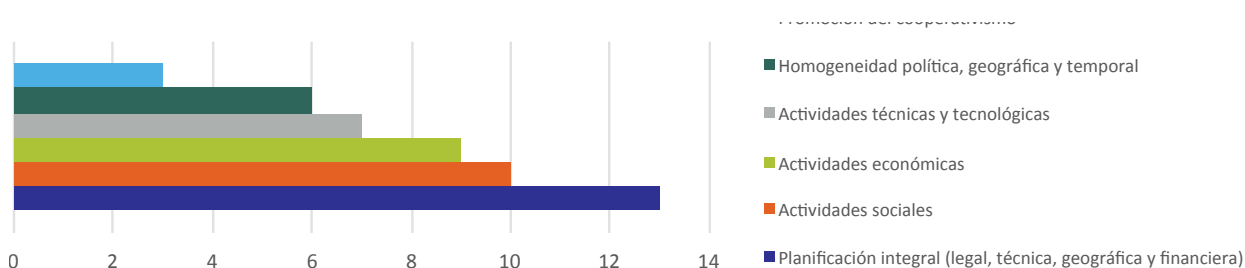
En primer lugar, las acciones desde el punto de vista del agricultor familiar pueden englobarse en las siete actuaciones clave que se presentan en la figura 27, siendo la capacitación y la transferencia de conocimientos la más mencionada.

Figura 27. Actividades por realizar desde el punto de vista del usuario que produce los residuos (el complejo de AF).



Desde la perspectiva política, las respuestas de los expertos pueden resumirse en seis actuaciones clave, siendo la planificación integral (legal, técnica, geográfica y financiera) la más demandada. En la figura 28 se muestran las acciones mencionadas.

Figura 28. Actividades por realizar desde la perspectiva política.



En líneas generales, las entrevistas a expertos también arrojaron una serie de acciones que se podrían llevar a cabo desde un panorama social, geográfico, tecnológico y político/regulatorio.

Desde el **punto de vista social**, las principales ideas giran en torno a los siguientes puntos:

- Generar **conocimiento colectivo** (AF, sociedad, políticos) acerca de la bioeconomía.
- **Personalizar** los mensajes, debido al distinto grado de conocimiento sobre la bioeconomía en ALC y la edad avanzada de algunos agricultores familiares.
- Difundir las ventajas, opciones, buenas experiencias, demostraciones y estudios que tendrían lugar en el **corto plazo**.
- **A mediano y largo plazos**, capacitar al agricultor familiar en modelos de negocio, emprendimiento, creación/ fortalecimiento de sus capacidades técnicas, etc.
- Realizar una **capacitación en escala**. Se aumenta su impacto, ya que pone en contacto a especialistas (técnicos, entidades privadas financiadoras con visión de negocio o a los regidores de economías) con los dirigentes de las organizaciones de agricultores, y estos transmiten el conocimiento a las distintas organizaciones de AF.
- Hacer una **difusión** de las tecnologías **adecuadas a la zona o región de producción**. Alejarse del paradigma lineal que “empuja” las tecnologías cuesta abajo, difundiéndolas y escalándolas, independientemente de cómo se ajustan en realidad al ambiente particular del agricultor familiar.

Desde un **punto de vista geográfico**, dada la fragmentación de la AF en producción y país, los expertos consideran oportuno realizar **acciones de organización territorial** de los agricultores para aumentar su productividad, impacto y captación de tecnologías de aprovechamiento. Esto se podría realizar **por ramas o producciones afines**, a fin de generar economías de escala de un determinado cultivo y subproducto.

En el ámbito **económico**, los expertos señalan la necesidad de desarrollar **programas de financiamiento inclusivos** desde su concepción. En este sentido, también se propone la formación de consorcios con integrantes de la AF, empresas transformadoras, centros tecnológicos o universidades e integrantes de empresas de venta, comercialización y exportación. El objetivo principal de estas iniciativas sería involucrar a los agricultores en todo el proceso, desde la capacitación hasta la transformación, y desde el diseño, hasta la toma de decisiones. Esto los empoderaría para realizar demandas a las empresas transformadoras, cambiando el esquema y generando nuevas dinámicas productivas. Adicionalmente, se identificó el **microfinanciamiento** como acción para aumentar la replicabilidad.

Desde el **punto de vista tecnológico**, los expertos proponen la formulación de **lineamientos entre centros tecnológicos públicos y universidades** para abrir líneas de investigación con base en la bioeconomía, así como el trabajo colaborativo de los investigadores para generar conocimiento. Además, se señalaron procesos de economía circular² y **proyectos piloto**.

Finalmente, en los planos **político y regulatorio**, se debería concienciar más a las esferas políticas sobre las oportunidades que ofrece la bioeconomía en ALC para que respalden la creación de servicios, políticas y acciones a mediano y largo plazos. Por otra parte, los expertos consideran necesaria la **generación de planes integrales por cadenas de producción**. Como última idea, los entrevistados señalan que hay que tener claro cuáles residuos se están generando, qué se puede hacer con ellos y cuáles condiciones se requieren para establecer modelos de negocio. Se requiere analizar cuáles de estas condiciones ya se cumplen en ALC y cuáles se deben fortalecer. Entonces, sería necesario **producir tecnologías alineadas con los objetivos y las necesidades** detectadas, para poder implantarlas **en la cadena de producción**.

6.1.2 Plan de acción para las opciones de valorización más prometedoras

Durante el taller, tras priorizar las opciones de valorización, se pidió a los asistentes que elaborasen un plan de acción para favorecer la adopción de dichas estrategias. A continuación, se presentan los resultados, que recogen no solo las acciones por realizar, sino también los recursos, los principales actores, los hitos y la planificación temporal (tablas de la 14 a la 23 y figuras de la 29 a la 31).

2. La economía circular es un modelo de producción y consumo que implica compartir, alquilar, reutilizar, reparar, renovar y reciclar materiales y productos todas las veces que sea posible para crear un valor añadido. De esta forma, el ciclo de vida de los productos se extiende. En la práctica, supone reducir los residuos al mínimo. Cuando un producto llega al final de su vida, sus materiales se mantienen dentro de la economía, siempre que sea posible. Estos pueden ser productivamente utilizados una y otra vez, creando así un valor adicional (Noticias Parlamento Europeo 2018).

Tabla 14. Plan de acción: ¿cuáles cambios se están buscando?

¿Cuáles cambios se están buscando?	
Producción de energía	Mejoramiento del acceso de los hogares de AF a la energía, generando electricidad de fuentes sostenibles -Generación de oportunidades de negocios asociativos para la producción de biocombustibles
Usos industriales	-Aprovechamiento de los residuos de la AF para el posicionamiento de insumos en la industria
Usos agronómicos	-Reducción de la dependencia de los agroquímicos -Valorización de los residuos de la finca -Diversificación de la oferta productiva y generación de ingresos -Restitución de nutrientes

Tabla 15. Plan de acción: ¿por qué es importante el cambio?

¿Por qué es importante este cambio para ALC?	
Producción de energía	-Mayor sostenibilidad -Calidad de vida -Diversificación de las fuentes de ingresos -Competitividad
Usos industriales	-Menos residuos -Más opciones de negocio -Optimización del uso de los recursos naturales -Menores emisiones de GEI -Mayor ingreso productivo
Usos agronómicos	-Insostenibilidad del modelo actual de la AF en términos económicos, sociales, ambientales y tecnológicos -Valorización de la AF -Minimización de los niveles de contaminación -Usos agronómicos

Tabla 16. Plan de acción: tareas o acciones necesarias.

Tareas o acciones necesarias	
Producción de energía	<ul style="list-style-type: none"> -Sensibilización e incidencia política para generar condiciones propicias (normas, financiamiento, etc.) -Codiseño de un modelo a partir de las tecnologías disponibles en la AF de cada territorio o región -Implementación de proyectos de biodigestores en la AF -Fortalecimiento de la asociatividad para generar negocios conjuntos o colectivos de biocombustibles -Diseño de un modelo de negocio para aprovechar la producción comercial de biocombustibles -Implementación del modelo de negocio
Usos industriales	<ul style="list-style-type: none"> -Diagnóstico de los residuos disponibles, la tecnología compatible, los posibles vínculos con la industria, fuentes de financiamiento legales -Análisis C/B de las tecnologías y selección -Sensibilización (productores e industria) y acuerdos -Operativización - Seguimiento y evaluación
Usos agronómicos	<ul style="list-style-type: none"> -Diagnóstico de la demanda tecnológica local y regional -Difusión de la valorización de los residuos para su uso agronómico y en la bioeconomía -Priorización de las tecnologías habilitantes -Validación participativa de la tecnología -Medición de la aceptación

Tabla 17. Plan de acción: recursos necesarios.

Recursos necesarios	
Producción de energía	<ul style="list-style-type: none"> -Capital humano y capacidades -Evidencia -Contacto. Identificación de actores clave para vender la idea -Estrategia de comunicación -Información sobre diferentes tipos de biodigestores -Capacidades -Financiamiento -Biomasa residual -Servicio de apoyo para el desarrollo del modelo de negocio -Financiamiento -Respaldo -Recurso de biomasa
Usos industriales	<ul style="list-style-type: none"> -Diagnóstico de los residuos disponibles, la tecnología compatible, los posibles vínculos con la industria, fuentes de financiamiento legales -Análisis C/B de las tecnologías y selección -Sensibilización (productores e industria) y acuerdos -Operativización - Seguimiento y evaluación
Usos agronómicos	<ul style="list-style-type: none"> -Humanos: especialistas, extensionistas, saberes locales -Financieros: inversión en tecnologías -Espacios físicos demostrativos -Máquinas y herramientas -Fincas

Tabla 18. Plan de acción: público objetivo.

Público objetivo	
Producción de energía	-Tomadores de decisiones en el ámbito político -AF -Organizaciones de agricultores familiares
Usos industriales	-Productores, industrias, proveedores de tecnología, técnicos, extensionistas, financiadores -Tomadores de decisiones (industria, productores) -Productores -Industria -Beneficiarios -Productores e industria
Usos agronómicos	-AF Grupos 1 y 2

Tabla 19. Plan de acción: equipo necesario.

Equipo necesario	
Producción de energía	-Materiales para la fabricación de biomasa -Infraestructura o planta
Usos industriales	-Activos e intangibles -Maquinaria y tecnología especializada
Usos agronómicos	-Equipo I+D: interdisciplinario, interinstitucional, contraparte local, productores -Entidades: mipymes, controles, salud, regulación -Apoyo

Tabla 20. Plan de acción: riesgos.

Riesgos	
Producción de energía	<ul style="list-style-type: none"> -Variabilidad de la producción de biomasa -Cambios en la voluntad política -Variaciones en las condiciones de mercado
Usos industriales	<ul style="list-style-type: none"> -Poco interés mostrado por los productores o la industria -Rendimiento de la tecnología -Volumen/cantidad del producto -Tecnología poco rentable -Marco legal débil -Variación en las políticas -Discapacidad en los mercados -Efectos inesperados -Efectos de mercado
Usos agronómicos	<ul style="list-style-type: none"> -Cambios a corto plazo no percibidos por el productor, por lo que este rechaza la tecnología

Tabla 21. Plan de acción: indicadores clave de rendimiento (KPI).

KPI	
Producción de energía	<ul style="list-style-type: none"> -% del volumen de los residuos que se aprovecha -Número de familias con biodigestores en funcionamiento -Mejores ingresos
Usos industriales	<ul style="list-style-type: none"> -Cantidad positiva de residuos procesados -Número de productores beneficiados -Cantidad de industrias que utilizan bioinsumos -Reducción de GEI en +CO₂e -Base de datos
Usos agronómicos	<ul style="list-style-type: none"> -Índice de aceptación de la tecnología -% de reducción en los costos de los agroquímicos -Índice de calidad de vida del agricultor y su familia: salud, educación, nutrición

Tabla 22. Plan de acción: mensajes clave en la comunicación a la administración.

Mensajes clave en la comunicación a la administración	
Producción de energía	-Estrategia de comunicación con respecto a la idea del proyecto
Usos industriales	Sin comentarios
Usos agronómicos	-Mayor atención a la AF, por representar el 80 % de la producción de alimentos

Tabla 23. Plan de acción: mensajes clave en la comunicación al agricultor familiar.

Mensajes clave en la comunicación al agricultor familiar	
Producción de energía	-Capacitación -Construcción colectiva -Sostenibilidad
Usos industriales	Sin comentarios
Usos agronómicos	-Un mejor planeta para las futuras generaciones -Consideración de la mayoría de los desechos de la finca como valorizable y generadora de beneficios: aumento del valor agregado -Aprovechamiento de las oportunidades que ofrece la bioeconomía

Figura 29. Planificación temporal para la adopción de estrategias de producción de energía.

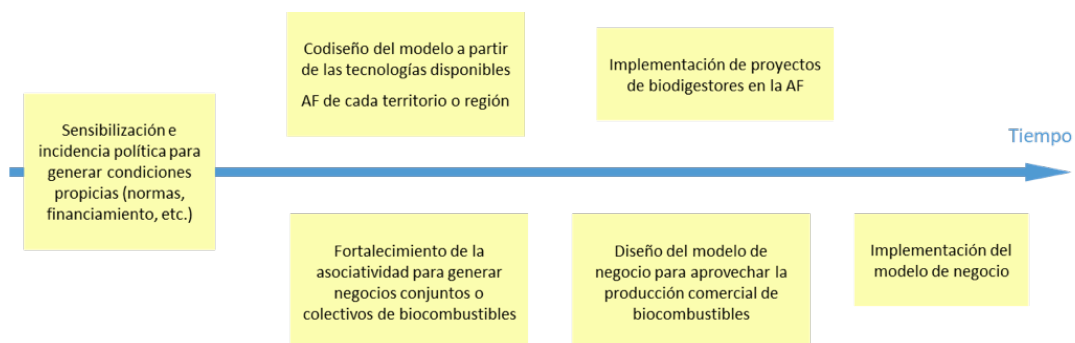


Figura 30. Planificación temporal para la adopción de estrategias de producción de energía.

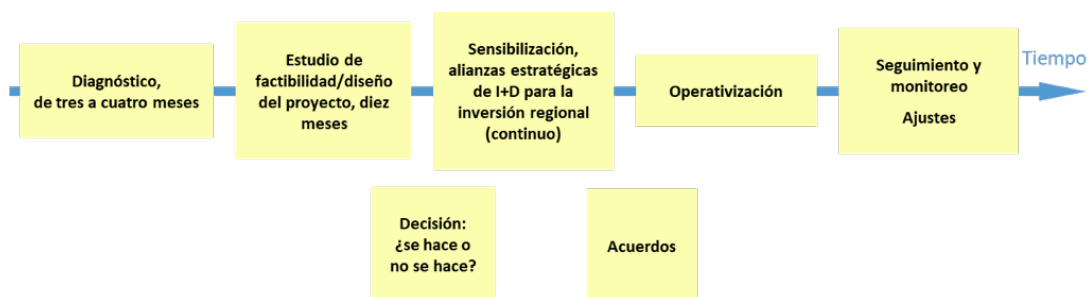
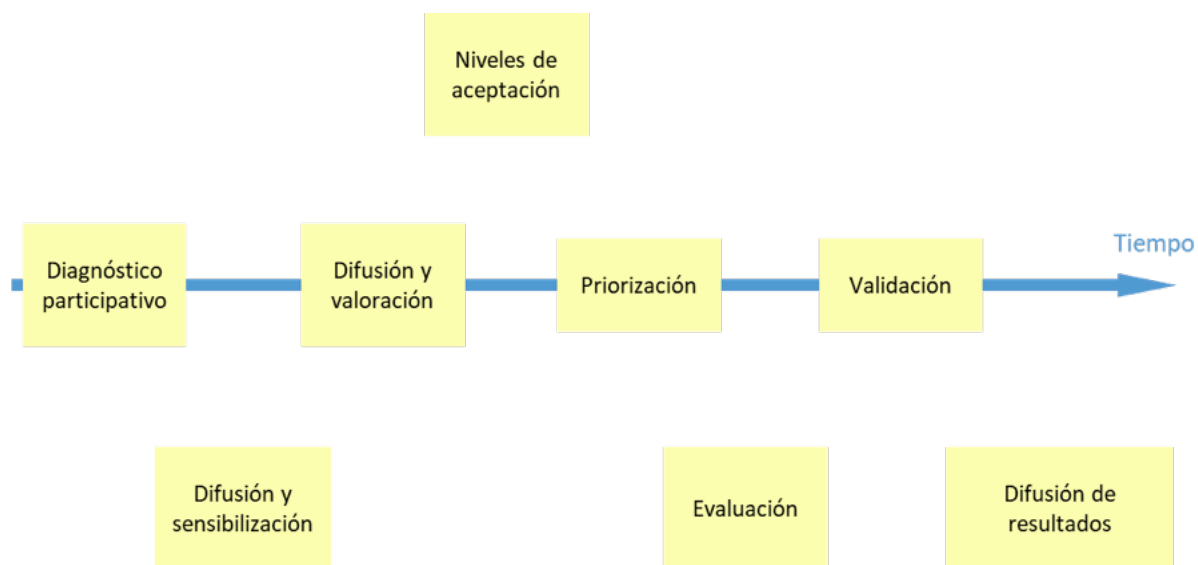


Figura 31. Planificación temporal para la adopción de estrategias de producción de energía.

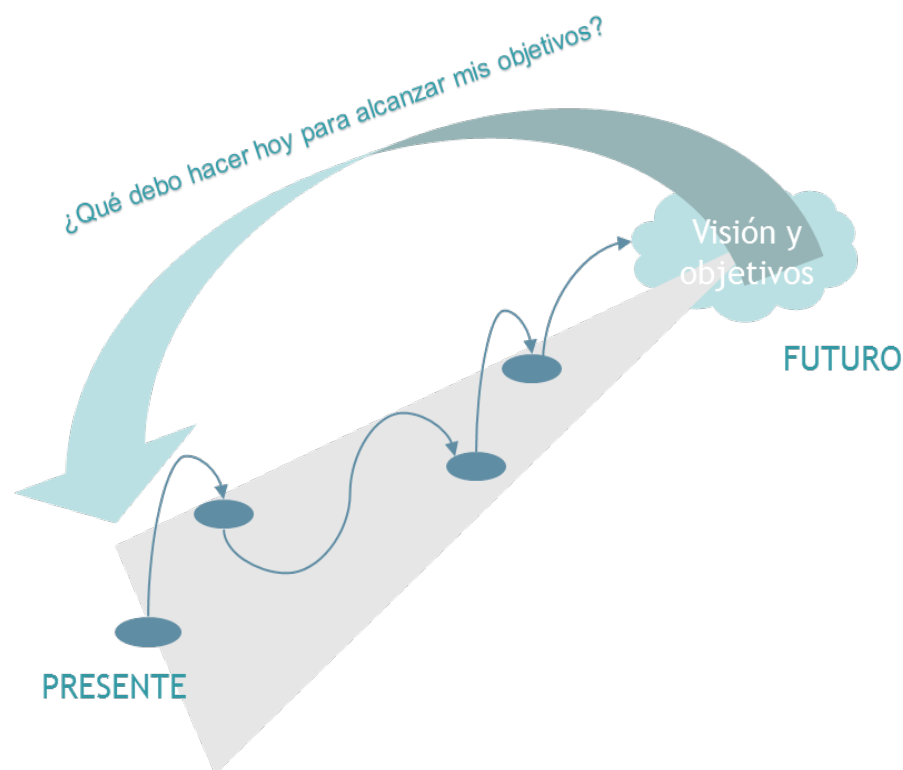


En estos tres planes se plantea un cambio dirigido a incrementar las oportunidades de negocio de la AF, diversificando la oferta productiva, generando nuevos ingresos y variando los ingresos actuales. En general, las acciones propuestas comienzan con un **diagnóstico** de la situación actual y la cantidad de residuos, entre otros aspectos, y continúan con la **sensibilización y la capacitación, la revisión de la oferta tecnológica y la implantación** en los planos regional y nacional. Cabe mencionar los riesgos identificados, en los que el poco interés mostrado por los productores resulta clave, así como la cantidad y la variabilidad del producto.

6.2 Visión de la bioeconomía en ALC a corto, mediano y largo plazos

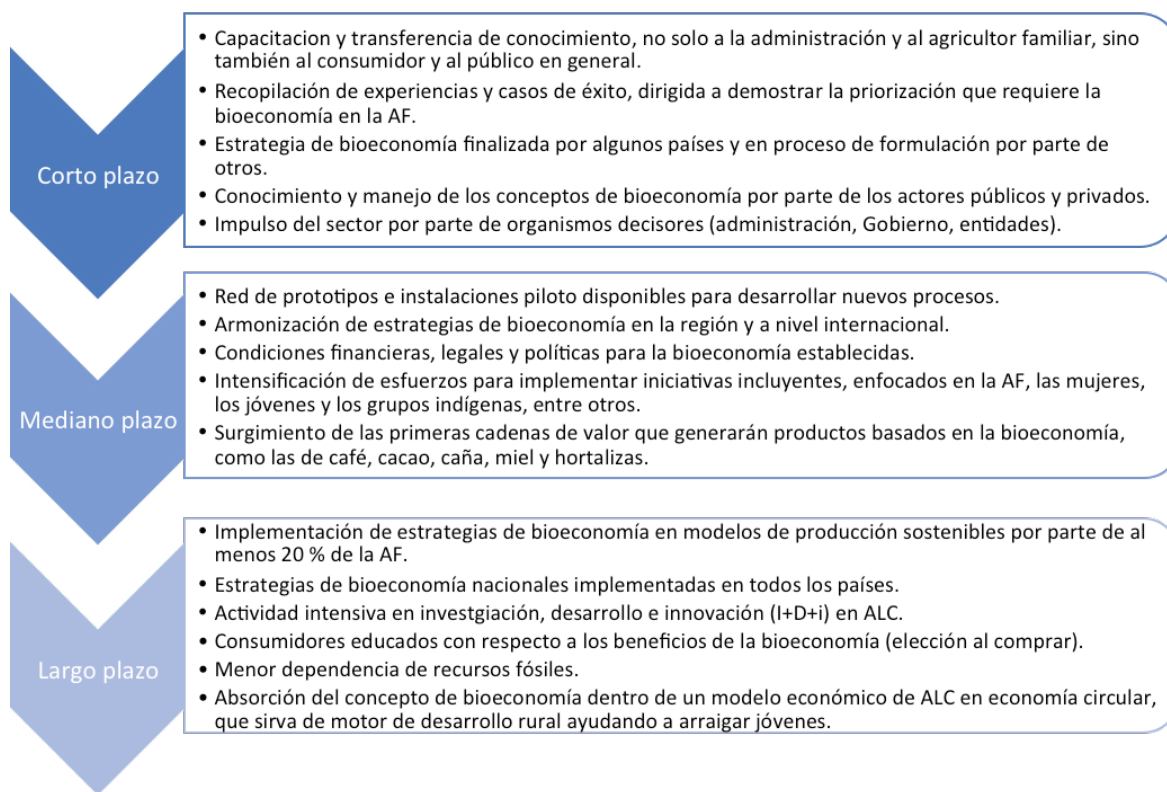
Entre las diferentes metodologías para el desarrollo de estrategias conducentes a un cambio, se seleccionó la denominada *backcasting* como la más adecuada para el estudio. Según dicha metodología, el primer paso es un ejercicio donde se identifican la visión y los objetivos en un futuro con un horizonte temporal definido. A partir de ahí, se definen las acciones necesarias para conseguir esa visión y objetivos (véase la figura 32). El ejemplo más famoso es el caso de John F. Kennedy, quien en 1962 afirmó que su objetivo era “Colocar a un hombre en la Luna antes de que termine la década de los sesenta” (NASA, 1961). Este hecho puso en marcha una serie de mecanismos y acciones que finalmente permitieron el cumplimiento de dicho objetivo.

Figura 32. Metodología backcasting para la planificación estratégica.



Durante el taller se pidió a los asistentes que proporcionasen su punto de vista en cuanto a la visión y los objetivos de la bioeconomía para ALC en el corto (de dos a tres años), mediano (cinco años) y largo (de diez a doce años) plazos. En la figura 33 se presentan los principales aspectos considerados y, en el anexo I, la información completa.

Figura 33. Visión y objetivos de la bioeconomía para ALC en los corto, mediano y largo plazos.



Toda esta información y expectativas permiten volver al presente y plantear los pasos y las estrategias necesarias para poder cumplir con la visión y los objetivos presentados, los cuales se reflejan en la siguiente hoja de ruta.

6.3 Hoja de ruta para facilitar el aprovechamiento de las tecnologías identificadas por la AF en ALC

Mediante el análisis de la información de la sección anterior, se puede concluir que las principales áreas de acción para promover la adopción de estrategias de bioeconomía en beneficio de la AF en ALC son: (1) sensibilización y capacitación, (2) desarrollo e implementación de estrategias nacionales, (3) definición y articulación de mecanismos de apoyo legales, técnicos y financieros y (4) creación y transferencia del conocimiento. Asimismo, se concluye que será preciso **involucrar a todos los actores**, más allá de la administración pública y la AF, es decir, la universidad, centros de extensionismo, proveedores tecnológicos, transformadores, operadores logísticos, ONG y la sociedad en general, a fin de fomentar procesos de innovación en los que todos ellos tienen un papel significativo que desempeñar para la implementación de estas tecnologías en el campo. De esta forma, se podrá lograr un modelo sostenible e inclusivo, construido sobre el modelo de la cuádruple hélice (Cavallini *et al.* 2016).

Otro de los aspectos clave por considerar en la elaboración de lineamientos y la hoja de ruta es la **heterogeneidad de ALC**, no solo en cuanto a cultivos, contexto político, desarrollo regional y variabilidad en los servicios de extensionismo, sino también con respecto al grado de madurez de las estrategias de bioeconomía. Esto dificulta la elaboración de una solución única, capaz de satisfacer necesidades muy diferentes. De nuevo, en los procesos de fomento a la innovación se requiere un conocimiento claro y profundo del contexto en el cual ocurren, que incluye el ambiente económico, político y social. Además, en estos procesos conviene contar con un facilitador, que puede ser una institución que apoye y guíe la plataforma de innovación.

En este informe se propone una hoja de ruta hacia un cambio secuencial de modelo para implementar estrategias de bioeconomía, por lo que cada región puede construir su propia plataforma y escoger su propio punto de partida,

según su estado de madurez. Asimismo, el hecho de plantear la hoja de ruta utilizando un concepto modular permite el desarrollo independiente de cada una de las fases a implementar por regiones.

Figura 34. Fases propuestas para facilitar el aprovechamiento de las tecnologías identificadas por la AF en ALC.



A esta hoja de ruta se puede agregar una **herramienta de autodiagnóstico**, que permita a las regiones identificar su punto de partida de acuerdo con su potencial, necesidades y carencias, así como los siguientes pasos por dar. Como información complementaria y en apoyo a la toma de decisiones, la herramienta proporcionaría información cualitativa acerca de los recursos requeridos en cada fase.

Es importante destacar que, como paso previo a la implementación de esta hoja de ruta, se debe realizar una labor de sensibilización con los organismos supranacionales y sus representantes en la Región, incluidos aquellos con posibilidad de financiar estas experiencias, como el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), el Banco Mundial, el Banco de Desarrollo de América Latina y el Banco Centroamericano de Integración Económica. Igualmente, será necesario llevar a cabo esta labor con los políticos de los que depende la toma de decisiones. El objetivo es **concienciarlos sobre la necesidad de invertir y dirigir sus políticas públicas de apoyo al desarrollo hacia la bioeconomía**, debido al papel que esta puede desempeñar en el cambio y la evolución de los modelos productivos de la Región, maximizando el crecimiento regional y la sostenibilidad ambiental. El IICA ya inició esta tarea; sin embargo, aún queda mucho por hacer. Una vez que la bioeconomía figure en las agendas y políticas de los organismos y grupos políticos a cargo de la toma de decisiones, se podrá implementar una hoja de ruta como la que se propone a continuación.

Se presenta a modo de conclusión un cuadro resumen de la hoja de ruta, donde se detallan las diferentes acciones propuestas para cada fase y grupo de actores, las cuales se explican a continuación (tabla 24).

Tabla 24. Hoja de ruta para facilitar el aprovechamiento de las tecnologías identificadas por la AF en ALC.

	Sensibilización al cambio	Capacitación	Planificación estratégica	Creación del marco necesario	Implantación
 Gobierno	<ul style="list-style-type: none"> Acciones de concienciación: <u>bioeconomía</u> para el crecimiento regional 	<ul style="list-style-type: none"> Promoción, articulación, evaluación y seguimiento de proyectos de <u>bioeconomía</u> 	<ul style="list-style-type: none"> Estrategia nacional de <u>bioeconomía</u> Inventario de recursos disponibles (cantidad de residuos valorizables) 	<ul style="list-style-type: none"> Marco legal Marco financiero Definición de instrumentos de apoyo 	<ul style="list-style-type: none"> Apoyo a la construcción de cadenas de valor, la <u>clustering</u> y el cooperativismo Puesta en marcha del marco creado
 Mipymes y gran empresa	<ul style="list-style-type: none"> Acciones de concienciación: <u>bioeconomía</u> para un negocio más competitivo 	<ul style="list-style-type: none"> Conocimiento tecnológico 	<ul style="list-style-type: none"> Planificación de la unidad productiva en la AF 	<ul style="list-style-type: none"> Creación de relaciones comerciales con otros actores 	<ul style="list-style-type: none"> Primeros pasos en la adopción de tecnologías
 Academia	<ul style="list-style-type: none"> Acciones de concienciación: <u>bioeconomía</u> como tendencia tecnológica 	<ul style="list-style-type: none"> Tendencias en <u>bioeconomía</u> 	<ul style="list-style-type: none"> Desarrollo de planes de I+D Revisión de líneas de investigación 	<ul style="list-style-type: none"> Inventario de plantas piloto e instalaciones de <u>prototipado</u> 	<ul style="list-style-type: none"> Transferencia de conocimiento
 Sociedad	<ul style="list-style-type: none"> Acciones de concienciación: ¿en qué mejora mi vida la <u>bioeconomía</u>? 	<ul style="list-style-type: none"> Motivación y empoderamiento para la toma de decisiones 	<ul style="list-style-type: none"> Procesos participativos 	<ul style="list-style-type: none"> Concienciación frente al cambio ocurrido 	<ul style="list-style-type: none"> Elección de productos elaborados usando estrategias de <u>bioeconomía</u>

En la fase de **sensibilización al cambio** será preciso trabajar con los cuatro grupos de actores identificados en el modelo de la cuádruple hélice para explicarles qué es la bioeconomía y cómo esta puede ayudar a cada uno de ellos en su vida diaria. Dentro de la sociedad no solo se considera a los consumidores, sino también a las entidades de financiamiento privadas, que también tomarán parte en la hoja de ruta.

Durante la **capacitación** se profundizaría en el concepto. Con los organismos públicos se formaría a su personal para promover, evaluar y dar seguimiento a proyectos de bioeconomía. Con el sector privado se llevarían a cabo actividades de capacitación de carácter técnico, presentando casos de éxito y tecnologías ya establecidas. Con la academia sería preciso formarla en las tendencias del sector. Con el público en general, como consumidor, los esfuerzos se centrarían en acciones de motivación y empoderamiento para realizar una mejor toma de decisiones en cuanto a los productos por adquirir.

La fase de **planificación estratégica** es el nodo central de la hoja de ruta. Los gobiernos tendrían que introducir la bioeconomía en sus planificaciones a corto, mediano y largo plazos. En este punto es importante reflexionar sobre la participación de los ministerios de Ambiente en este tipo de actividades relacionadas con la tecnología. En ALC, con muy pocas excepciones, los temas agrícolas son poco consultados con dichos ministerios, por lo que se debería promover el diálogo entre los ministerios de Ambiente y Agricultura para alinear esfuerzos y maximizar resultados. Dentro del sector privado, sería necesario un trabajo intenso con la AF para ayudarlo a replanificar la unidad productiva, centrando esfuerzos en aspectos organizativos y de negocio. Tanto la academia como las instituciones de investigación públicas y privadas de sectores agrícolas y similares deberían revisar sus planes de investigación y desarrollo (I+D), a fin de alinear sus actividades con el marco de ciencia y tecnología de la bioeconomía. Finalmente, debería involucrarse al público en general en todas estas acciones de planificación, por medio de procesos participativos, ya que, como consumidores, tienen el poder de decisión sobre cuáles productos adquirir.

Durante la **creación del marco** para la promoción y la adopción de estrategias de bioeconomía, los gobiernos deberán desarrollar todos los aspectos legales, como la regulación, y los financieros, como los instrumentos de financiamiento, articulando los servicios de apoyo necesarios. Dentro del sector privado, será preciso que los agricultores familiares establezcan relaciones comerciales y de negocio con otros actores, así como que introduzcan los cambios organizacionales planificados en la etapa anterior, lo que requiere de organización y capacitación. En el caso del sector académico y los centros de investigación, se debe contar con infraestructura necesaria para plantas piloto, prototipado y otras actividades para probar y poner a punto las tecnologías. En esta fase se debe involucrar al público, a través de procesos participativos, informándoles de los cambios producidos a nivel general. A lo largo de esta fase, así como de la de implementación, es importante habilitar mecanismos de apoyo en el ámbito local, de tal forma que el respaldo se pueda prestar de manera descentralizada y adecuada a las necesidades de la AF.

La última fase es la **implementación** de las estrategias de valorización basadas en la bioeconomía. Por parte de los gobiernos, sería necesario promover y apoyar la creación de cadenas de valor, así como la clusterización y el cooperativismo de los agricultores familiares. Estos comenzarían a implementar poco a poco las soluciones de aprovechamiento. La academia empezaría a realizar acciones de transferencia de conocimiento y a desarrollar nuevas tecnologías y procesos, según los planes de I+D desarrollados, mientras que la sociedad podría comenzar a realizar elecciones de productos que han sido fabricados aplicando estrategias de bioeconomía.

BIBLIOGRAFÍA

- Adaptado de CENET, 1.º Taller de Sistematización, PESA Honduras y Sistema de Extensión Lempira (SEL), 2003.
- Aguilar Rivera, N. 2014. Biorrefinería de la caña de azúcar en México en el siglo XXI (en línea). *Ulúa* (23)181-204. Consultado 16 ene. 2020. Disponible en <http://ulua.uv.mx/index.php/ulua/article/viewFile/1168/2130>.
- Aguilar-Rivera, N; Alejandre-Rosas, J; Espinosa-López, R. 2015. Evaluación EMERGY y LCA en la agroindustria azucarera de Veracruz, México (en línea). *Cultivos Tropicales* 36(4)144-157. Consultado 17 dic. 2019. Disponible en <http://scielo.sld.cu/pdf/ctr/v36n4/ctr20415.pdf>.
- Allen, B; Nanni, S; Schweitzer, JP; Baldock, D; Watkins, E; Bowyer, C; Withana, S. International review of bio-economy strategies with a focus on waste resources (en línea). IEEP, Londres. Consultado 5 ene. 2020. Disponible https://ieep.eu/uploads/articles/attachments/4c69ea28-141f-491d-a504-03249c0f5797/IEEP_2015_International_review_of_Bio-economy_Strategies_with_a_focus_on_waste_resources.pdf?v=63664509900.
- Azócar, L. 2017. Chile: aumenta el uso de pellet (en línea). *Bioenergy International*. Consultado 10 dic. 2019. Disponible en <https://bioenergyinternational.es/chile-aumenta-el-uso-de-pellet/>.
- Ballardo, C; Abraham, J; Barrera, R; Artola, A; Gea, T; Sánchez, A. 2016. Valorization of soy waste through SSF for the production of compost enriched with *Bacillus thuringiensis* with biopesticide properties. *Journal of Environmental Management* (169,3)126-13.
- Benítez, R. 2016. Pérdidas y desperdicios de alimentos en América Latina y el Caribe (en línea). FAO. Consultado 5 ene 2020. Disponible en <http://www.fao.org/americas/noticias/ver/es/c/239393/>.
- BID (Banco Interamericano de Desarrollo, Estados Unidos de América). 2014. La próxima despensa global: cómo América Latina puede alimentar al mundo (en línea). Consultado 4 dic. 2019. Disponible en <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/La-pr%C3%B3xima-despensa-global-C%C3%B3mo-Am%C3%A9rica-Latina-puede-alimentar-al-mundo-Un-llamado-a-la-acci%C3%B3n-para-afrontar-desaf%C3%ADos-y-generar-soluciones.pdf>.
- Borromeo, L. 2014. Hilando leche agria en fibras sedosas (en línea). *The Guardian*. Consultado 22 dic. 2019. Disponible en <https://www.theguardian.com/sustainable-business/sour-milk-fibres-textiles-qmilk>.
- Cavallini, S; Soldi, R; Friedl, J; Volpe, M. 2016. Using the quadruple helix approach to accelerate the transfer of research and innovation results to regional growth (en línea). UE. Consultado 5 jun. 2020. Disponible en <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/6e54c161-36a9-11e6-a825-01aa75ed71a1>.
- CE (Comisión Europea, Bélgica). 2008. Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 19 de noviembre de 2008 sobre los residuos y por la que se derogan determinadas Directivas (en línea). Consultado 20 may. 2020. Disponible en <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32008L0098&from=EN>.
- CE (Comisión Europea, Bélgica). 2018. Una bioeconomía sostenible para Europa: consolidar la conexión entre la economía, la sociedad y el medio ambiente (en línea). Consultado 3 jun. 2020. Disponible en <https://ec.europa.eu/transparency/regdoc/rep/1/2018/ES/COM-2018-673-F1-ES-MAIN-PART-1.PDF>.
- CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe, Chile). 2019a. Panorama social de América Latina 2018 (en línea). Consultado 11 abr. 2020. Disponible en https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/44395/1/S1900051_es.pdf.
- CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe, Chile). 2019b. Panorama social de América Latina 2019 (en línea). Consultado 11 abr. 2020. Disponible en https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/44969/5/S1901133_es.pdf.
- Chohan, N; Aruwajoye, G; Sewsynker-Sukai, Y; Gueguim Kana, E. 2020. *Renewable Energy* (146)1031-1040.
- Consejo Alemán de Bioeconomía. 2019. Países asiáticos: fuertes hojas de ruta hacia la bioeconomía (en línea). Consultado 5 dic. 2019. Disponible en <https://biooekonomierat.de/en/news/asia-on-its-way-to-bioeconomy/>.
- Don Simon. s. f. La planta de García Carrión de Huelva (en línea). Consultado 20 abr. 2020. Disponible en <http://www.garciacarrion.es/es/donsimon/planta-detalle/planta-degarcia-carrion-de-huelva>.
- EcoInventos. 2019. Un joven mexicano crea bioplástico a partir de semillas de aguacate (en línea). Consultado 6 jun. 2020. Disponible en <https://ecoinventos.com/bioplastico-hueso-aguacate/>.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Chile). 2014. Agricultura familiar en América Latina y el Caribe: recomendaciones de política (en línea). Consultado 12 may 2020. Disponible en <http://www.fao.org/3/i3788s/i3788s.pdf>.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Italia). 2019. Bioeconomía (en línea). Consultado 5 dic. 2019. Disponible en <http://www.fao.org/climate-change/our-work/issues/bioeconomy/es/>.
- Guo, M; Song, W. 2019. The growing U.S. bioeconomy: drivers, development and constraints. *New Biotechnology* (49)48-57.

- IEA Bioenergy. 2019. Technical, economic and environmental assessment of biorefinery concepts: developing a practical approach for characterisation (en línea). Consultado 5 dic. 2019. Disponible en https://www.ieabioenergy.com/wp-content/uploads/2019/07/TEE_assessment_report_final_20190704-1.pdf.
- IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, Costa Rica). 2019a. Producción basada en bioeconomía puede impulsar el desarrollo económico sostenible en América Latina y el Caribe (en línea). Consultado 5 dic. 2019. Disponible en <https://www.iica.int/es/prensa/noticias/producci%C3%B3n-basada-en-bioeconom%C3%ADa-puede-impulsar-el-desarrollo-econ%C3%B3mico-sostenible>.
- IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, Costa Rica). 2019b. Programa de Bioeconomía y Desarrollo Productivo (en línea). Consultado 5 dic. 2019. Disponible en file:///C:/Users/Olga/Downloads/BVE19040201e.pdf.
- IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, Costa Rica). 2019c. Programa de Desarrollo Territorial y Agricultura Familiar (en línea). Consultado 31 mar. 2020. Disponible en file:///C:/Users/Olga/Downloads/BVE19040250e.pdf.
- Íñarra, B; Bald, C; David San Martín, MO; Cebrián, M; Zufia, J. 2018. Guía de valorización de subproductos de la acuicultura (en línea). AZTI. Consultado 13 mar. 2020. Disponible en https://www.azti.es/wp-content/uploads/2018/12/AZTI_guia_VALACUI101218online.pdf.
- Lugones, GE; Gutti, P; Le Clech, N. 2007. Indicadores de capacidades tecnológicas en América Latina (en línea). CEPAL. Consultado 31 mar. 2020. Disponible en https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/5014/1/S0700876_es.pdf.
- National Aeronautics and Space Administration. The Decision to Go to the Moon: President John F. Kennedy's May 25, 1961 Speech before a Joint Session of Congress. Consultado 13 Jul. 2020. Disponible en <https://history.nasa.gov/moondec.html>
- Nor, M; Ramchandran, L; Duke, M; Vasiljevic, T. 2018. Performance of a two-stage membrane system for bromelain separation from pineapple waste mixture as impacted by enzymatic pretreatment and diafiltration. Food Technology and Biotechnology 56(2)218-227.
- Noticias Parlamento Europeo. 2018. Economía circular: definición, importancia y beneficios (en línea). Consultado 3 feb. 2020. Disponible en <https://www.europarl.europa.eu/news/es/headlines/economy/20151201STO05603/economia-circular-definicion-importancia-y-beneficios>.
- Novis WasteValorization. 2019. Projects (en línea). Consultado 30 mar. 2020. Disponible en <https://www.novis.me/english-1/company-profile/projects/>.
- OESA (Observatorio Español de Acuicultura); Fundación Biodiversidad, España. 2017. Guía de minimización de subproductos y residuos de la acuicultura. Fundación Biodiversidad, Madrid. Consultado 5 dic. 2019. Disponible en https://www.observatorio-acuicultura.es/sites/default/files/images/adjuntos/libros/guia_minimizacion_residuos_acuicultura_web.pdf.
- Pacovis. 2019. Envasado de alimentos (en línea). Consultado 10 abr. 2020. Disponible en <https://www.pacovis.ch/EN/food-packaging/products/the-brand-naturesse/the-products>.
- Rodríguez, A; Mondaini, A; Hitschfeld, M. 2017. Bioeconomía en América Latina y el Caribe: contexto global y regional y perspectivas (en línea). CEPAL. Consultado 5 dic. 2019. Disponible en <https://www.cepal.org/es/publicaciones/42427-bioeconomia-america-latina-caribe-contexto-global-regional-perspectivas>.
- Ruiz-Valencia, A; Benmeazine, D; Pen, N; Petit, E; Bonniol, V; Belleville, M; Paolucci, D; Sanchez-Marcano, J; Soussan, L. 2019. CO2 valorization by a new microbiological process. Catalysis Today.
- Scialabba, N. 2015. Food wasteage footprint & climate change. FAO.
- Tarrés, Q; Espinosa, E; Domínguez-Robles, J; Rodríguez, A; Mutjé, P; Delgado-Aguilar, M. 2017. The suitability of banana leaf residue as raw material for the production of high lignin content micro/nano fibers: from residue to value-added products. Industrial Crops and Products (99)27-33.

ANEXO I. Resultados del Taller Tecnologías para la Bioeconomía y sus Posibilidades de Aprovechamiento para la Agricultura Familiar en América Latina y el Caribe.

Se presentaron opciones de valorización de residuos en formato A2 (alimentación animal, bioproductos, consumo humano, producción de energía, usos agronómicos, usos industriales) y, por mesas de trabajo, los participantes fueron asignando variables críticas que favorecen (arriba del A2) y limitan (abajo del A2) su adopción. A continuación, aparecen las imágenes con los resultados de la actividad:

Figura 35. Variables favorables (arriba) y críticas (abajo) correspondientes a cada opción de valoración, expuestas por los participantes en el taller.

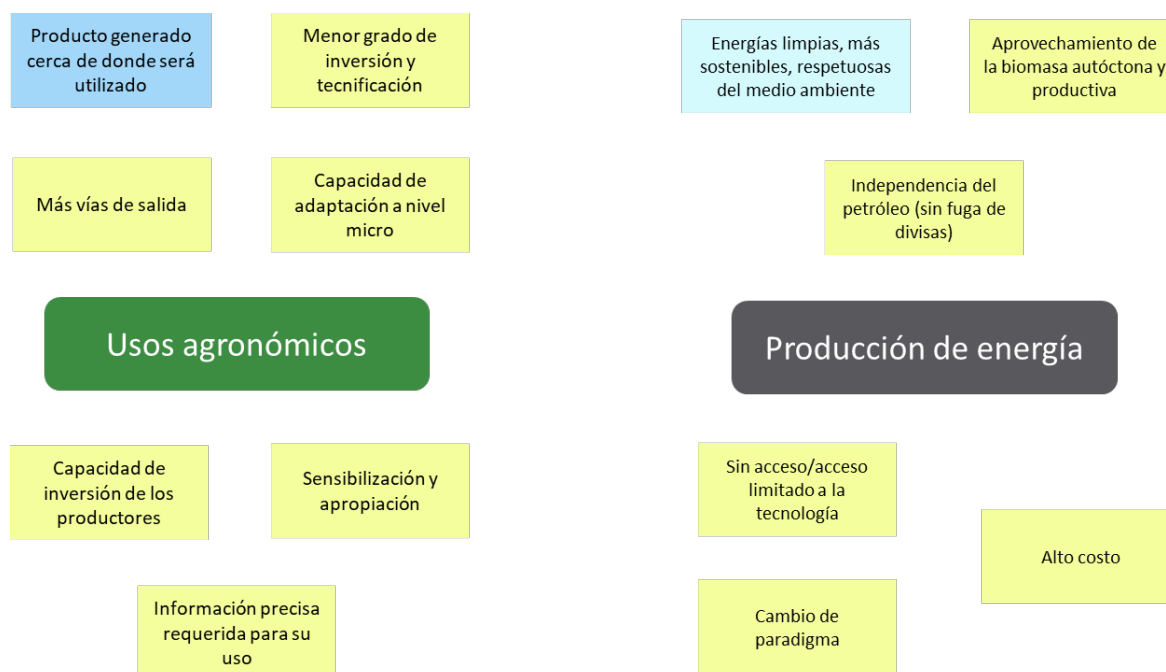


Figura 36. Variables favorables (arriba) y críticas (abajo) correspondientes a cada opción de valoración, expuestas por los participantes en el taller.

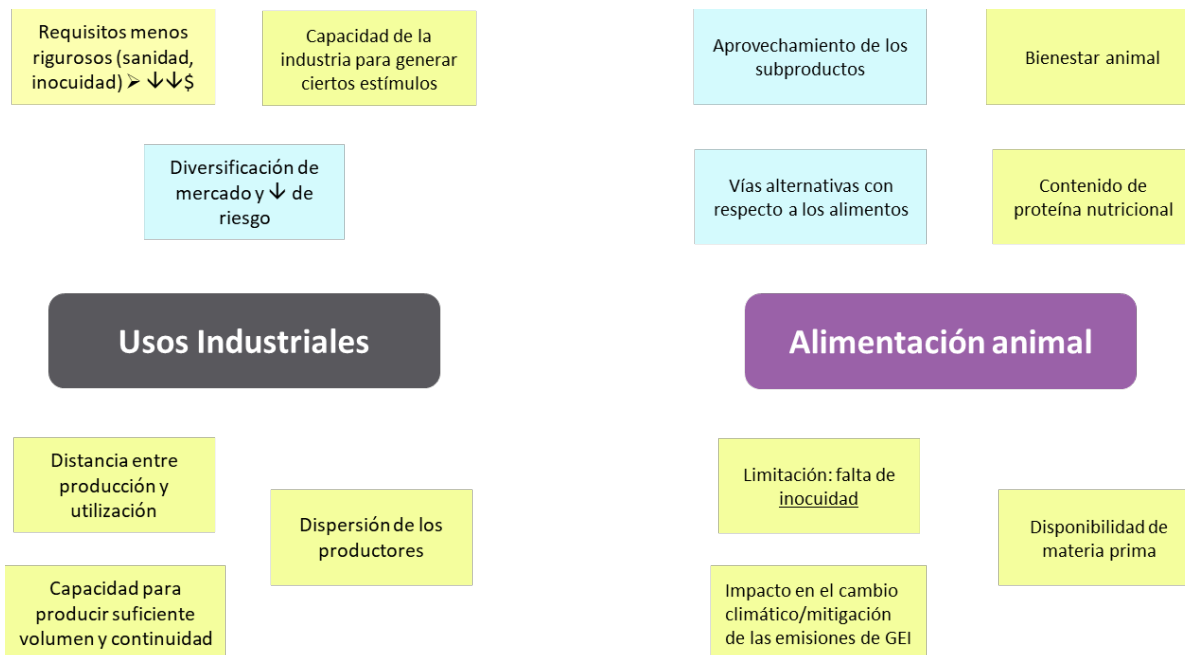
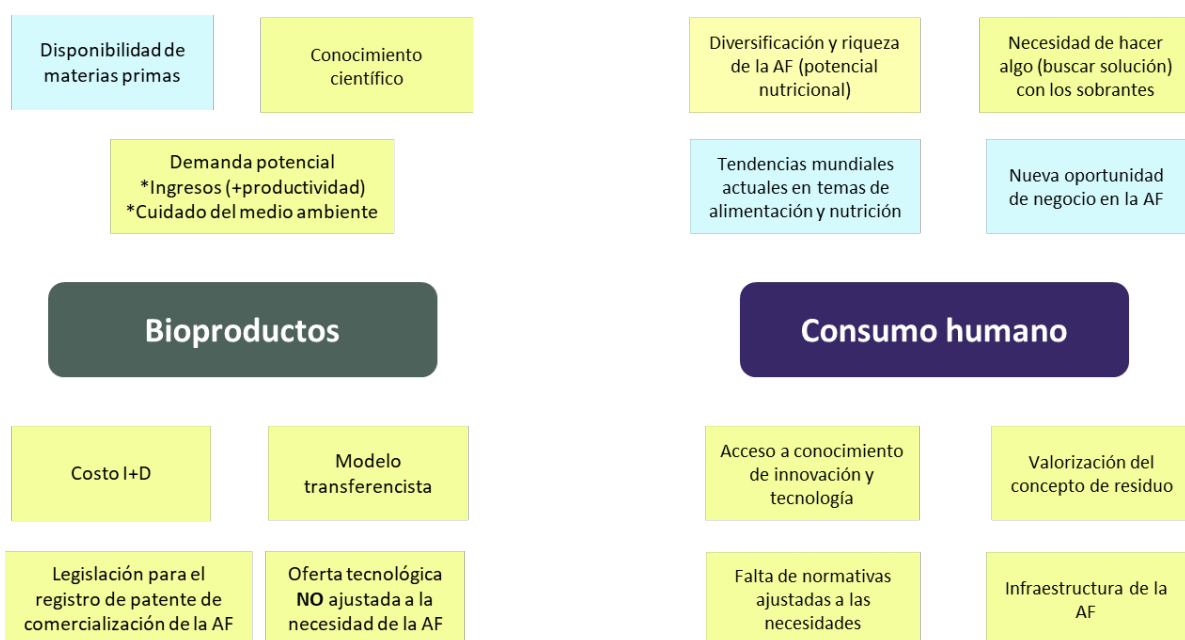


Figura 37. Variables favorables (arriba) y críticas (abajo) correspondientes a cada opción de valoración, expuestas por los participantes en el taller.



Sobre el IICA

El Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) es el organismo especializado en agricultura del Sistema Interamericano, que apoya los esfuerzos de los Estados Miembros para lograr el desarrollo agrícola y el bienestar rural. El IICA brinda cooperación mediante el trabajo cercano y permanente con sus 34 países miembros. Sus objetivos estratégicos, que ordenan y sistematizan las estrategias de desarrollo de los países y, consecuentemente, las acciones de cooperación técnica del Instituto, son los siguientes: (1) aumentar las contribuciones del sector agropecuario al crecimiento económico y al desarrollo sostenible, (2) contribuir al bienestar de todos los habitantes en los territorios rurales, (3) mejorar el comercio internacional y regional de los países de la región y (4) aumentar la resiliencia de los territorios rurales y los sistemas agroalimentarios a los eventos extremos. Los cinco programas hemisféricos de cooperación técnica son: (1) Bioeconomía y Desarrollo Productivo, (2) Desarrollo Territorial y Agricultura Familiar, (3) Comercio Internacional e Integración Regional, (4) Cambio Climático, Recursos Naturales y Gestión de Riesgos Productivos y (5) Sanidad Agropecuaria, Inocuidad y Calidad de los Alimentos. Adicionalmente, hay dos ejes transversales que son componentes esenciales del trabajo que desarrollan los cinco programas: (1) género y juventud, e (2) innovación y tecnología.

Sobre el FONTAGRO

El Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria (FONTAGRO) es un fondo único para apoyar la cooperación técnica en investigación agrícola entre países de América Latina, el Caribe y España, que promueve la competitividad y la seguridad alimentaria. Sus iniciativas fomentan la inversión en investigación, desarrollo e innovación en el sector agroalimentario, por medio de la creación de ecosistemas institucionales público-privados en el formato de plataformas regionales de más de dos países. Los países miembros de FONTAGRO son Argentina, Bolivia, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, España, Honduras, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, República Dominicana, Uruguay y Venezuela. El Consejo Directivo está formado por las autoridades de los institutos nacionales de investigación agrícola de los países miembros. A la fecha, FONTAGRO ha apoyado a 160 plataformas de investigación e innovación, con 230 instituciones públicas y privadas en 29 países, movilizándolo USD 122.2 millones.

Sobre la CTA

La Corporación Tecnológica de Andalucía (CTA) es una fundación privada promovida por la Junta de Andalucía, gobierno regional en España, con el objeto de potenciar la investigación aplicada, generar proyectos empresariales innovadores e integrar empresas con objetivos tecnológicos similares, liderando así el proceso de transformación de la región española de Andalucía hacia un perfil económico de mayor valor añadido. Agrupa, por tanto, a investigadores y centros de investigación, a las empresas con vocación innovadora, a entidades financieras y a la Administración Pública, formando una alianza estratégica por la innovación, la investigación y el desarrollo. A efectos operativos, las actividades de CTA giran en torno a los siguientes sectores estratégicos que acogen y distribuyen, a modo de paraguas, la práctica totalidad de campos de conocimiento y actividad científica y técnica: aeroespacial y procesos productivos, agroalimentario, biotecnología, edificación y obra civil, energía y medio ambiente, ocio y turismo y tecnologías de la información y la comunicación.

