

SISTEMATIZACIÓN DE LA EXPERIENCIA DE LOS SUBPROYECTOS DE ECONOMÍA CIRCULAR FINANCIADOS POR EL PROGRAMA NACIONAL DE INNOVACIÓN AGRARIA



PERÚ

Ministerio
de Desarrollo Agrario
y Riego



Instituto Nacional de Innovación Agraria

EL PERÚ PRIMERO

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO

Ministro de Agricultura y Riego
Jorge Montenegro Chavesta

Viceministro de Políticas Agrarias
Alberto Maurer Fossa

Viceministro de Desarrollo e Infraestructura Agraria y Riego
Carlos Ynga La Plata

Jefe del Instituto Nacional de Innovación Agraria
Jorge Luis Maicelo Quintana

Directora ejecutiva del PNIA
Blanca Arce Barboza

Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA
Av. La Molina 1981
La Molina, Lima - Perú
(51 1) 240 2100 / 240 2350

Todos los derechos reservados.
Prohibida la reproducción de esta publicación por cualquier medio,
total o parcialmente, sin permiso expreso.

Hecho Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N.º 2020-08137

Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA
Av. La Molina 1981, La Molina, Lima - Perú

Primera edición, octubre 2020

**SISTEMATIZACIÓN DE LA EXPERIENCIA
DE LOS SUBPROYECTOS DE ECONOMÍA
CIRCULAR FINANCIADOS POR EL
PROGRAMA NACIONAL DE INNOVACIÓN
AGRARIA**

Contenido

Presentación -----	7
Resumen ejecutivo -----	8
Capítulo I. Situación de los servicios de innovación agraria en las cadenas productivas y de valor orientadas a la economía circular -----	10
1.1 Importancia nacional de la economía circular -----	11
1.1.1.Necesidad de un enfoque de economía circular-----	11
1.1.2.Dimensionamiento de la economía circular en el sector agropecuario-----	15
1.1.3.Financiamiento de proyectos circulares-----	23
1.2 Principales brechas de innovación agraria -----	27
1.2.1.Pérdida de producción agraria-----	27
1.2.2.Falta de medidas de adaptación al cambio climático-----	28
1.2.3.Altos valores de la huella hídrica en cultivos agrícolas-----	29
1.2.4.Altos niveles de pérdida de alimentos-----	30
1.2.5.Insuficientes instrumentos de política de fomento de la economía circular-----	32
1.3. Análisis de la experiencia de otras agencias de innovación en materia de economía circular -----	34
1.4. Revisión del contexto y principales tendencias de los mercados de servicios de innovación -----	37
1.4.1.Concepto de la economía circular-----	37
1.4.2.Principales tendencias de innovación-----	40
Capítulo II. Intervención del PNIA en el mercado de servicios de innovación agraria -----	45
2.1. Sistematización de las experiencias y resultados de los proyectos vinculados a la economía circular -----	46
2.2. Sistematización de los casos de éxito-----	58
2.2.1. Hongos - 013-2015-EXT: Asociación de productores en negocios ambientales-----	59
2.2.2. Cuyes - 009-2016-SEM: Asociación de agricultores y ganaderos de agro-----	61
2.2.3. Apicultura - 100-2017-EXT: Asociación de apicultores La Rica Miel-----	63
2.2.4. Apicultura - 056-2017-EXT: Asociación de apicultores de los bosques secos del norte peruano-----	65
2.2.5. Hongos - 008-2015-IA: Cooperativa agraria cafetalera La Florida-----	67

Capítulo III. Lecciones aprendidas a partir de la intervención realizada por el PNIA -----	69
3.1.Implementación de los principios de la economía circular -----	70
3.2.Inadecuada gestión de prácticas de la economía circular -----	71
3.3.Generación de subproductos de alto valor agregado -----	71
3.4.Falta de desarrollo y diversificación de mercados-----	72
Capítulo IV. Agenda pendiente para la consolidación del mercado de servicios de innovación de la economía circular -----	73
4.1.Elaboración de instrumentos concursables con un enfoque de economía circular -----	74
4.2.Elaboración de instrumentos de política de fomento de la economía circular en la agricultura-----	74
4.3.Vinculación con el Ministerio del Ambiente -----	74
4.4.Promoción de los espacios de coordinación y articulación en materia de innovación agraria para la economía circular -----	75
4.5.Elaboración de estudios de resultados e impacto de la economía circular en la agricultura peruana -----	76
BIBLIOGRAFÍA. -----	77

Presentación

El Programa Nacional de Innovación Agraria (PNIA) es un programa adscrito al Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), organismo técnico especializado del Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI) y ente rector del Sistema Nacional de Innovación Agraria (SNIA), cuya misión es de liderar la investigación y contribuir a la innovación agraria inclusiva y sostenible en coordinación con los actores del SNIA, para promover el sector productivo con seguridad alimentaria.

El objetivo general del PNIA es contribuir al establecimiento y consolidación de un sistema nacional moderno de ciencia, tecnología e innovación para el desarrollo del sector agrario peruano, que sea descentralizado y plural, y en asociación con el sector privado a través de dos proyectos de inversión pública (PIP), ejecutados con el apoyo financiero del Banco Mundial (BM) y del Banco Interamericano de Desarrollo (BID). Con respecto al PIP1, Consolidación del Sistema Nacional de Innovación Agraria (SNIA), consiste en el afianzamiento del mercado de servicios de innovación, el impulso a la creación de competencias estratégicas de I+D+i (investigación, desarrollo e innovación) y el mejoramiento de las actividades del INIA como ente rector del SNIA. Al respecto, se desarrollaron seis instrumentos de fondos concursables: servicios de extensión, investigación adaptativa, investigación estratégica, empresas semilleras, pasantías nacionales e internacionales, y maestrías internacionales.

Con el fin de gestionar el conocimiento desarrollado durante el PIP1, el PNIA realiza un trabajo continuo de sistematización de experiencias e intervenciones en cadenas de valor. En este sentido, el presente informe corresponde a la sistematización de los subproyectos relacionados con la cadena de valor de la economía circular. En total, los 278 subproyectos vinculados a la economía circular han canalizado una inversión total de más de 85 millones de soles, de los cuales el PNIA ha otorgado más de 67 millones.

A continuación, se realiza un estudio del estado situacional de los servicios de innovación agraria orientados a la economía circular. Se detallan las intervenciones del PNIA, se identifican lecciones aprendidas a partir de dichas intervenciones y se propone una agenda pendiente para la consolidación del mercado de servicios de innovación en la economía circular.

Las intervenciones del PNIA, a través de las cuales se fomenta la demanda por servicios de innovación agraria, permiten cumplir con la visión del sector agricultura y riego al 2020, la cual es “al 2021, el Perú tiene un agro próspero, competitivo, e insertado al mercado nacional e internacional, a través de la productividad y calidad de sus productos agroalimentarios” (INIA, 2020).

Resumen ejecutivo

El objetivo del presente documento es sistematizar las experiencias de los subproyectos de innovación agraria financiados por el PNIA vinculados a la economía circular, a fin de contribuir a la mejora continua del programa y a la consolidación del SNIA.

La importancia de la economía circular recae sobre los límites naturales de la producción económica tradicional de “tomar, hacer, desechar”. En contraste con este modelo no sostenible, la economía circular busca redefinir qué es el crecimiento, con énfasis en los beneficios para toda la sociedad, y tiene por objetivo desvincular la actividad económica del consumo de recursos finitos y eliminar los residuos del sistema desde el diseño (MacArthur, 2015). Cabe recalcar que las exportaciones no tradicionales del Perú son fuertemente dependientes de las agroexportaciones de productos de la bioeconomía, en la cual el país posee ventajas comparativas. En este sentido, la economía circular cobra importancia para garantizar el desarrollo económico sostenible de la agricultura peruana hacia el futuro.

En este contexto, el presente informe contempla la sistematización de 278 subproyectos de la cadena de valor de la economía circular, los cuales han sido financiados por el PNIA. En total, los 278 subproyectos vinculados a la economía circular han canalizado una inversión total de más de 85 millones de soles, de los cuales el PNIA ha otorgado más de 67 millones. En total, 20 775 personas resultaron beneficiarias de los subproyectos financiados por el PNIA, de las cuales 8 782 fueron mujeres.

En el primer capítulo se describe la importancia nacional de la economía circular, la necesidad de un enfoque de economía circular en la agricultura y un dimensionamiento de la economía circular en el sector agropecuario nacional. Asimismo, se detallan las principales brechas de innovación agraria, como la pérdida de producción agraria, la falta de medidas de adaptación al cambio climático, los altos valores de la huella hídrica, altos niveles de pérdida de alimentos e insuficientes instrumentos de política de fomento de la economía circular. Luego se realiza un comparativo de la experiencia de Innóvate Perú (Programa Nacional de Innovación para la Competitividad y Productividad) en materia de apoyo a la economía circular en lo relativo a la innovación agraria. Por último, se realiza una revisión del contexto y concepto de la economía circular, así como una identificación de las principales tendencias de innovación, como la agricultura regenerativa, la agroecología, el tratamiento de aguas residuales, la innovación en bioplásticos y las tendencias del consumidor.

En el segundo capítulo se realiza una sistematización de los 278 subproyectos relacionados con la cadena de la economía circular. Asimismo, se realiza una revisión de cinco casos de éxito de proyectos en la cadena. Los proyectos analizados pertenecen a los concursos de extensión agraria (3), desarrollo de empresas semilleras (1), e investigación adaptativa (1), y se ubican en los departamentos de Lambayeque (3), Pasco (1), y Tacna (1). Sobre la base de esta sistematización de casos de éxito, en el tercer capítulo se formulan las lecciones aprendidas. Finalmente, en el cuarto capítulo se propone una agenda pendiente para la consolidación del mercado de servicios de innovación en la cadena de la economía circular.

El sistema económico tradicional de extraer los recursos naturales, transformarlos y, posteriormente, desecharlos, ha tenido efectos ambientales negativos. Si se ha de garantizar la seguridad alimentaria del futuro, es necesario un replanteamiento de los sistemas de producción hacia modelos de reutilización de residuos y minimización de desechos, en línea con la economía circular.



CAPÍTULO I.

**SITUACIÓN DE LOS SERVICIOS
DE INNOVACIÓN AGRARIA EN
LAS CADENAS PRODUCTIVAS
Y DE VALOR ORIENTADAS A LA
ECONOMÍA CIRCULAR**

1.1

Importancia nacional de la economía circular

1.1.1. NECESIDAD DE UN ENFOQUE DE ECONOMÍA CIRCULAR

El modelo tradicional de la economía, la economía lineal, se viene utilizando en industrias globales desde la Primera Revolución Industrial. Bajo este enfoque, una cadena productiva determinada inicia con la extracción de materia prima, la transformación de esta hacia productos finales, el uso o consumo de dichos productos por parte de los consumidores, y, eventualmente, su desuso y desecho. Entonces, la cadena productiva tradicional extrae recursos en un inicio y los convierte en desechos no aprovechables. Es por ello que al modelo económico lineal se le conoce como el modelo de tomar-hacer-desechar (*take-make-dispose*), el cual se puede observar en la figura 1.

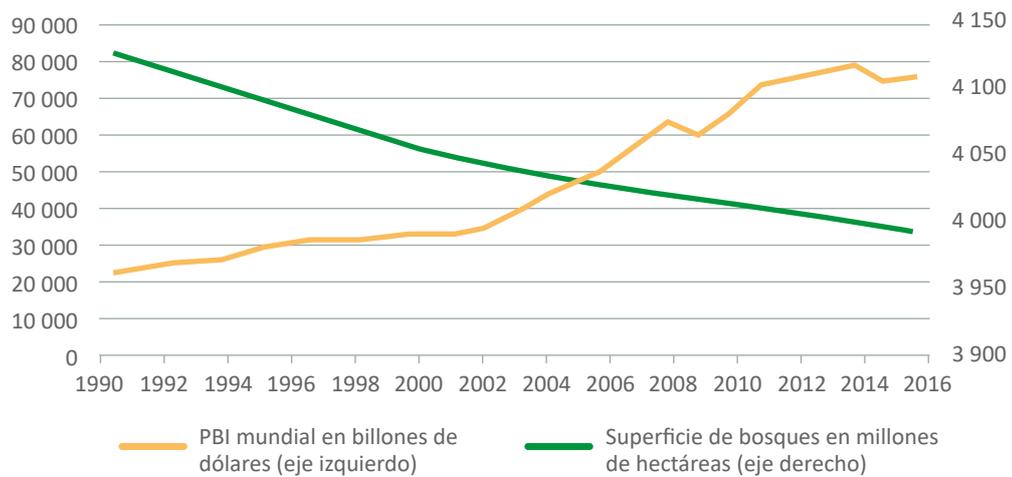
Figura 1. Modelo de la economía lineal



Fuente: (EU-LAC Foundation, 2019)

En efecto, el crecimiento económico de los últimos siglos ha sido a costa del agotamiento de los recursos renovables y no renovables, y de la generación de residuos y contaminación ambiental. En la figura 2 se puede observar una relación inversa entre el crecimiento del PBI (producto bruto interno) mundial y el área total de bosques a nivel mundial.

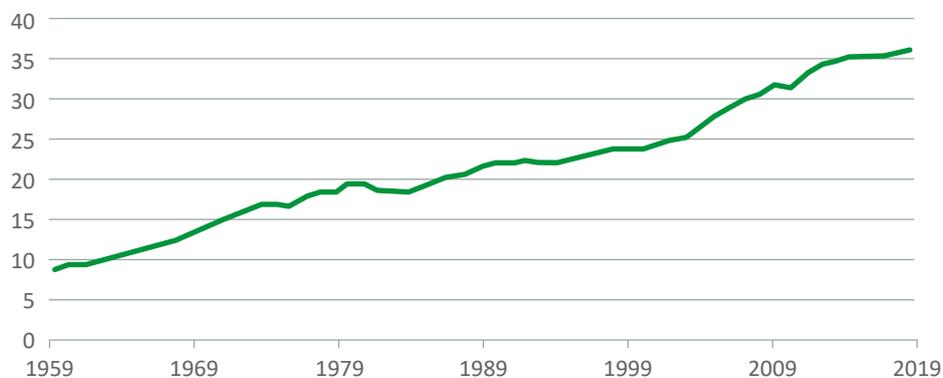
Figura 2. Relación entre el PBI mundial y el área total de bosques



Fuente: (Price Waterhouse Cooper (PwC), 2019)

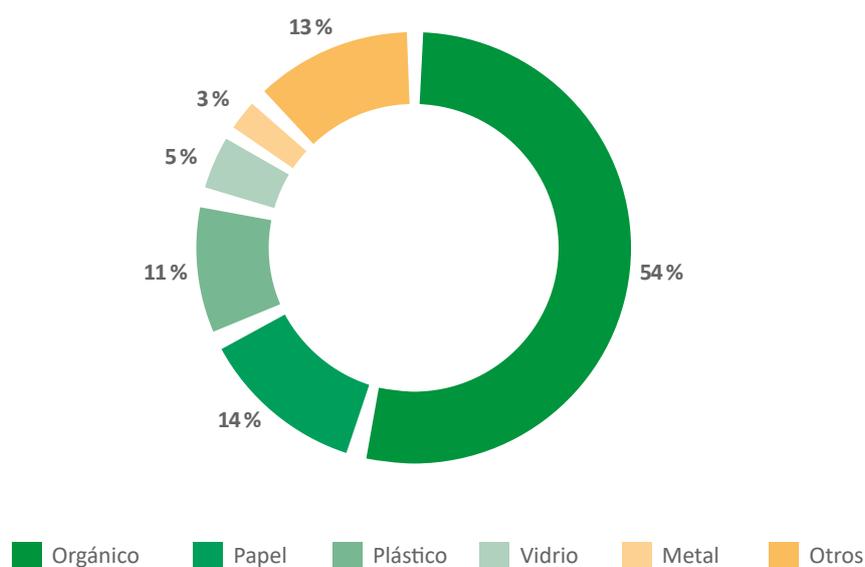
Como se puede observar, los bosques han sufrido un alto nivel de deforestación, mientras que el PBI mundial ha ido en aumento de manera sostenida, salvo los años 2009 y 2015. Adicionalmente, las emisiones globales de dióxido de carbono (CO₂) han aumentado de manera sostenida, lo cual se muestra en la figura 3.

Figura 3. Emisiones globales de CO₂ (gigatoneladas)



Fuente: (Price Waterhouse Cooper (PwC), 2019)

Cabe recalcar que, según el Acuerdo de París, se tiene por meta limitar el aumento anual en la temperatura global a menos de 2 °C, para lo cual se requiere una tasa menor de la intensidad del carbono (CO₂/PBI). Actualmente existe una tasa marginal de descarbonización de 1,6 % anual, pero se estima que para alcanzar dicho aumento de 2 °C se requiere de una tasa anual de 6,4 % anual (Price Waterhouse Cooper (PwC), 2019).

Figura 4. Composición de los residuos orgánicos en América Latina y el Caribe, 2012

Fuente: Banco de Desarrollo de América Latina, 2018

En la región, el 54 % de los residuos generados son orgánicos. Aplicando el concepto de la economía circular dentro las cadenas de alimentos y bebidas, se podría conseguir generar menos residuos de este tipo. La generación de residuos es un grave problema de contaminación ambiental, y su impacto puede ser aún más adverso considerando el cambio climático. En el cuadro 1 se detalla el impacto que tiene el cambio climático sobre los residuos.

Cuadro 1. Relación entre el cambio climático y el manejo de los residuos

Variable climática	Potencial cambio climático	Impacto sobre los residuos
Temperatura	Calentamiento global entre 1 °C y 5 °C	Aumento de la demanda de agua para los sitios de operaciones
	Incremento del número de días secos	Deterioro de la calidad del aire
	Reducción del número de días fríos	Impactos en los procesos biológicos (compostaje, digestión anaeróbica)
Precipitaciones	Días más húmedos	Aumento del riesgo de inundaciones
	Aumento de la intensidad de las precipitaciones	Destrucción de las infraestructuras
		Afectación de la estabilidad de los sitios de disposición final
		Impactos en los procesos biológicos (compostaje, digestión anaeróbica)
Nubosidad	Reducción de la nubosidad	Riesgos para la salud de los trabajadores
Humedad	Aumento de la humedad específica	Impacto sobre los procesos biológicos realizados al aire libre
Nivel del mar	Incremento del nivel promedio del mar	Inundaciones de las instalaciones para la gestión de los residuos
		Aumento de la erosión de las zonas costeras

Fuente: Banco de Desarrollo de América Latina, 2018

Como se puede observar, los fenómenos naturales que se están experimentando a causa del cambio climático afectarán de manera negativa el manejo de los residuos (Banco de Desarrollo de América Latina, 2018). Más aún, tomando en cuenta que de los 50 basureros más grandes del mundo, 5 se ubican en el Perú¹ (Wilson, 2015), se podría esperar un impacto ambiental mucho mayor.

Sobre la base de todo lo anterior, para hacer frente a la generación de crecimiento económico a expensas de la sostenibilidad ambiental, el agotamiento de los recursos, la magnitud de las emisiones de CO₂ y el impacto de los residuos sólidos, es necesario dejar el enfoque tradicional de la economía lineal. A la par, es indispensable promover el enfoque de la economía circular, mediante la cual se busca cerrar el ciclo entre la extracción de recursos y el consumo final. En efecto, los residuos orgánicos que se generan naturalmente en las cadenas agropecuarias pueden ser aprovechados como insumos, derivados o subproductos de alto valor. Mediante la innovación agraria en modelos de economía circular se puede volver más competitiva la agricultura peruana, a la vez que se genera menor estrés sobre los recursos ambientales del Perú. Al respecto, la figura 5 detalla el modelo de la economía circular.

Figura 5. Modelo de la economía circular



Fuente: (EU-LAC Foundation, 2019)

En contraposición al modelo de la economía lineal, la economía circular propone un modelo de producción sostenible, en donde los recursos naturales son extraídos para la manufactura y uso. Sin embargo, en lugar del desecho luego del consumo, la economía circular busca estrategias de negocio orientados al reciclaje de los desechos, para que estos puedan volver a ingresar a la cadena de valor y sirvan como insumos. En este sentido, la economía circular disminuye la cantidad de desechos que las cadenas globales de valor generan actualmente.

1. Los cinco basureros más grandes del mundo ubicados en el Perú se ubican en (i) Cancharani, Puno, (ii) El Milagro, Trujillo, (iii) Jaquira, Cusco, (iv) Quebrada Honda, Arequipa, y (v) Reque, Chiclayo.

1.1.2. DIMENSIONAMIENTO DE LA ECONOMÍA CIRCULAR EN EL SECTOR AGROPECUARIO

Al 2019, el valor bruto de producción (VBP) agropecuaria para los subsectores agrícolas y pecuarios fue de 22,5 millones de soles y 14,6 millones respectivamente, lo que presenta crecimientos positivos con respecto al VBP del 2018, de 2,40 % y 4,10 %, respectivamente (Ministerio de Agricultura y Riego, 2019). En efecto, desde inicios del siglo, el sector agropecuario se encuentra en constante expansión, debido principalmente al crecimiento de las agroexportaciones y a la puesta en valor de recursos de la biodiversidad. Esto último es de importancia nacional, dado que un gran número de productores y familias dependen de la agricultura, por lo que esta puede contribuir al crecimiento económico en zonas rurales. Al respecto, el cuadro 2 señala la distribución de las unidades agropecuarias (UA) por tamaño.

Cuadro 2. Distribución de las unidades agropecuarias por tamaño y región, 2012

Región	Número de unidades agropecuarias			
	Hasta 5 ha	De 5.1 ha a 50 ha	De 50.1 ha a más	Total
Costa	296 398	52 068	2 034	350 500
Sierra	1 230 593	151 215	25 224	1 407 032
Selva	283 971	157 490	14 513	455 974
Total	1 810 962	360 773	41 771	2 213 506

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI, 2013)

El 82 % del total del número de UA es de 5 hectáreas o menos. La sierra es la región geográfica con la mayor cantidad de unidades agropecuarias, aunque de estas el 87 % son de 5 hectáreas o menos. Las UA de entre 5,1 a 50 hectáreas representan alrededor del 16 % del total de UA a nivel nacional. Este tipo de UA es más común en la Selva, representando el 35 % del total de UA en esta región geográfica. Por último, de manera transversal, las UA de más de 50 hectáreas son mínimas: representan apenas el 2 % del total de UA a nivel nacional. Dada esta distribución, el Perú se encuentra caracterizado por UA de tamaño pequeño. Por su tamaño, una estrategia focalizada en que este grupo sea más competitivo y logre aplicar los conceptos de la economía circular traería impactos positivos sobre la agricultura nacional.

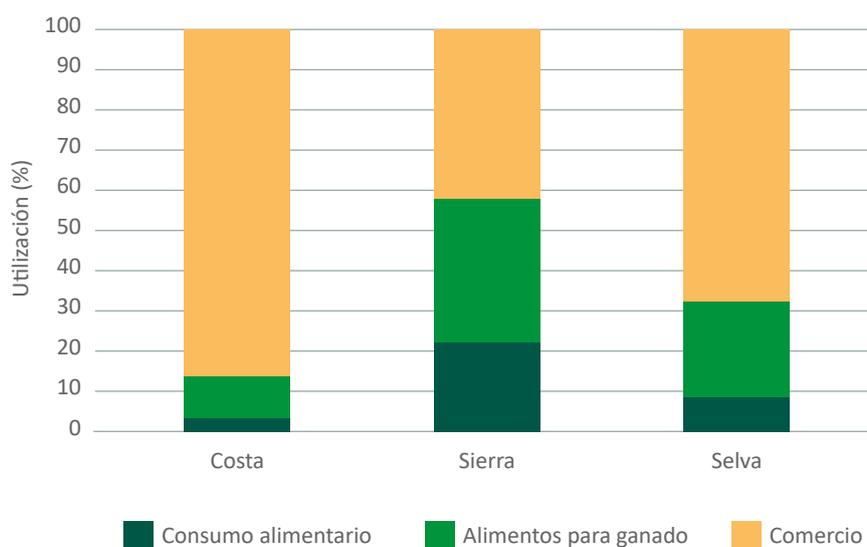
Por otro lado, en el siguiente cuadro se puede observar la producción agrícola según las principales cadenas de productos.

Cuadro 3. Producción agrícola según principales productos, 2018

Región	Principales productos	Producción (miles de toneladas)
Industriales	Caña de azúcar	10 336
	Palma aceitera	921
	Café	370
Cereales	Arroz cáscara	3,558
	Maíz amarillo duro	1,265
	Maíz amiláceo	304
	Quinua	86
Tubérculos	Papa	5 121
	Yuca	1 240
Frutas	Plátano	2 195
	Uva	640
	Piña	548
	Palta	505
	Naranja	503
	Mandarina	482
	Mango	379
Hortalizas	Cebolla	644
	Maíz choclo	435
	Espárrago	361
Menestras y legumbres	Arveja grano verde	136
	Frijol grano seco	88
	Haba grano seco	78

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2018

Como se puede observar, existe una gran cantidad de producción de productos agrícolas tradicionales, como caña de azúcar, palma aceitera, café, arroz, papa, entre otros. En contraste, existe una cantidad importante de producción de productos agrícolas no tradicionales, que a su vez son productos estrella de la agroexportación, como uva, quinua, plátano, palta, mango y espárragos, principalmente. Es importante señalar que no toda la producción agrícola es destinada a la comercialización en el Perú. Al respecto, la figura 6 indica la utilización de la producción agrícola por región.

Figura 6. Utilización de la producción agrícola por región, 2015

Fuente: (Banco Mundial, 2017)

Se puede observar que en la Costa aproximadamente el 90 % de la producción agrícola se destina a la comercialización, y una cantidad mínima es para el autoconsumo. Similarmente, en la Selva la mayoría de la producción es comercializada; además, presenta una gran importancia de la producción para la alimentación de ganado. En contraste, en la Sierra es prácticamente igual la producción agrícola que se destina a la comercialización y la que se destina a alimentación de ganado. Asimismo, más del 20 % de la producción es para el autoconsumo.

Por otro lado, en las últimas dos décadas ha habido una expansión de la producción agrícola. Al respecto, el cuadro 4 compara la producción de una serie de productos de los años 1995 y 2015.

Cuadro 4. Expansión de cultivos y contribución al valor agregado agrícola

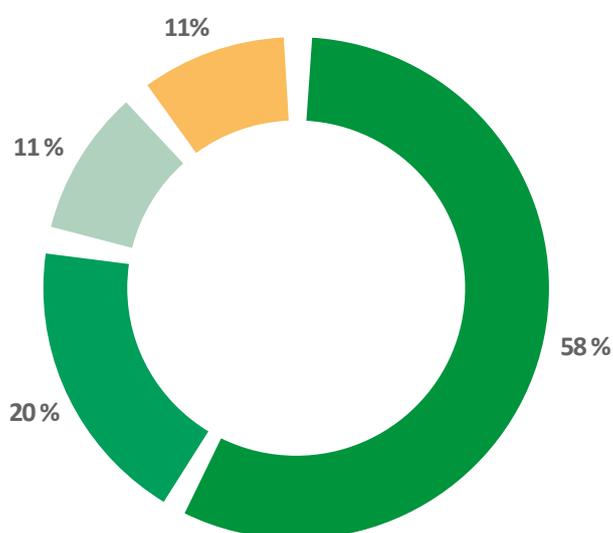
Categoría de producto	Producto	Área cosechada (ha) 1995	Área cosechada (ha) 2015	Aumento (%)	Participación en el PBI agrícola 2015
Industriales	Caña de azúcar	59 603	84 574	42 %	1,9 %
	Palma aceitera	5 188	43 140	732 %	0,7 %
	Café	164 230	379 189	131 %	3,8 %
Cereales	Maíz	375 197	513 804	37 %	4,2 %
	Arroz	239 453	399 501	67 %	8,1 %
	Quinoa	18 729	69 303	270 %	0,4 %
Tubérculos	Papa	188 531	316 535	68 %	6,7 %
	Yuca	51 791	101 453	96 %	1,3 %
Frutas	Plátano	69 401	167 839	142 %	2,3 %
	Uva	10 702	26 650	60 %	2,7 %
	Palto	6 115	33 989	456 %	1,4 %
	Mango	7 854	29 733	279 %	0,6 %
Hortalizas	Espárrago	20 126	33 870	137 %	3,6 %
Menestras y legumbres	Frijol	61 920	76 770	24 %	0,6 %

Fuente: (Banco Mundial, 2017)

Se puede observar que todos los cultivos han experimentado un crecimiento entre 1995 y 2015. De estos, los cultivos en la categoría de frutas son los que más han crecido en el periodo analizado, alcanzando valores de crecimiento de hasta 456 % para el caso de la palta. El cultivo de mayor crecimiento en el periodo analizado es la palma aceitera (732 %). Otros cultivos de notable crecimiento son el café (131 %), la quinua (270 %), la yuca (96 %), el plátano (142 %), el mango (279 %) y el espárrago (137 %). Por último, en cuanto a la contribución del cultivo en el PBI agrícola, los cultivos con mayor importancia económica son el arroz (8,1 %), la papa (6,7 %), el maíz (4,2 %), el café (3,8 %) y el espárrago (3,6 %).

En cuanto a la superficie agrícola, según cifras del IV Censo Nacional Agropecuario (CENAGRO) 2012, en el Perú existe un total de 7 125 007 hectáreas de superficie agrícola. En la figura 7 se resume su distribución.

Figura 7. Distribución de la superficie agrícola, 2012²



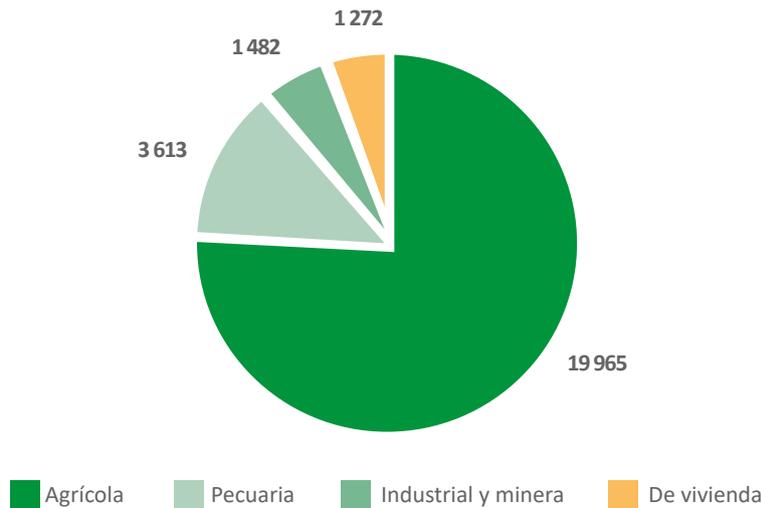
Fuente: (Banco Mundial, 2017)

En el gráfico anterior se puede observar que la mayor parte de la superficie agrícola al 2012 se encuentra cultivada, seguido por un 20 % de tierra en barbecho, que al presente año se podría considerar que ya forma parte del área con cultivo. Por otro lado, el 11 % de las tierras estaban en descanso, y un 11 % de la superficie agrícola al 2012 no era trabajada. En total, las tierras no trabajadas del IV CENAGRO representan 774 882 hectáreas. Las principales razones por las que dichas tierras se encontraban no trabajadas era por falta de agua (48,9 %), falta de crédito (24,1 %), falta de mano de obra (11,3 %), sanidad o erosión (5,0%) y falta de semillas (4,2%) (INEI, 2013).

2. La tierra en barbecho hace referencia a la superficie agrícola sin cultivo al momento del censo, que se encuentra en preparación para ser sembrada. Las tierras en descanso son tierras agrícolas con más de un año de descanso para recuperar fertilidad. Las tierras no trabajadas son tierras que alguna vez han tenido uso agrícola, pero que no son sembradas.

En efecto, la falta de agua es la principal razón por la cual el 11 % de la superficie agrícola se encuentra no trabajada. Adicionalmente, el 36,20 % de la superficie agrícola se encuentra bajo riego, principalmente mediante el sistema de riego por gravedad (88 %), seguido por otros sistemas como el riego por goteo (7 %), riego por aspersión (4,8 %), y riego por exudación (0,2 %) (INEI, 2013). En cuanto al uso del agua, el sector agropecuario es la actividad económica que más utiliza el recurso hídrico a nivel nacional, utilizando aproximadamente el 80 % del total de agua del país (Torres, Yabarrena, Quispe, & Perdicci, 2015). Esto se representa en la figura 8.

Figura 8. Huella hídrica de la producción nacional (hm³/año)



Fuente: Ministerio de Agricultura y Riego, Autoridad Nacional del Agua, Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación, Fondo Mundial para la Naturaleza (MINAGRI, ANA, COSUDE, WWF, 2015)

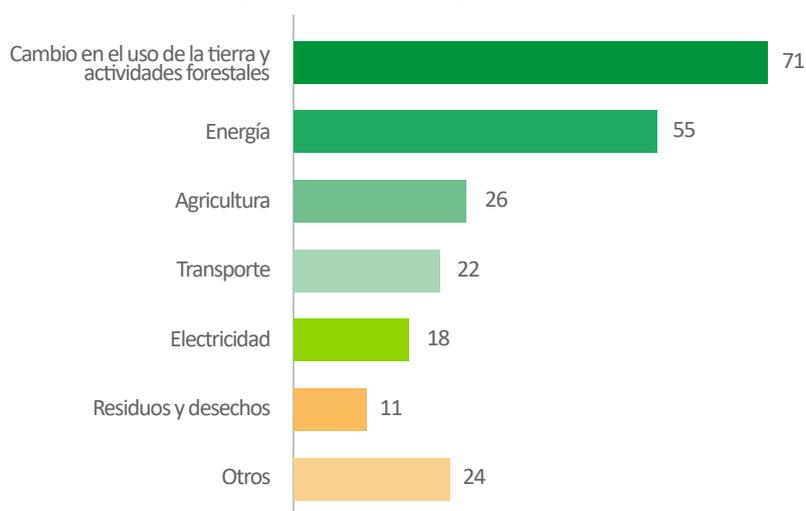


Proyecto 049-2016-INIA-PNIA-EXT (VACUNOS). Promovió el uso de suero de leche como alimento de porcinos evitando así su eliminación en fuentes de agua y su contaminación.

Como se puede observar, la mayor parte de la huella hídrica nacional proviene de las actividades agropecuarias, lo que totaliza 26 632 hm³/año. En este sentido, mediante la implementación de prácticas de la economía circular en la gestión del recurso hídrico en la agricultura, se podría mejorar la eficiencia en el uso del mismo y contribuir a la sostenibilidad del sector a largo plazo.

Por otro lado, el sector agropecuario genera emisiones de CO₂, las cuales tienen un impacto negativo sobre el ambiente. En efecto, la agricultura es la tercera principal actividad económica que más genera gases de efecto invernadero en el Perú, lo cual se puede observar en la figura 9.

Figura 9. Emisiones de gases de efecto invernadero en el Perú según el sector (toneladas métricas), 2016³



Fuente: (Climate Watch, 2019)

Como se mencionó anteriormente, la agricultura es la tercera actividad económica con mayor nivel de emisión de gases de efecto invernadero (GEI) en el Perú, representando el 11 % del total. No obstante, su proporción es mucho menor en comparación con las actividades de cambio en el uso de la tierra y energía, que representan el 31 % y el 24 % de los GEI, respectivamente. Aun así, se debe promover la I+D+i agraria y políticas agrarias hacia la mitigación de GEI en la agricultura. Con el fin de analizar con mayor profundidad el sector agropecuario, en el cuadro 5 se presentan las emisiones de dióxido de carbono equivalente (CO₂eq)⁴.

3. El cambio en el uso de la tierra es definido por el Secretariado de Cambio Climático de las Naciones Unidas como el sector que cubre las emisiones de gases de efecto invernadero que resultan del uso directo humano de la tierra, como los asentamientos, usos comerciales y actividades forestales.
 4. El CO₂eq es una medida basada en el potencial del calentamiento global de diferentes gases de efecto invernadero. La unidad de CO₂eq mide el impacto de una tonelada de estos distintos gases en comparación con el impacto que tendría una tonelada de CO₂ (Climate Policy Info Hub, 2019).

Cuadro 5. Emisiones de CO₂eq del sector agropecuario (gigagramos), 2013-2017

Fuente de emisión	2013	2014	2015	2016	2017	Var. (13/17)
Fermentación entérica	12 360	12 371	12 344	12 392	12 443	0,1 %
Estiércol dejado en el pasto	5 076	5 089	5 062	5 049	5 057	-0,1 %
Fertilizantes sintéticos	1 633	1 612	1 821	1 867	2 130	5,5 %
Cultivo de arroz	1 954	1 884	1 973	2 072	2 086	1,3 %
Manejo de estiércol	924	862	869	869	879	-1,0 %
Abono aplicado a suelos	819	770	783	789	793	-0,6 %
Residuos agrícolas	388	372	395	381	376	-0,6 %
Quema de residuos y tierras	95	84	92	130	94	-0,3 %
Cultivo de tierras orgánicas	17	17	17	17	17	0,0 %
Total de emisiones de dióxido de carbono equivalente	23 267	23 060	23 357	23 567	23 877	0,5 %

Fuente: Fuente especificada no válida.

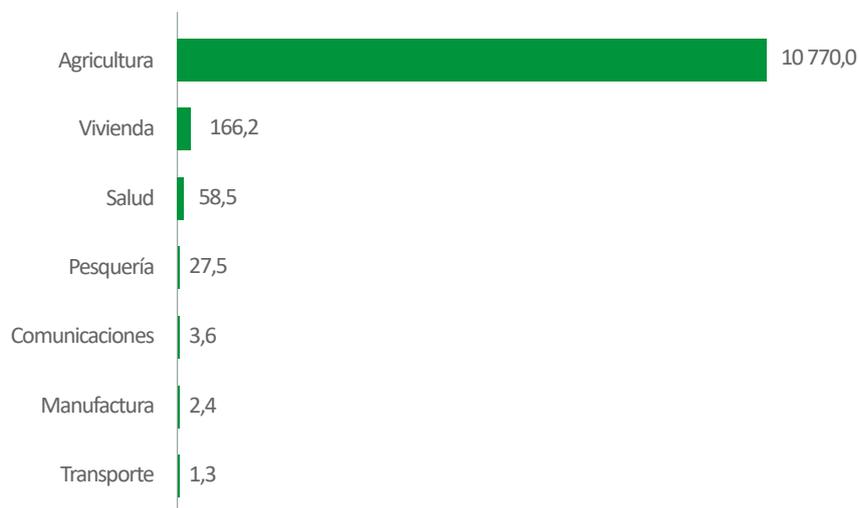
Con respecto a la fuente de emisión de dióxido de carbono equivalente, las actividades pecuarias son las que más generan contaminación ambiental, como lo son la fermentación entérica, estiércol dejado en el pasto y manejo de estiércol. Estas tres fuentes equivalen al 77 % de emisiones de CO₂eq. En cuanto a actividades agrícolas, la utilización de fertilizantes sintéticos es la mayor fuente de contaminación, seguida en el mismo nivel de emisiones por el cultivo de arroz. En menor medida, los residuos agrícolas y quema de los residuos y tierras generan emisiones de CO₂eq. Cabe recalcar que la actividad que menos contamina el ambiente es el cultivo de tierras orgánicas, por lo que la agricultura orgánica se constituye como una alternativa viable para la sostenibilidad ambiental del sector. Por último, la emisión de CO₂eq del sector agropecuario se encuentra prácticamente estancada, creciendo de manera marginal en 0,5 %. Esto es negativo, dado que se necesita la mitigación de emisiones de CO₂ para detener los efectos del cambio climático.



Proyecto 017-2016-INIA-PNIA-EXT (BANANO). Bajo el enfoque de aprovechamiento óptimo de los recursos generados en la chacra, promovió que los productores incorporen rastrojos de la cosecha y guano de chivo composteado.

Por otro lado, uno de los objetivos de la economía circular es promover el aprovechamiento y valorización de residuos resultantes de las cadenas productivas. Estos residuos pueden servir como insumos o bienes intermedios en otras industrias, así como pueden retornar a la misma cadena productiva como insumos, cerrando el círculo de extracción y consumo. En la figura 10 se presenta la cantidad de residuos sólidos generados por sector económico.

Figura 10. Cantidad de residuos sólidos según el sector (miles de toneladas), 2012



Fuente: Ministerio del Ambiente (MINAM, 2014)

Se puede observar que la agricultura representa el 98 % del total de residuos sólidos generados en el Perú, por lo que se debería desarrollar estrategias para reducir la generación de estos en el sector. En el cuadro 6 se puede observar la composición de residuos del sector agricultura en el Perú.

Cuadro 6. Composición de residuos del sector agricultura, 2012

Tipo	Residuo	Composición
No peligrosos	Materia orgánica	98,78 %
	Otros (pH, tierra, piedras, arcilla, aserrín, madera)	1,22 %
Peligrosos	Aceite	57,40 %
	Semisólidos grasos, lodos de procesos	32,10 %
	Envases de productos químicos	4,90 %
	Telas contaminadas	4,60 %
	Otros (baterías, envases contaminados, cartuchos de tinta)	1,00 %

Fuente: (MINAM, 2014)

Como se puede identificar, prácticamente el total de residuos no peligrosos generados corresponde a materia orgánica. Estos pueden ser potencialmente reutilizados dentro de la misma cadena o puestos en uso para otros fines. Con respecto a los residuos peligrosos, se encuentran principalmente los aceites (57,40 %), seguidos por semisólidos grasos y lodos de procesos (32,10 %). En este caso se debe tener por objetivo la gestión y mitigación de residuos peligrosos en la agricultura.

Por último, en cuanto al aporte de la agricultura para el crecimiento económico, en el siguiente cuadro se puede observar las ventajas comparativas relevadas (VCR)⁵ en las exportaciones de productos de la bioeconomía del Perú, entre el periodo 2010-2015.

Cuadro 7. VCR en las exportaciones peruanas de productos de la bioeconomía, 2010-2015

Bioeconomía de productos básicos			Bioeconomía de valor agregado a productos básicos				Bioeconomía de alto valor agregado		
Agricultura y agroindustria	Pesca, acuicultura y derivados	Forestal e industria de la madera	Industria alimentaria	Pulpa e industria de papel	Fibras, textiles y cuero	Bioetanol	Químicos de base biológica	Bioplásticos	Industria biocosmética
2,04	4,55	0,59	2,13	0,22	0,63	3,30	0,22	0,05	0,63

Fuente: (Rodríguez, 2017)

Se observa que el Perú cuenta con ventajas comparativas, y es competitivo en la exportación de productos de la bioeconomía, como (i) agricultura y agroindustria, (ii) pesca, acuicultura y derivados, (iii) industria alimentaria y (iv) bioetanol. Debido a la importancia de las agroexportaciones para el sector, es importante garantizar su sostenibilidad a largo plazo, para lo cual la implementación de la economía circular en la agricultura asegurará la competitividad de la agricultura peruana. Asimismo, dado que las ventajas comparativas del Perú están basadas en productos básicos solamente, la economía circular, a través de la I+D+i, puede fomentar la puesta en valor de productos de la bioeconomía de alto valor agregado.

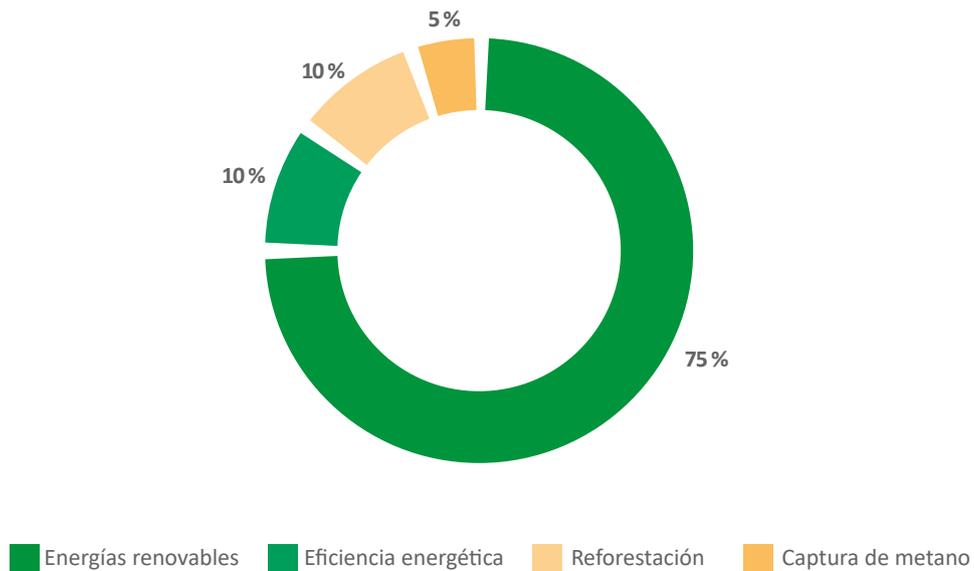
1.1.3. FINANCIAMIENTO DE PROYECTOS CIRCULARES

Para impulsar la economía circular es necesario contar con fuentes de financiamiento que puedan apoyar el desarrollo y ejecución de actividades de I+D+i. Al respecto, se ha avanzado a nivel global en el mercado de créditos de carbono. Iniciado en el Protocolo de Kioto (1997) de las Naciones Unidas, un crédito de carbono permite a la empresa que lo posee emitir una cierta cantidad de CO₂ u otros GEI. Un crédito equivale a la emisión de una tonelada de CO₂eq. La lógica detrás del sistema de créditos de carbono es que los países y empresas tienen límites de polución, y cualquier exceso de este límite debe ser solventado con la compra de créditos de carbono, y cualquier subutilización de estos créditos de carbono pueden ser vendidos a otras empresas (Kenton, 2020). Cabe recalcar que periódicamente se reducen los límites de polución de la empresa, de tal manera que se incentiva que busquen soluciones innovadoras para la reducción de emisiones de CO₂eq.

5. El índice VCR es una medida de la competitividad de un producto de un país determinado en el mercado internacional. Se mide como la relación entre el porcentaje de las exportaciones de ese rubro en el total del país y el porcentaje de las exportaciones mundiales de ese rubro en el total del comercio mundial. Si el valor es mayor que 1, el país tiene ventajas comparativas relevadas (Rodríguez, 2017).

En la siguiente figura se muestra la participación de proyectos de créditos de carbono por temática en el Perú. Cabe recalcar que en el Perú existe un total de 75 proyectos, con un valor de aproximadamente 22,6 millones de dólares, y un potencial de reducir alrededor de 11 millones de toneladas de CO₂eq anuales (Ministerio del Ambiente [MINAM], 2015). Como se puede observar, las tres cuartas partes de proyectos en relación con el mercado de créditos de carbono se encuentran vinculados a las tecnologías de energías renovables, seguidos por la eficiencia energética, reforestación y captura de metano, en menor medida.

Figura 11. Participación de proyectos por temática en el Perú



Fuente: (MINAM, 2015)



Proyecto 064-2016-INIA-PNIA-EXT (PALMA ACEITERA). Se utilizan abonos orgánicos obtenidos de restos vegetales y residuos orgánicos de los animales de las chacras, rocas calcáreas y abonos de campos guaneros.

Paralelamente al mercado regulado de créditos de carbono, existe un mercado de créditos de carbono voluntario. La principal diferencia entre el mercado regulado y mercado voluntario es que en el primero el precio del crédito de carbono se determina con base en los compromisos que han asumido los países y los créditos son *commodities* (no hay diferenciación de precio), y la principal motivación de compra es el cumplimiento de los compromisos del Protocolo de Kioto, mientras que en el segundo los créditos de carbono difieren en cotización unos de otros, dependiendo de sus atributos ambientales y sociales (MINAM, 2015). En el 2016, el mercado de créditos de carbono voluntario estuvo valorizado en 191,3 millones de dólares, con un volumen total de reducción de 63,4 MtCO₂eq (Hamrick & Gallant, 2018)). Con respecto a este mercado, en el siguiente cuadro se muestran los proyectos emitidos por categoría.

Cuadro 8. Participación en el mercado voluntario de créditos de carbono, 2008-2018

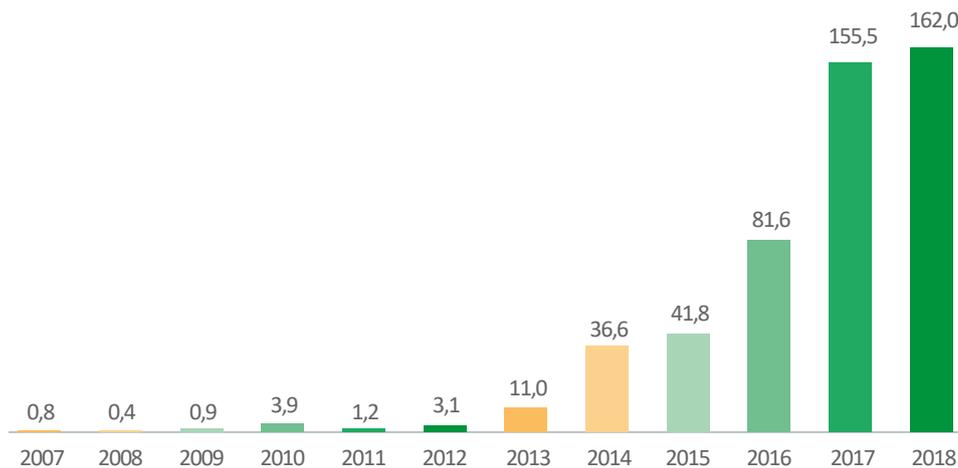
Categoría de proyecto	Número de proyectos	Volumen de MtCO ₂ eq
Eficiencia energética	633	127,9
Energía renovable	611	61,9
Gestión de residuos	238	57,5
Forestal y uso de la tierra	170	95,3
Dispositivos domésticos	161	23,4
Agricultura	87	6,7
Procesos químicos y fabricación industrial	72	63,5
Transporte	43	1,1

Fuente: (Hamrick & Gallant, 2018)

Como se puede observar, la mayoría de los proyectos se encuentran centrados en el sector energético, optando por nuevas soluciones innovadoras al consumo energético. Con relación a la agricultura, que es la sexta categoría con mayor cantidad de proyectos, a nivel global se han apoyado 87 proyectos, con lo que se logró un volumen total de 6,7 MtCO₂eq. En el Perú se tienen 22 proyectos registrados en el mercado voluntario de créditos de carbono, con un valor aproximado de 6 millones de dólares y un potencial de reducción de más de 8 millones de tCO₂eq anuales. El 54 % corresponde a la reducción de las emisiones derivadas de la deforestación y degradación de los bosques en los países en desarrollo (REDD); el 23 %, a energía renovable, y el 23 % restante, a eficiencia energética, cambio de combustible y transporte (MINAM, 2015).

Adicionalmente, otro instrumento financiero orientado a promover iniciativas de sostenibilidad medioambiental son los bonos verdes. Estos son instrumentos representativos de deuda mayores de un año que se destinan exclusivamente a financiar o refinanciar, en parte o totalidad, proyectos verdes, es decir, que generan impactos ambientales positivos (Berges, Ontiveros, & Pedraz, 2019). En comparación con los bonos convencionales, se conoce a priori el uso que se le dará al financiamiento obtenido de los bonos verdes. En la siguiente figura se muestran las emisiones globales anuales de bonos verdes desde su creación.

Figura 12. Participación en el mercado voluntario de créditos de carbono, 2008-2018



Fuente: (Berges, Ontiveros, & Pedraz, 2019)

Entre el 2014 y el 2016, el mercado de bonos verdes creció a una tasa promedio anual de 25 % y desde el 2012 han crecido de manera sostenida. Con la entrada cada vez mayor de nuevos actores y empresas dentro del mercado de bonos verdes, se proyecta un crecimiento al 2030 de 10 % de su valor (Berges, Ontiveros, & Pedraz, 2019).

Debido a todo lo anterior, se puede concluir que existe un mercado para el financiamiento potencial de proyectos de sostenibilidad medioambiental. En particular para el sector agricultura, este puede ser un mecanismo de la promoción de la innovación agraria con enfoque de la economía circular en los agricultores.

1.2

Principales brechas de innovación agraria

1.2.1. PÉRDIDA DE PRODUCCIÓN AGRARIA

De acuerdo con el Diagnóstico del SNIA, el 35 % de los productores encuestados reportó que en los últimos tres años su rendimiento se había reducido (PNIA, 2018). El 56 % reportó que se había mantenido igual, y solo un 9 %, que se había incrementado. Adicionalmente, el 67 % de los encuestados indicó tener pérdidas en su producción (PNIA, 2018). A partir de estas cifras se puede entender que la agricultura en el Perú se está acercando a una frontera de producción agrícola, en donde el incremento del rendimiento no es posible sin la implementación de nuevas soluciones y prácticas innovadoras. En el cuadro 9 se muestran los principales motivos para la reducción del rendimiento.

Cuadro 9. Principales motivos de la reducción del rendimiento agrario, 2017

Principales motivos	Porcentaje (%)
Fenómenos climáticos	74 %
Pérdida de productividad de las parcelas	22 %
Reducción en el precio	21 %
Manejo inadecuado de cultivos	15 %
Falta de financiamiento	14 %
Mala administración de las parcelas	5 %
Infraestructura deficiente	3 %

Fuente: (PNIA, 2018)

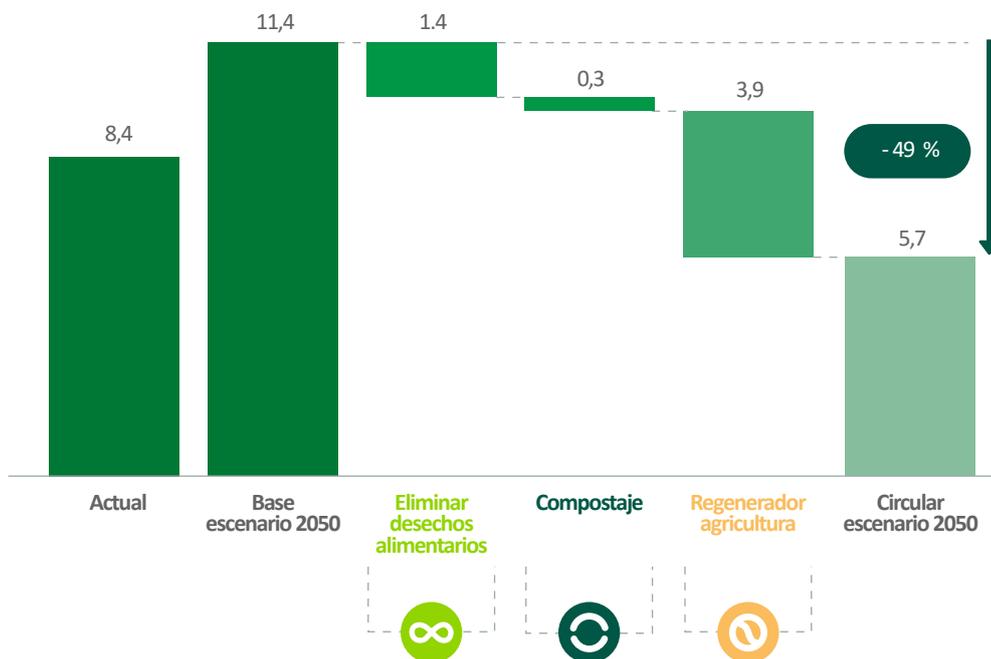
Dentro de los motivos señalados, el 74 % de pérdidas se debe a fenómenos climáticos, específicamente a los efectos adversos del cambio climático sobre los cultivos. En menor medida se indicó una pérdida en productividad (22 %) y manejo inadecuado de cultivos (15 %). Estos tres factores mencionados anteriormente pueden ser mitigados o adaptados mediante la implementación de la economía circular en la agricultura. Con esta se podría reducir la generación de residuos y la emisión de GEI, lo que mitigaría los efectos del cambio climático. Asimismo, mediante la valorización de desechos en insumos, como, por ejemplo, la utilización de biomasa para abonos orgánicos, se podría incrementar la productividad de los cultivos y lograr un mejor manejo de ellos.

1.2.2. FALTA DE MEDIDAS DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

El principal factor que determinará el futuro de la agricultura es el cambio climático, dado que este va a alterar las condiciones productivas del país, por lo que la adaptación es clave para la sostenibilidad de la agricultura peruana. En la región, las actividades como la agricultura, ganadería, pesca, silvicultura y cambio en el uso del suelo generan 42 % de los GEI, cuando a nivel mundial estas actividades solo representan el 24 % de los GEI (Trivelli & Berdegú, 2019). Se estima que, en la próxima década, alrededor del 40 % de la superficie total de América Latina y el Caribe habrá alcanzado o sobrepasado el umbral de aumento de la temperatura de 2 °C (Trivelli & Berdegú, 2019).

Según Ellen MacArthur Foundation (2019), la fundación líder en la investigación de la economía circular a nivel mundial, la aplicación de principios de dicha economía al sector de alimentos podría reducir el 49 %, o 5,7 billones de toneladas, de emisiones de CO₂eq al 2050. Es decir, se podría reducir a la mitad la emisión de GEI de esta industria. Actualmente, la industria global de alimentos genera 8,4 billones de emisiones de CO₂eq, y se estima que esta cifra se incremente a 11,4 billones de CO₂eq al 2050. Sin embargo, mediante la aplicación de la economía circular, este valor se podría reducir a 5,7 billones de CO₂eq al 2050 (MacArthur, 2019). En la figura 13 se muestra el escenario de las emisiones de CO₂eq del sector alimentario al 2050, y las medidas de reducción de las emisiones mismas, aplicando la economía circular.

Figura 13. Emisiones de CO₂eq del sector de alimentos al 2050



Fuente: (MacArthur, 2019)

Como se puede observar, la reducción de 49 % mencionada anteriormente será posible debido a tres prácticas de la economía circular: (i) la eliminación de desperdicios, (ii) el compostaje, y (iii) la agricultura regenerativa. Con la reducción de las emisiones de CO₂eq, las economías podrán reducir los impactos adversos del cambio climático. No obstante, dada la falta de medidas de adaptación al cambio climático y la falta de implementación de principios de la economía circular para contrarrestar dichos efectos, esto constituye actualmente una brecha de innovación agraria.

1.2.3. ALTOS VALORES DE LA HUELLA HÍDRICA EN CULTIVOS AGRÍCOLAS

Como se ha mencionado en la sección anterior, el 90 % de la huella hídrica nacional (26 632 hm³/año) proviene de actividades agropecuarias. En el cuadro 10 se muestra la huella hídrica en los cultivos agrícolas del Perú.

Cuadro 10. Valores de la huella hídrica verde, azul y total de los cultivos en Perú⁶

Cultivo	Huella hídrica total (hm ³)			Huella hídrica (l/kg)		
	Verde	Azul	Total	Verde	Azul	Total
Arroz	878	2 163	3 041	313	767	1 080
Café	2 247	720	2 967	7 870	2 478	10 348
Papa	869	472	1 342	227	121	348
Alfalfa	173	1 030	1 204	33	166	199
Caña de azúcar	32	974	1 006	3	98	101
Trigo	371	136	508	1 697	611	2 308
Espárrago	14	408	422	43	1 174	1 217
Algodón	17	298	315	143	2 749	2 892
Maíz amiláceo	187	32	219	2 290	765	3 055
Uva	5	160	165	29	552	581
Quinoa	141	19	160	3 665	601	4 266
Palta	46	93	139	225	490	715
Alcachofa	8	77	85	61	572	633
Soya	2	4	6	478	1 946	2 424

Fuente: (MINAGRI, ANA, COSUDE, WWF, 2015)

Es importante mencionar que la huella hídrica total (hm³) corresponde al consumo absoluto del agua en la producción de los cultivos seleccionados, mientras que la huella hídrica (l/kg) es un indicador relativo del uso de agua (en litros) necesaria para producir 1 kilo de los cultivos seleccionados. Como se puede observar, de los cultivos identificados, 5 tienen una huella hídrica total de más de 1 000 hm³ y 8 cultivos tienen una huella hídrica de más de 1 000 litros/kilo. Asimismo, con respecto a la huella hídrica total, el 57 % corresponde a la huella hídrica azul, que, debido a que es agua extraída, tiene un costo de suministro asociado que eleva los costos de producción.

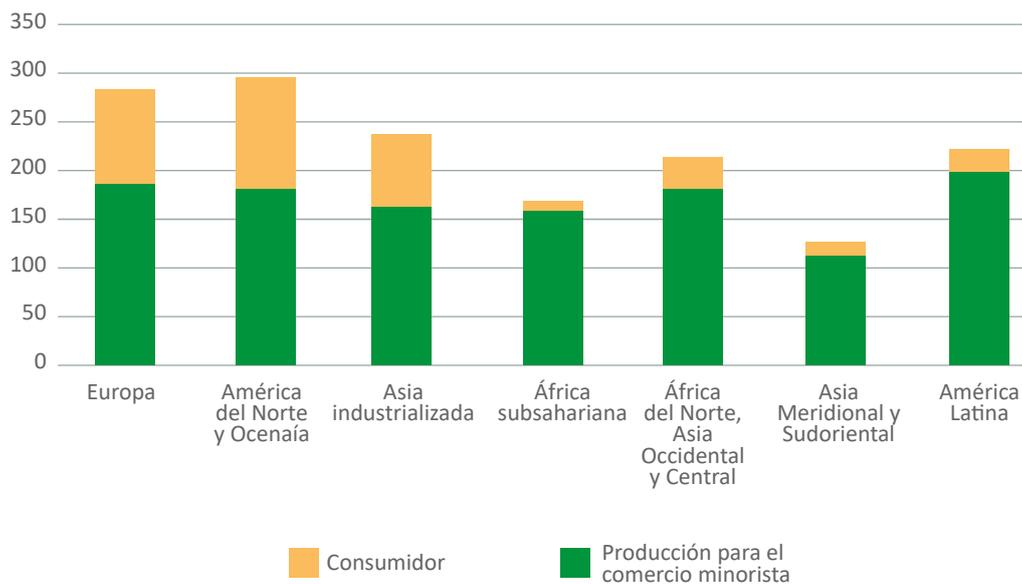
6. La huella hídrica verde hace referencia al agua extraída del suelo no saturado mojado por la lluvia que no discurre hacia canales o reservorios, que puede ser absorbida por las raíces de las plantas y con un costo de abastecimiento prácticamente nulo. La huella hídrica azul hace referencia al agua extraída de una fuente natural, superficial o subterránea que en ocasiones requiere instalaciones de almacenamiento y de distribución para ser entregada a los usuarios, por lo que su suministro tiene un costo (MINAGRI, ANA, COSUDE, WWF, 2015).

El alto nivel en los valores de la huella hídrica en el sector agrícola es una limitación para la agricultura. Esto ha sido una amenaza para los cultivos según los productores encuestados en el Diagnóstico del SNIA: el 49 % mencionó como amenaza a las sequías, que es la amenaza más percibida luego de las plagas, pestes y enfermedades (PNIA, 2018). De igual modo, la segunda principal limitación para mejorar sus ingresos se debe a la falta de sistemas de riego (49 %) (PNIA, 2018). En este sentido, la huella hídrica en la agricultura, la amenaza de sequías y la falta de implementación de técnicas de riego constituyen una brecha de innovación agraria. Ante esta limitación, las prácticas de la economía circular pueden ser aplicadas hacia el tratamiento de aguas residuales con el fin de poder utilizar agua tratada para efectos de la irrigación, y el fósforo dentro de las mismas aguas residuales puede ser recuperado y utilizado como fertilizante (Banco Mundial, 2019).

1.2.4. ALTOS NIVELES DE PÉRDIDA DE ALIMENTOS

Como se muestra en la figura 13, la economía circular contribuye a la eliminación de la pérdida de alimento. Sin embargo, la agricultura en América Latina presenta una gran brecha de innovación agraria en la generación de pérdida de alimentos. Al respecto, la figura 14 compara la pérdida de alimentos por región geográfica.

Figura 14. Pérdidas y desperdicio de alimentos per cápita (kg/año)



Fuente: (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2012)

Se observa que existe una pérdida de alimentos per cápita anual en la región de aproximadamente 250 kg por año. Más aún, prácticamente toda la pérdida de alimentos se genera en las etapas de la cadena de suministro, aproximadamente 200 kg por año. A diferencia de los países desarrollados, existe una pérdida de alimentos muy baja en el consumo final del consumidor, la mayoría es explicado por ineficiencias en las primeras etapas y etapas intermedias de la cadena de suministros (FAO, 2012). En el siguiente cuadro se detalla la pérdida de alimentos según el grupo de productos.

Cuadro 11. Pérdida de alimentos en América Latina según el grupo de productos

Grupo de producto	Producción agrícola	Manipulación y almacenamiento en la poscosecha	Procesamiento y envasado	Distribución	Consumo
Cereales	6 %	4 %	2 %	4 %	10 %
Raíces y tubérculos	14 %	14 %	12 %	3 %	4 %
Oleaginosas y legumbres	6 %	3 %	8 %	2 %	2 %
Frutas y hortalizas	20 %	10 %	20 %	12 %	10 %
Carne	5 %	1 %	5 %	5 %	6 %
Leche	4 %	6 %	2 %	8 %	4 %

Fuente: (FAO, 2012)

El grupo de frutas y hortalizas, seguido por el grupo de raíces y tubérculos, es el grupo que más desperdicios genera, principalmente en las etapas de producción, poscosecha y procesamiento y envasado. En estos grupos, la pérdida en distribución y consumo es menor, al igual que en el grupo de oleaginosas y legumbres. En contraste, los grupos de cereales, carne y leche tienden a presentar mayor nivel de pérdida en los eslabones de distribución y consumo. Por lo tanto, dada la presente brecha de pérdida de alimentos en la región, se requiere la implementación de soluciones innovadoras, aplicando los conceptos de la economía circular, para su reducción.



Proyecto 013-2015-INIA-PNIA-EXT (HONGOS). Se ha logrado asociar las buenas prácticas forestales con el aprovechamiento sostenible de los residuos vegetales de los bosques de pino para la proliferación de hongos; esto es, emplear todos los recursos naturales del ecosistema forestal.

1.2.5. INSUFICIENTES INSTRUMENTOS DE POLÍTICA DE FOMENTO DE LA ECONOMÍA CIRCULAR

La innovación institucional hace referencia a cambios en las reglas del juego, que rigen las relaciones e interacciones de los agentes de la cadena y otros actores públicos de investigación y desarrollo. En este sentido, para promover la adopción de la economía circular se requieren innovaciones institucionales desde el INIA, ente rector del SNIA. Sin embargo, actualmente existe una brecha de innovación agraria ante la falta de instrumentos de política de fomento de la economía circular. Al respecto, en el cuadro 12 se muestra una comparación de programas nacionales de adaptación y mitigación del cambio climático relativos a la ganadería, en los países miembros de la Alianza del Pacífico.

Cuadro 12. Programas nacionales de adaptación y mitigación del cambio climático relativos a la ganadería, en los países miembros de la Alianza del Pacífico

País	Programa	Descripción	Estado de avance
Chile	Programa nacional de catalización de la gestión de residuos orgánicos industriales y comerciales en Chile	Se enfoca específicamente en desechos orgánicos industriales producidos por la agroindustria (vino, frutas, cultivos), pesquería (salmón), ganado (aves de corral, cerdos), y desechos orgánicos comerciales generados por las actividades de poda y el funcionamiento de los mercados locales de alimentos, hoteles y restaurantes.	Buscando apoyo para la implementación
	Remoción de carbono atmosférico a través de la recuperación de suelos agrícolas chilenos degradados	Propone un conjunto de técnicas de manejo del suelo proporcionando incentivos para los agricultores que adoptan las prácticas propuestas y que se someten a monitoreo y verificación.	Buscando apoyo para la preparación
Colombia	Ganadería Bovina Sostenible	Intensifica sosteniblemente la producción ganadera a través de la implementación de sistemas silvopastoriles intensivos y no intensivos, y el manejo eficiente del sistema productivo. Destina áreas dentro de predios ganaderos para la conservación o restauración de ecosistemas naturales. Promueve el manejo de estiércol y aprovechamiento del gas metano generado en las centrales de sacrificio.	Buscando apoyo para la preparación
México	Acciones de mitigación subnacionales para la restauración de bosques degradados y la implementación del pastoreo planificado	Promueve el establecimiento de mecanismos de financiamiento estatal y la replicación de proyectos piloto exitosos en acciones de mitigación de pastoreo y restauración forestal para contribuir a los objetivos de mitigación y adaptación.	Buscando apoyo para la implementación

Fuente: (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2019)

Como se puede observar, Perú, como parte de las economías de la Alianza del Pacífico, no está dentro del grupo de países que cuenta con programas en la etapa de búsqueda de apoyo para preparación o implementación, destinados a promover prácticas de adaptación y mitigación del cambio climático en el sector ganadero. Incluso, Chile cuenta con dos programas nacionales. En el Perú, la falta de planeamiento estratégico y posterior implementación de instrumentos de política pública constituyen una brecha de innovación agraria.

Adicionalmente, en el cuadro 13 se puede observar una comparación de instrumentos de política nacionales para el desarrollo de la ganadería baja en emisiones de carbono.

Cuadro 13. Instrumentos de política nacionales para el posible desarrollo de ganadería baja en emisiones de carbono, en los países miembros de la Alianza del Pacífico

País	Instrumento de política
Chile	Programa sistema de incentivos para la sustentabilidad agroambiental de los suelos agropecuarios (SIRSD-S)
	Plan de adaptación al cambio climático para el sector silvoagropecuario
	Estrategia nacional de cambio climático y recursos vegetacionales
Colombia	Estrategia Colombiana de Desarrollo Bajo en Carbono
	Plan de acción sectorial de mitigación de gases de efecto invernadero del sector agropecuario
	Plan Estratégico de la Ganadería Colombiana 2019
México	Ley General de Cambio Climático
	Programa de producción pecuaria sustentable y ordenamiento ganadero y apícola
Perú	Plan Estratégico Sectorial Multianual 2015-2021
	Plan Nacional de Desarrollo Ganadero 2017-2027

Fuente: (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2019)

Al analizar los instrumentos de política, se puede notar que, en el Perú, dichos instrumentos son de carácter genérico, sin tratar específicamente de la temática de adaptación o mitigación del cambio climático. En contraste, en Chile, Colombia y México se cuenta con instrumentos de política específicos del cambio climático, como (i) Estrategia nacional de cambio climático y recursos vegetacionales, (ii) Plan de acción sectorial de mitigación de gases de efecto invernadero del sector agropecuario, (iii) Programa sistema de incentivos para la sustentabilidad agroambiental de los suelos agropecuarios, (iv) Ley General de Cambio Climático y (v) Plan de adaptación al cambio climático para el sector silvoagropecuario. En este sentido, se requiere la formulación de instrumentos de política relativos al cambio climático y economía circular específicos del sector agricultura.

Como comparativa en el Perú, el Ministerio de la Producción (PRODUCE) aprobó este año una Hoja de Ruta hacia una Economía Circular en el Sector Industria (D.S. 003-2020-PRODUCE, 2020), con una mirada de acciones a corto, mediano y largo plazo. El MINAGRI solo contribuye como entidad participante en la acción “Elaborar la Norma Técnica Peruana sobre fertilizantes orgánicos o compost que defina su clasificación y requisitos de calidad para estandarización del compost”, la cual es liderada por el Instituto Nacional de la Calidad (INACAL).

1.3.

Análisis de la experiencia de otras agencias de innovación en materia de economía circular

Esta sección analiza la experiencia obtenida de Innóvate Perú en materia de innovación agraria, con énfasis en la economía circular. En total, Innóvate Perú adjudicó 47 proyectos, canalizando una inversión total de más de 8,5 millones de soles, de los cuales aproximadamente 5 millones de soles fueron invertidos por recursos no reembolsables. En el cuadro 14 se detallan los proyectos adjudicados por Innóvate Perú.

Cuadro 14. Proyectos adjudicados por Innóvate Perú según el portafolio⁷

Portafolio	N.º de proyectos	Part. (%)	Inversión (miles de soles)	N.º entidades asociadas
Innovación	11	23 %	2 481	13
Emprendimiento	8	17 %	539	0
Desarrollo productivo	25	53 %	1 145	9
Ecosistema	3	6 %	854	0
Total	47	100 %	5 019	22

Fuente: (Innóvate Perú, 2020)

Las iniciativas de economía circular han tendido a centrarse más en el portafolio de desarrollo productivo (53 %), seguido por el de innovación (23 %) y emprendimiento (17 %), en menor medida. Asimismo, Innóvate Perú ha logrado vincular a 22 entidades, que actúan como asociadas a los proyectos. Las entidades se encuentran asociadas principalmente a proyectos del portafolio de innovación. Los concursos con mayor cantidad de proyectos adjudicados son mejora de la calidad (23), proyectos de innovación empresarial (11) y capital semilla para emprendimientos innovadores (6).

Cabe precisar que los portafolios de innovación y emprendimiento, que tienen por objetivo el desarrollo, prototipado y validación de una innovación o idea innovadora, están centrados sobre todo en los eslabones de procesamiento y comercialización. Por otro lado, el portafolio de desarrollo productivo aborda el mejoramiento de la productividad y competitividad de los beneficiarios, por lo que se centra en el eslabón de producción. Finalmente, el portafolio de ecosistema tiene por objeto, de manera transversal, la generación de capacidades de I+D+i y difusión de conocimiento en el ecosistema nacional.

Por otro lado, en el cuadro 15 se muestra la intervención de Innóvate Perú en economía circular, identificando el eslabón dentro de la cadena de valor en donde la innovación fue implementada.

7. Las cifras se encuentran actualizadas a diciembre del 2019.

Cuadro 15. Proyectos adjudicados por Innóvate Perú en economía circular, según la cadena de valor⁸

Eslabón	Actividad	N.º de proyectos
Insumos	Equipo de irrigación	2
	Biofertilizantes y biocontroladores	5
Total insumos		7
Producción	Cultivo	23
Total producción		23
Procesamiento	Alimentos para consumo animal	4
	Alimentos para consumo humano	3
	Suplementos nutricionales	1
	Empaques biodegradables	1
	Subproductos	7
Total procesamiento		16
Servicios auxiliares	Difusión de conocimiento	1
Total servicios auxiliares		1
Total general		47

Fuente: (Innóvate Perú, 2020)

Se observa que la mitad de las actividades se centran en el eslabón de producción, debido principalmente a que la mayoría de los proyectos financiados se centraron en la obtención de certificados comerciales de enfoque sostenible, como la certificación orgánica, de comercio justo y Rainforest Alliance, entre otros. El segundo eslabón es el de procesamiento (34 %). En este caso, los proyectos se centran en añadir valor y aprovechar los desperdicios y pérdidas agrícolas, con los cuales se produce, por ejemplo, alimento para consumo animal o humano, suplementos nutricionales, empaques biodegradables y otros subproductos. En tercer lugar, el eslabón de insumos se encuentra caracterizado principalmente por proyectos de generación de biofertilizantes y biocontroladores. En este caso, los proyectos buscaron cerrar el ciclo entre la extracción y el consumo, tratando que los desperdicios puedan regresar como insumos al proceso agrícola. Finalmente, un proyecto se encuentra en servicios auxiliares, el cual es un evento de difusión de conocimiento de la economía circular, denominado I Simposio Internacional: Reciclando hacia una Economía Circular.

Un concurso clave para promover la economía circular que Innóvate Perú ha implementado ha sido el Reto Biodiversidad. Según las bases del concurso de emprendimiento, se señala lo siguiente: “El Reto Bio, es un concurso gestionado por el Programa Nacional de Innovación para la Competitividad y Productividad ‘INNÓVATE PERÚ’, que en la categoría emprendimientos dinámicos y de alto impacto, brinda recursos no reembolsables a emprendedores y empresas en edad temprana para el cofinanciamiento de proyectos que pongan en valor los recursos naturales considerando los impactos sobre las formas de vida de los ecosistemas. Estas soluciones se expresan en productos, procesos, servicios o formas de comercialización innovadoras que idealmente incorporen principios de economía circular” (Innóvate Perú, 2019, pág. 5). Asimismo, las bases mencionan que se valorarán proyectos que contribuyan a la promoción de modelos de economía circular. En este sentido, el Reto Bio 2019 tiene como objetivo incentivar la generación de innovación en torno a la economía circular.

8. Las cifras se encuentran actualizadas a diciembre del 2019.

Por último, Innóvate Perú cuenta con acciones enmarcadas dentro de la Hoja de Ruta hacia una Economía Circular en el Sector Industria (D.S. 003-2020-PRODUCE, 2020). En el cuadro 16 se muestran las líneas de acción en donde Innóvate Perú figura como responsable, en el marco del D.S. 003-2020-PRODUCE.

Cuadro 16. Acciones de Innóvate Perú en el marco del D.S. 003-2020-PRODUCE

Acción	Entidad		Tiempo estimado para su implementación		
	Responsable	Participantes	Corto plazo (1 año)	Mediano plazo (3 años)	Largo plazo (5 años)
Línea de acción: Gestionar la información vinculada a la productividad circular					
b.1) Difundir casos de éxito de proyectos cofinanciados por Innóvate Perú alineados a la economía circular	Innóvate Perú	PRODUCE	X	X	X
Línea de acción: Incentivar la innovación y el uso de tecnologías limpias y sostenibles					
e.3) Promover la innovación de materiales e insumos con mayor potencial de implementar la economía circular en actividades de la industria manufacturera	Innóvate Perú	PRODUCE CITE-ITP*	X	X	X
e.6) Fomentar la creación de start-up con enfoque de economía circular en las actividades de la industria manufacturera	PRODUCE Innóvate Perú			X	
e.8) Incluir en los fondos públicos de innovación productiva líneas que promuevan la economía circular en las actividades de la industria manufacturera	PRODUCE Innóvate Perú			X	
Línea de acción: Diseño de mecanismos e incentivos para promover iniciativas innovadoras y tecnologías limpias					
f.2) Impulsar la articulación y el cofinanciamiento con Innóvate Perú u otros fondos concursables para promover proyectos de innovación y emprendimiento alineados a economía circular (eficiencia de recursos y producción más limpia, ecoinnovación, valorización de residuos, etc.)	PRODUCE Innóvate Perú			X	
f.4) Promover una estrategia de articulación de los instrumentos financieros existentes a través de eventos, cursos, seminarios sobre financiamientos en economía circular	Innóvate Perú		X	X	X

Fuente: (D.S. 003-2020-PRODUCE, 2020)

* Centro de Innovación Productiva y Transferencia Tecnológica del Instituto Tecnológico de la Producción

En total, Innóvate Perú es responsable de seis acciones en el marco de la Hoja de Ruta en mención. Sus acciones se orientan a la difusión de casos de éxito, así como al fomento y promoción de la innovación y emprendimientos en economía circular, y diseño de incentivos respectivos.

Ahora bien, a partir del análisis de la experiencia de Innóvate Perú, adicionalmente a haber financiado proyectos en materia de economía circular, ha diseñado un instrumento concursable, que tiene por objetivo promover la generación de innovación en economía circular. Más aún, se encuentra liderando acciones de promoción de la economía circular en un plan de largo plazo de 5 años. Aplicando esto al PNIA, existen brechas en cuanto al diseño de instrumentos concursables, y al MINAGRI en general, por la falta de un plan de acción o instrumento de política de fomento de la innovación en economía circular.

1.4.

Revisión del contexto y principales tendencias de los mercados de servicios de innovación

1.4.1. CONCEPTO DE LA ECONOMÍA CIRCULAR

El modelo económico tradicional de “tomar, hacer, desechar” se encuentra próximo a su límite de capacidad física. La economía circular es un modelo alternativo que busca redefinir qué es el crecimiento, con énfasis en los beneficios para toda la sociedad. Su objetivo es desvincular la actividad económica del consumo de recursos finitos y eliminar los residuos del sistema desde el diseño (MacArthur, 2015). La economía circular se basa en tres principios:

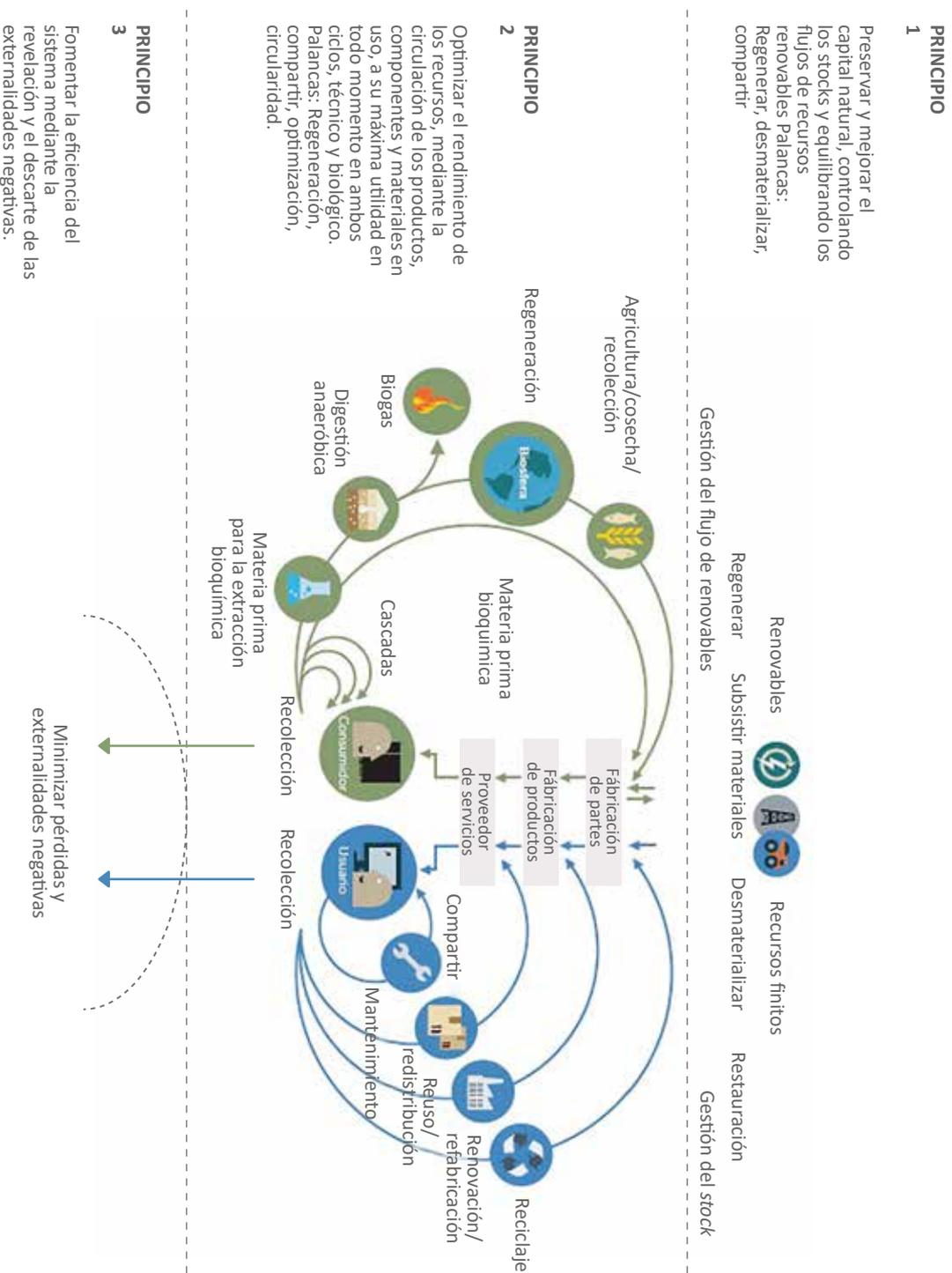
- **Principio 1:** Preservar y mejorar el capital natural, controlando los stocks y equilibrando los flujos de recursos renovables. Palancas: regenerar, desmaterializar, compartir.
- **Principio 2:** Optimizar el rendimiento de los recursos, mediante la circulación de los productos, componentes y materiales en uso, a su máxima utilidad en todo momento en ambos ciclos, técnico y biológico. Palancas: regenerar, compartir, optimizar, circular.
- **Principio 3:** Fomentar la eficiencia del sistema mediante la revelación y el descarte de las externalidades negativas.

Como modelo de cadena de valor, la figura 15 brinda una esquematización de la economía circular.



Proyecto 008-2015-INIA-PNIA-IA (HONGOS). Se ha aprovechado los residuos poscosecha del café (pulpa y cascarilla) como parte del sustrato para la producción de hongos comestibles.

Figura 15. Esquema de la economía circular



Fuente: MacArthur, 2015

Como se puede observar, la economía circular busca la generación de bucles en las cadenas de valor, donde el consumo final de los productos, en lugar de ser desperdicio o pérdida, se vuelve a invertir en la cadena misma como insumo para el proceso de producción o fabricación. Mediante este modelo económico se reduce la extracción de recursos, lo que es una forma de preservarlos; se optimiza el rendimiento de estos, y se fomenta la eficiencia del sistema.

En relación con la cadena de valor de alimentos y bebidas, hay una serie de alternativas para lograr la minimización de desperdicios, la cuales se detallan en la figura 16.

Figura 16. Alternativas de minimización de desperdicios en la cadena de alimentos y bebidas



Fuente: (Netherlands Enterprise Agency, 2020)

Se evidencia que existe una jerarquía de alternativas, desde las más a las menos deseables. Como alternativas de gestión de los desperdicios, se puede realizar actividades de reciclaje, recuperación y disposición. Avanzando en la jerarquía, las prácticas de reducción de desperdicios incluyen actividades de optimización, como la redistribución o uso para alimento de animales. Finalmente, la alternativa preferida en el manejo de residuos es la prevención, que intenta minimizar la cantidad de desperdicios de materia prima, ingredientes o productos.

1.4.2. PRINCIPALES TENDENCIAS DE INNOVACIÓN

Agricultura regenerativa

La agricultura regenerativa es la principal tendencia de innovación para convertir el sistema agrario en un sistema de bajas emisiones de carbono. Esta implica cultivar productos agrícolas de tal manera que mejore la calidad de los suelos y promueva la biodiversidad agraria y el ecosistema local (MacArthur, 2019). La agricultura regenerativa se puede aplicar tanto en tierra de pastoreo como en tierra de cultivos. En el primer tipo de tierra se utiliza el ganado como una herramienta para generar fertilidad del suelo, al controlar el tiempo de pastoreo y descanso de los pastizales. El enfoque implica una serie de diferentes técnicas de pastoreo, como la optimización de la densidad del ganado, el uso de una variedad más amplia de especies de pasto y la rotación regular de animales a través de pastos. En casos exitosos, el resultado es una mejor salud del suelo, una disminución de las emisiones de carbono, una mayor retención de agua y mayores rendimientos de forraje. En el segundo tipo de tierra, las tierras de cultivos, se aplican técnicas de minimización de la alteración del suelo (labranza cero), el uso de cultivos de cobertura, cultivos intercalados y el uso de fertilizantes orgánicos. Esto contribuye a la reducción de las emisiones de CO₂, dado que se evitan las pérdidas de carbono en el suelo a través de la poca o nula labranza y reduciendo la necesidad de insumos intensivos en carbono, como maquinaria agrícola, bombeo de agua e insumos sintéticos. Al 2050 se proyecta que la implementación de prácticas de agricultura regenerativa pueda reducir las emisiones de carbono (CO₂eq) en 3,9 billones de toneladas anuales (MacArthur, 2019).

Como caso de éxito internacional, el Grupo Bilbao, empresa brasilera que produce caña de azúcar orgánica, ha implementado prácticas de agricultura regenerativa. Se implementó una serie de acciones, como la creación de un programa de fertilización orgánica en los cultivos, en donde los pesticidas se cambiaron por un sistema natural de manejo de plagas y enfermedades, y que aprovecha las variedades de cultivos resistentes, así como un programa de control biológico y prácticas de control culturales para inhibir las plagas y enfermedades (MacArthur, 2020). Adicionalmente, para evitar la compresión del suelo, idearon una solución, utilizando neumáticos de alta flotación que se desinflan parcialmente antes de que los vehículos ingresen a los campos. En tercer lugar, se estableció un sistema de reciclaje de subproductos orgánicos que recogía los residuos sólidos de la filtración de jugo, ceniza de las calderas y residuo líquido, y lo aplicaba nuevamente a los campos. Como resultado, el Grupo Bilbao pudo eliminar sus insumos químicos por completo, dejó de utilizar la irrigación mecánica y mejoró su rendimiento en 20 % (MacArthur, 2020). Sin duda alguna, la implementación de prácticas de agricultura regenerativa constituye la principal tendencia de innovación en materia de economía circular.

Agroecología

Dado que los sistemas agrícolas actuales son intensivos en recursos y han provocado deforestación masiva, escasez de agua, pérdida de biodiversidad, agotamiento del suelo y niveles elevados de GEI, la FAO promueve la agroecología como visión a futuro de la agricultura sostenible (FAO, 2018). “La agroecología es un enfoque integrado que aplica simultáneamente conceptos y principios ecológicos y sociales al diseño y la gestión de los sistemas alimentarios y agrícolas. Su objetivo es optimizar las interacciones entre las plantas, los animales, los seres humanos y el medio ambiente, teniendo en cuenta, al mismo tiempo, los aspectos sociales que deben abordarse para lograr un sistema alimentario justo y sostenible” (FAO, 2018, pág. 1). En el cuadro 17 se enumeran los diez elementos de la agroecología.

Cuadro 17. Diez elementos de la agroecología

N.º	Elemento	Descripción
1	Diversidad	La diversificación es fundamental en las transiciones agroecológicas para garantizar la seguridad alimentaria y la nutrición y, al mismo tiempo, conservar, proteger y mejorar los recursos naturales.
2	Creación conjunta e intercambio de conocimientos	Las innovaciones agrícolas responden mejor a los desafíos locales cuando se crean conjuntamente mediante procesos participativos.
3	Sinergias	Crear sinergias potencia las principales funciones de los sistemas alimentarios, lo que favorece la producción y múltiples servicios ecosistémicos.
4	Eficiencia	Las prácticas agroecológicas innovadoras producen más utilizando menos recursos externos.
5	Reciclaje	Reciclar más significa una producción agrícola con menos costos económicos y ambientales.
6	Resiliencia	Mejorar la resiliencia de las personas, las comunidades y los ecosistemas es fundamental para lograr sistemas alimentarios y agrícolas sostenibles.
7	Valores humanos y sociales	Proteger y mejorar los medios de vida, la equidad y el bienestar social es fundamental para lograr sistemas alimentarios y agrícolas sostenibles.
8	Cultura y tradiciones alimentarias	Mediante la promoción de dietas saludables, diversificadas y culturalmente apropiadas, la agroecología contribuye a la seguridad alimentaria y a la nutrición al tiempo que mantiene la salud de los ecosistemas.
9	Gobernanza responsable	Para lograr una alimentación y una agricultura sostenibles es necesario adoptar mecanismos de gobernanza responsables y eficaces a diferentes escalas, local, nacional y mundial.
10	Economía circular y solidaria	Las economías circulares y solidarias que reconectan a productores y consumidores ofrecen soluciones innovadoras para vivir dentro de los límites de nuestro planeta y, al mismo tiempo, afianzan las bases sociales para el desarrollo inclusivo y sostenible.

Los diez elementos de la agroecología recogen las características comunes de los sistemas agroecológicos, las prácticas básicas y criterios de innovación, y los juntan con los valores humanos, sociales y culturales, así como con una gobernanza responsable y una economía circular. Estos elementos están interrelacionados y son interdependientes, lo que establece un círculo virtuoso en sistemas alimentarios. En la figura 17 se esquematizan las relaciones presentes en un modelo agroecológico.

Figura 17. La interrelación de los elementos de la agroecología

Fuente: (FAO, 2018)

Tratamiento de aguas residuales

A nivel global, las aguas residuales no son ni recolectadas ni tratadas; se estima que el 80 % de las aguas residuales son revertidas al medioambiente sin un tratamiento adecuado (World Bank Group, 2019). En el Perú, solo el 40 % de la población se encuentra conectada a un sistema de tratamiento de aguas residuales.

No obstante, las aguas residuales son un recurso valioso, especialmente para la agricultura. En consonancia con la economía circular, el tratamiento de las aguas residuales tiene los siguientes beneficios para la agricultura:

- El agua tratada puede ser utilizada para fines de irrigación de cultivos.
- El lodo de las aguas residuales puede servir como insumo para un digestor anaeróbico, que lo transforma en biosólidos. Los biosólidos son ricos en nutrientes que pueden ser utilizados como fertilizantes en la agricultura. Pueden ayudar a recuperar tierras degradadas o usarse como fuente de energía.
- El fósforo puede ser recuperado de las aguas residuales y utilizado como fertilizante (World Bank Group, 2019).

En efecto, el tratamiento de aguas residuales es una tendencia de innovación institucional que requiere la colaboración entre entidades públicas de sanidad y de agricultura, así como de entidades privadas, como operadores de las plantas. Asimismo, se cumple con dos objetivos de política: asegurar la sanidad nacional e impulsar la economía circular en la agricultura. Cabe recalcar que el fósforo es un recurso limitado, y el 90 % de la extracción del mismo se destina a la agricultura, por lo que la búsqueda de alternativas para la provisión de fósforo es clave para el futuro de la agricultura (Vollaro, Galioto, & Viaggi, 2016).

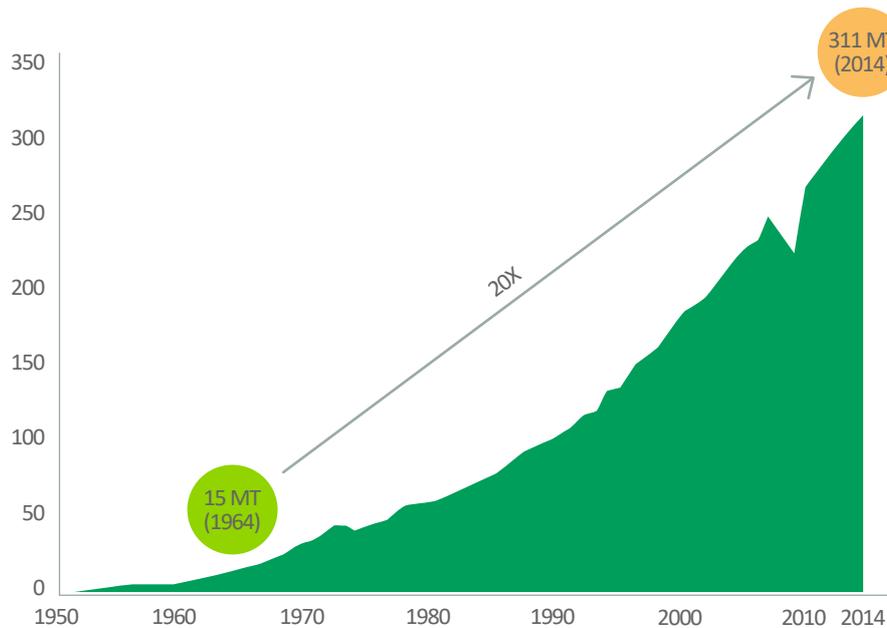


Proyecto 046-2016-INIA-PNIA-EXT (PAPA). Se han utilizado residuos orgánicos de la finca familiar para la elaboración de abono orgánico que se aplica en los campos de cultivo de papa de manera planificada.

Innovación en bioplásticos

El plástico se utiliza en prácticamente todas las industrias a nivel global, como empaque en productos alimenticios, o en los sectores de salud, transporte, construcción y electrónicos. Debido a su gran utilidad transversal, la producción de plástico ha crecido de manera exponencial. En la siguiente figura se muestra el crecimiento en la producción global de plásticos.

Figura 18. Crecimiento en la producción global de plásticos (millones de toneladas)



Fuente: MacArthur, 2017

Entre 1964 y 2014, la producción global de plástico ha crecido más de 20 veces, de 15 millones a 311 millones de toneladas. Se proyecta que la producción de plástico llegue a más de 600 millones de toneladas al 2030 y más de 1 124 millones de toneladas al 2050 (MacArthur, 2017). Adicionalmente, al 2050, el 20 % del consumo de petróleo será destinado a la producción de plástico, al igual que el 15 % de las emisiones de carbono.

En este contexto, para promover la economía circular, el plástico debería dejar de convertirse en un desperdicio y entrar nuevamente como un insumo valioso. Una alternativa para lograr esto es promover los plásticos biodegradables, a partir de los desechos alimenticios o desperdicios de la misma industria alimentaria (MacArthur, 2017). Por ejemplo, se ha visto que el plátano es un insumo adecuado para producir plástico biodegradable, el cual se degrada en un mes (López-Giraldo, Cuarán-Cuarán, Arenas-García, & Flórez-Pardo, 2014). Hacer el plástico biodegradable cumple con el propósito de eliminar la contaminación en el medioambiente, así como habilita la posibilidad de que este pueda luego ser reutilizado como nutriente en los suelos agrícolas (MacArthur, 2017). Al respecto, se requiere de mayor esfuerzos e inversión en innovación en este aspecto, para lograr consolidar esta tendencia de innovación.

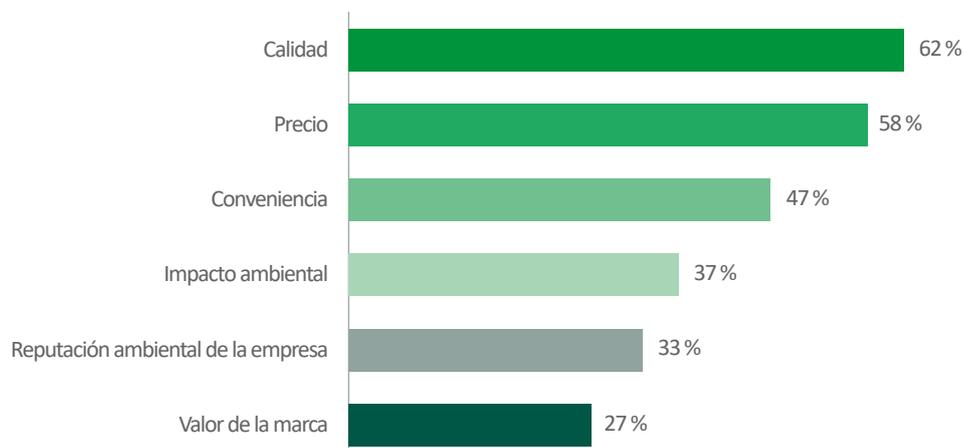
Tendencias del consumidor

La economía circular es cada vez más demandada por parte de los consumidores, quienes se encuentran informados sobre las prácticas socioambientales de las empresas. Adicionalmente a todos los beneficios que trae consigo la economía circular, la adopción de sus prácticas es una ventaja competitiva. El Banco ING realizó una encuesta global a más de 15 000 personas, en la que se les preguntó sobre sus patrones de consumo y actitudes frente a la adopción de la economía circular de las empresas (ING, 2020). Los consumidores globales se encuentran comprometidos con el medioambiente: el 61 % de encuestados mencionó que percibe que sus acciones como individuo pueden tener un impacto positivo sobre los desafíos ambientales globales. Como principales hallazgos de las tendencias del consumidor se halló lo siguiente:

- El 49 % de consumidores está dispuesto a pagar precios más altos por productos si fuesen producidos de manera amigable con el ambiente.
- El 59 % de consumidores está influenciado por el impacto ambiental de los productos que compra.
- El 61 % de consumidores estaría menos dispuesto a comprar productos de una empresa si descubriera que esta no es amigable con el ambiente.

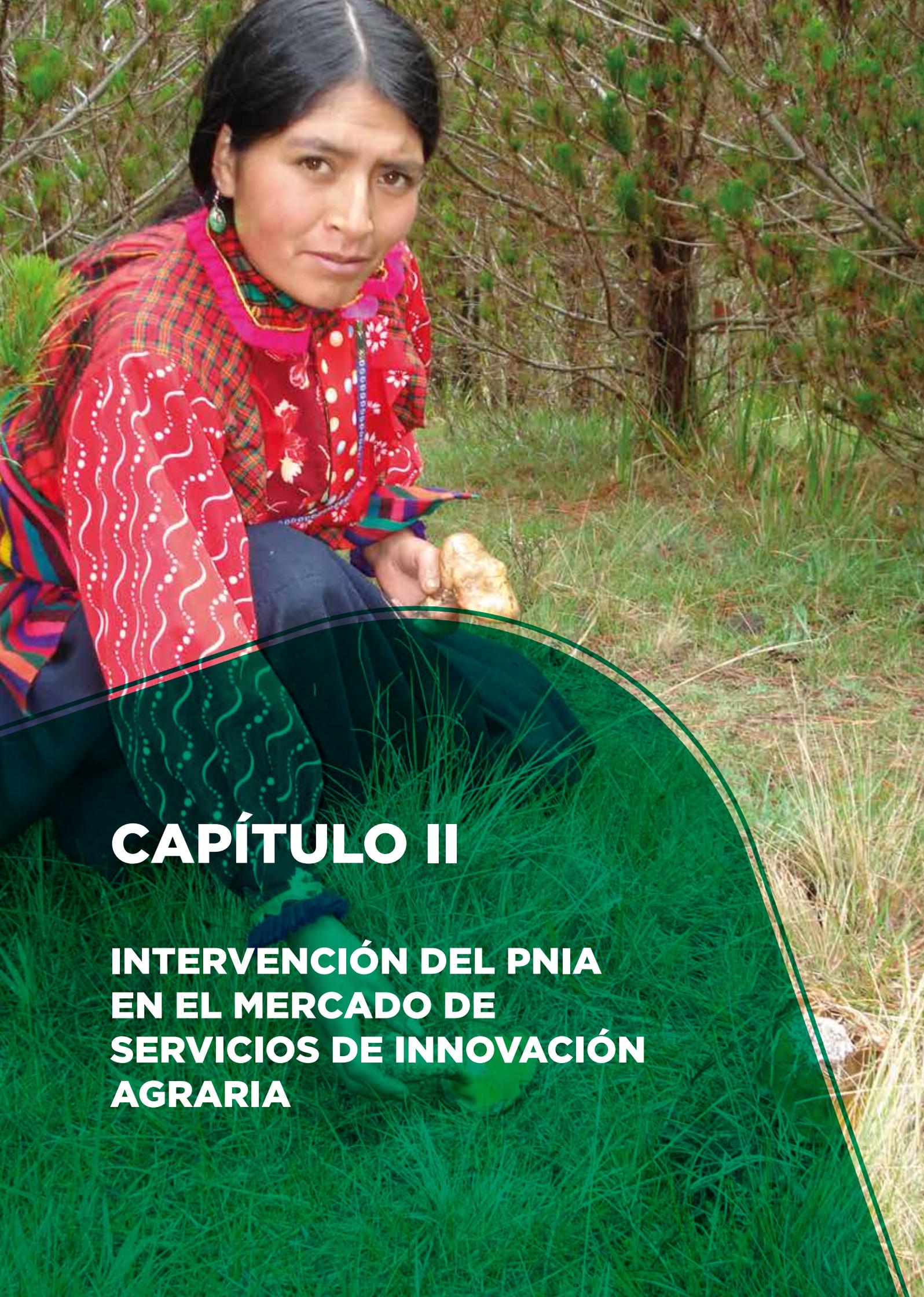
Como se puede observar, las prácticas ambientales se están volviendo un factor decisivo en el proceso de compra de los consumidores. En la figura 19 se comparan los factores de la decisión de compra de los encuestados.

Figura 19. Importancia de factores en la decisión de compra de productos alimenticios



Fuente: (Internationale Nederlanden Groep, 2020)

Si bien los principales factores de compra son la calidad (62 %), el precio (58 %) y la conveniencia (47 %), los dos siguientes factores son del impacto ambiental del producto (37 %) y la reputación ambiental de la empresa (33 %), los cuales se encuentran relacionados con las prácticas ambientales y de economía circular. Incluso los factores ambientales tienen un impacto mayor que el valor de la marca. En este sentido, el cambio en tendencias del consumidor por la búsqueda de productos amigables con el ambiente constituye una tendencia de innovación.



CAPÍTULO II

**INTERVENCIÓN DEL PNIA
EN EL MERCADO DE
SERVICIOS DE INNOVACIÓN
AGRARIA**

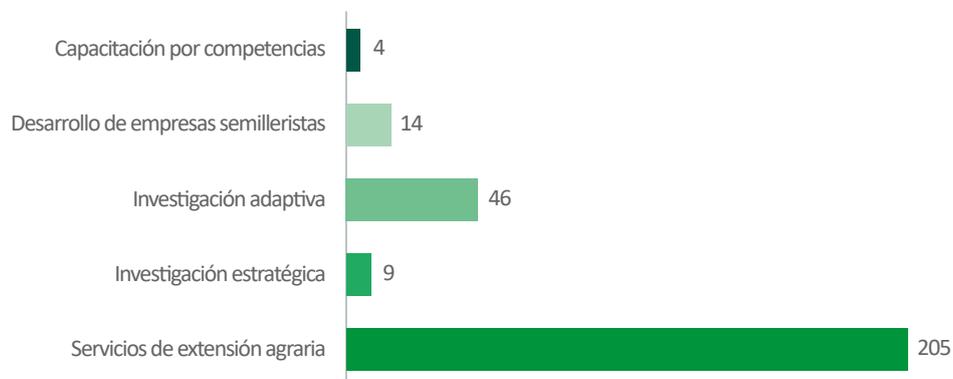
2.1.

Sistematización de las experiencias y resultados de los proyectos vinculados a la economía circular

Distribución por tipo de fondo

En su totalidad, el PNIA ha financiado 278 proyectos vinculados a la economía circular, canalizando una inversión de más de 85 millones de soles para dichos proyectos. En la figura 20 se muestra la distribución de los proyectos según el tipo de fondo.

Figura 20. Distribución de proyectos según el tipo de fondo

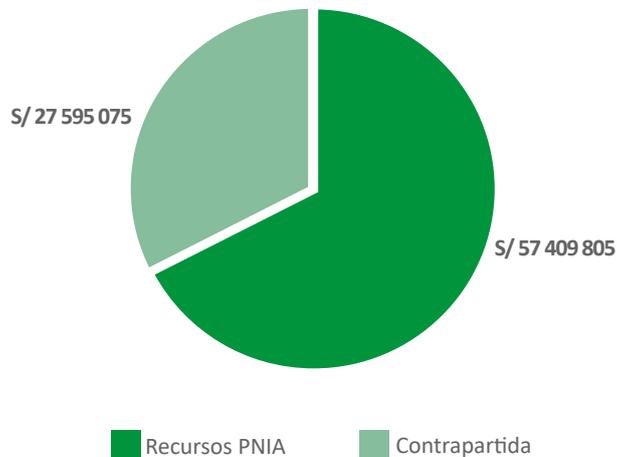


Fuente: (Programa Nacional de Innovación Agraria [PNIA], 2020)

Del total de subproyectos financiados, aproximadamente el 74 % han sido del fondo de servicios de extensión agraria; el 17 %, de investigación adaptativa; el 5 %, de desarrollo de empresas semilleristas; el 3 %, de investigación estratégica, y el 1 %, de capacitación por competencias. A junio del 2020, 192 subproyectos se encontraban en fase de cierre por culminación; 85, en proceso de cierre por culminación, y solamente un proyecto en ejecución. Es decir, la mayoría de los proyectos ya se encuentran culminados o por culminar.

En la figura 21 se muestra la distribución del financiamiento de los proyectos, según su origen.

Figura 21. Distribución de proyectos según el tipo de fondo



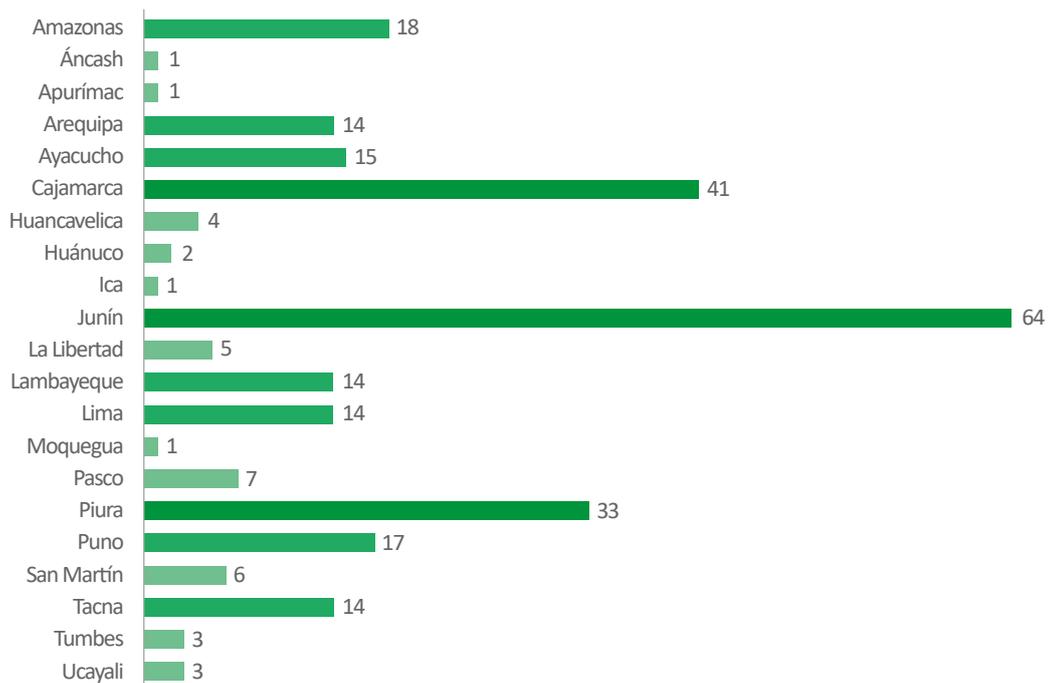
Fuente: (Programa Nacional de Innovación Agraria [PNIA], 2020)

En el gráfico anterior se evidencia la importancia que ha tenido el PNIA en la dimensión financiera de los subproyectos, pues aportó el 68 % del total de financiamiento canalizado hacia los proyectos de innovación agraria. La contraparte monetaria y no monetaria representa solo el 32 % restante.

Distribución geográfica

Los subproyectos financiados han sido de alcance nacional, localizados en 21 departamentos del Perú. En la figura 22 se muestra su distribución geográfica.

Figura 22. Distribución de los subproyectos según departamento



Fuente: (Programa Nacional de Innovación Agraria [PNIA], 2020)

Se puede observar que solo el 5 % de los proyectos se encuentran localizados en Lima, con el 95 % restante ubicados en otras regiones. Las regiones con la mayor cantidad de proyectos son Junín (23 %), Cajamarca (15 %), Piura (12 %) y Amazonas (6 %). Por otro lado, en términos de macrorregiones, la Macrorregión Norte cuenta con la mayor cantidad de proyectos en economía circular (35 %), seguida por la Macrorregión Centro (34 %), Sur (17 %) y Oriente (10 %).

De manera complementaria, en cuanto a la carga de proyectos de economía circular por unidad descentralizada (UD), en el cuadro 18 se detalla el ámbito de intervención de las UD del PNIA.

Cuadro 18. Ámbito de intervención de las unidades descentralizadas

Unidad descentralizada	N.º proyectos	Sede	Subsede	Regiones
UD I	96	Lambayeque	Piura y Tumbes	Tumbes, Piura, Lambayeque, La Libertad, Cajamarca
UD II	13	Huánuco	Áncash	Áncash, Huánuco, Pasco, Ucayali
UD III	98	Junín	Lima e Ica	Lima, Ica, Junín, Huancavelica, Ayacucho
UD IV	46	Puno	Arequipa	Puno, Arequipa, Moquegua, Tacna
UD V	1	Cusco	-	Madre de Dios, Cusco, Apurímac
UD VI	24	San Martín	Loreto	Loreto, San Martín, Amazonas

Fuente: (Programa Nacional de Innovación Agraria [PNIA], 2020)

En el cuadro anterior se observa que la mayor carga de proyectos en la presente temática se presentó en la UD III y la UD I, seguidas por las UD IV, VI, y II. La UD V solo tuvo un proyecto a su cargo, localizado en el departamento de Apurímac.

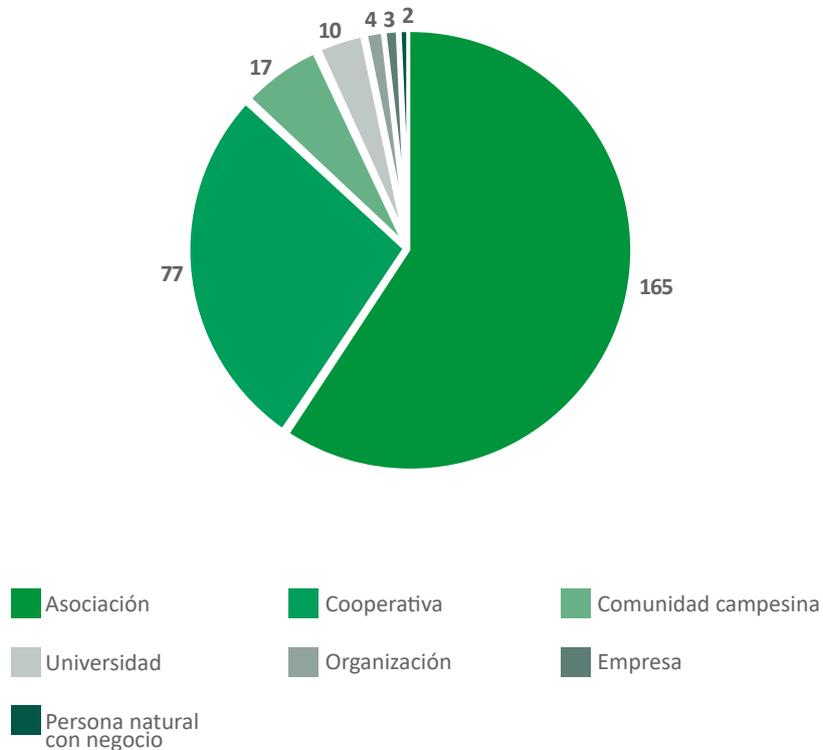


Proyecto 012-2016-INIA-PNIA-SEM (CAMÉLIDOS). Se ha incorporado materia orgánica, estiércol y guano de corral para la fertilización de los suelos.

Distribución por tipo de entidad ejecutora y colaboradora

En la figura 23 se muestra la naturaleza de las entidades ejecutoras de los subproyectos.

Figura 23. Naturaleza de las entidades ejecutoras

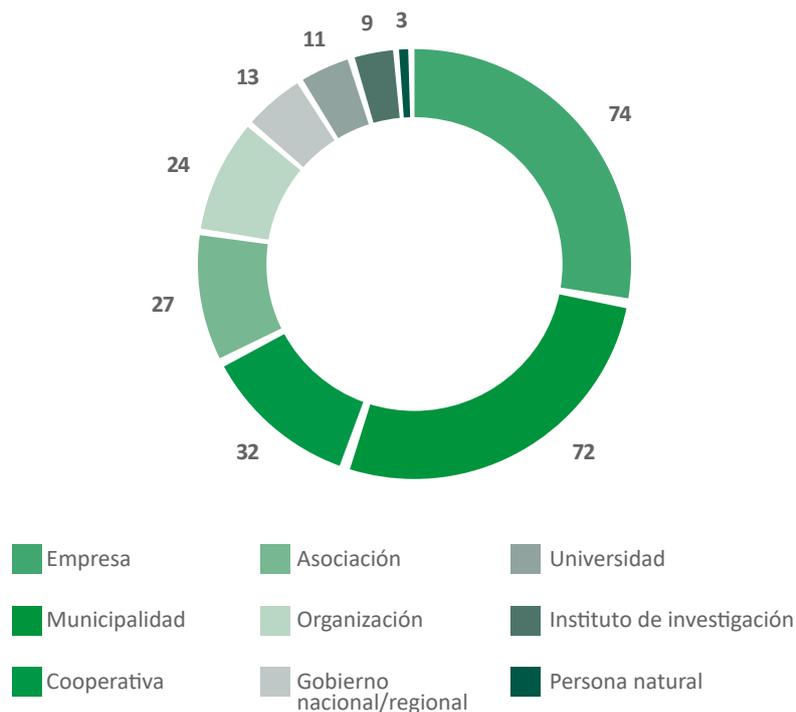


Fuente: (Programa Nacional de Innovación Agraria [PNIA], 2020)

La naturaleza de las entidades ejecutoras puede ser clasificada en 7 distintos tipos de entidades. Las asociaciones y cooperativas componen el 87 % del total de entidades ejecutoras, esto debido principalmente a la naturaleza de los fondos, que se encontraban centrados en el fondo de servicios de extensión agraria. Luego se encuentran las comunidades campesinas (6 %), seguidas por las universidades (4 %). En menor medida, figuran como entidades ejecutoras las organizaciones, empresas y personas naturales con negocio.

Ahora bien, las entidades ejecutoras pueden ir acompañadas de entidades colaboradoras, especialmente entidades de distinta naturaleza, con el fin de promover la innovación colaborativa. Así, se fomenta la relación de la triple hélice de la innovación: la participación de la empresa, el Estado y la academia. En la figura 24 se muestra la naturaleza de las entidades colaboradoras. Cabe recalcar que el 95 % de los subproyectos financiados contaron con la participación de una entidad colaboradora, lo que muestra el interés en el trabajo de I+D+i conjunto.

Figura 24. Naturaleza de las entidades colaboradoras



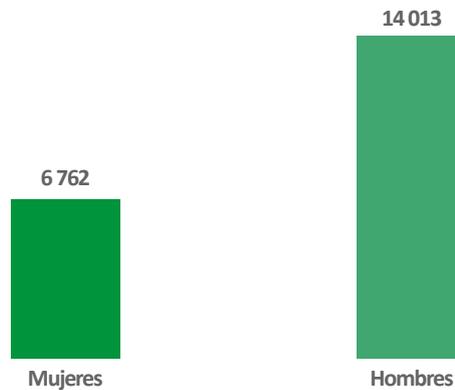
Fuente: (Programa Nacional de Innovación Agraria [PNIA], 2020)

En el caso de las entidades colaboradoras, estas se pueden clasificar en 9 tipologías. Como se puede observar, la mayoría de las entidades colaboradoras son empresas (28 %) y municipalidades (27 %). En este sentido, en materia de economía circular, las vinculaciones privada-privada y privada-pública han sido las de mayor cantidad. Existe aún una muy poca vinculación privada-academia, lo que se demuestra por la baja tasa de participación de universidades e institutos de investigación, de apenas 4 % y 3 %, respectivamente.

Distribución por género de los beneficiarios

Además de promover la innovación agraria, los proyectos tienen por finalidad beneficiar a productores y productoras locales. Al respecto, a través de los 278 subproyectos, se ha logrado beneficiar a un total de 20 775 personas. En la figura 25 se muestra la distribución de los beneficiarios por género.

Figura 25. Beneficiarios por género



Fuente: (Programa Nacional de Innovación Agraria [PNIA], 2020)

Se evidencia una notoria brecha de género entre los beneficiarios de los proyectos. En efecto, las mujeres solo componen el 33 % del total de beneficiarios. Aún existe una fuerte prevalencia de beneficiarios hombres. Si se quiere lograr la inclusión de la mujer en la agricultura, con el fin de reducir las brechas socioeconómicas de género, se debe incentivar la participación de la mujer en los subproyectos financiados por el PNIA.

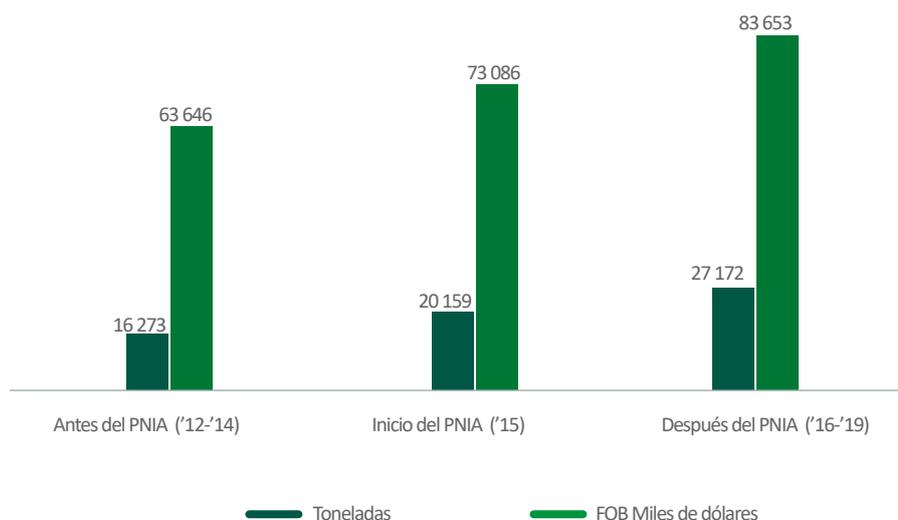


Proyecto 037-2016-INIA-PNIA-IA (VACUNOS). Se han desarrollado actividades orientadas a la preparación de alimento balanceado empleando como insumos residuos de cosecha y forraje picado. Los resultados son socializados entre los socios de la cooperativa.

Distribución por exportaciones

Una de las tendencias de los últimos 20 años en la agricultura nacional ha sido el crecimiento exponencial de las agroexportaciones como medio de mejoramiento de las condiciones socioeconómicas de los pequeños y medianos agricultores. Al respecto, se ha realizado un análisis de las exportaciones de los beneficiarios de los proyectos de la economía circular. Los resultados se pueden observar en la figura 26. Cabe recalcar que, de las 267 entidades ejecutoras⁹, solo 62 de ellas registraron exportaciones entre el 2012 y el 2019, es decir, solo el 23 % de las entidades.

Figura 26. Exportaciones de entidades ejecutoras



Fuente: (SUNAT, 2020)

En el gráfico anterior se puede observar el crecimiento sostenido de las agroexportaciones, entre el 2012 y 2019. Asimismo, dividiendo este tiempo en tres fases, según el desarrollo del PNIA, se puede observar que su intervención ha tenido impactos positivos sobre el incremento de las exportaciones de las entidades ejecutoras. En promedio, antes del PNIA, estas entidades exportaban 63,6 millones de dólares y 16 273 toneladas, mientras que, en promedio, después del PNIA, estas cifras fueron de 83 653 miles de dólares y 27 172 toneladas. En total, entre el 2012 y el 2019, el valor y cantidad exportada han crecido en 3,16 % y 7,14 %, respectivamente. Por último, con respecto a los países de destino, Estados Unidos (35 %) es el principal, seguido por Alemania (21 %), Bélgica (11 %), Canadá (7 %) y Suecia (7 %). Cabe recalcar que los destinos de la Unión Europea representaron el 50 % del total de valor exportado en el 2019, frente a representar el 37 % en el 2012, por lo que este mercado es el más atractivo para las exportaciones de productos con enfoque de economía circular.

9. Los 278 proyectos relacionados a la economía circular fueron realizados por un total de 267 entidades ejecutoras.

Por otro lado, con respecto a las líneas de productos exportados, estas se muestran en el cuadro 19.

Cuadro 19. Exportaciones por línea de producto

Línea de producto	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Part. (%)
Café	59 772	47 562	72 282	69 060	82 322	77 521	73 171	77 903	94,5 %
Banano	1 536	1 679	1 764	1 813	1 874	1 643	3 320	1 606	1,9 %
Cacao	2 069	627	1 126	1 223	3 696	3 013	1 942	1 555	1,9 %
Quinua	885	501	1 074	901	732	718	671	815	1,0 %
Papa					234	408	329	337	0,4 %
Maíz					23	74	75	84	0,1 %
Mango			18		63	88	40	77	0,1 %
Otros productos diversos		1	32	25	9	51	28	24	0,0 %
Caña de azúcar			5	64	64	61	35	9	0,0 %
Palta			3						0,0 %
Total	64 262	50 370	76 305	73 086	89 017	83 577	79 610	82 410	100 %

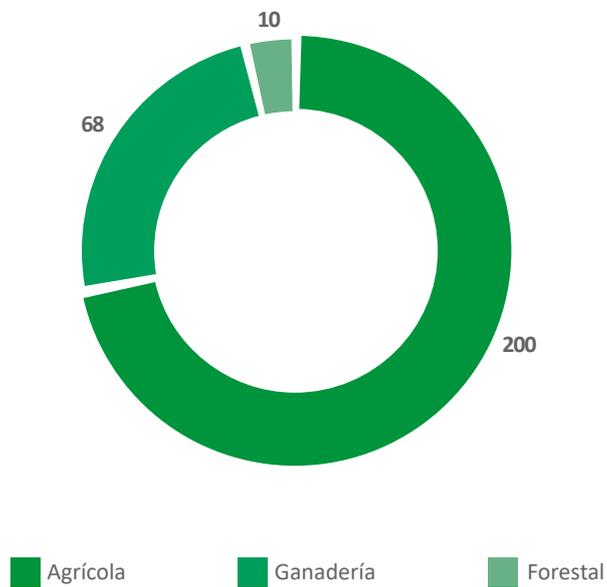
Fuente: (SUNAT, 2020)
Valor FOB en miles de dólares

Como se puede observar, prácticamente el total de exportaciones se encuentra representado por el café (94,5 %). El resto de productos tiene una participación menor que 2 %. Esto se debe principalmente a que, de los 278 proyectos en economía circular, 108 estuvieron centrados en el cultivo del café. Por otro lado, otros productos que destacan en valor exportado son el banano (1,9 %), cacao (1,9 %) y quinua (1 %). Aún se requiere una diversificación de las exportaciones de empresas con enfoque de economía circular hacia otros cultivos e, incluso, hacia la actividad pecuaria.

Distribución por eslabón de la cadena de valor

Los subproyectos desarrollan actividades en distintas cadenas productivas. El siguiente cuadro muestra la distribución de los subproyectos según la principal actividad económica.

Figura 27. Subproyectos financiados según la actividad económica



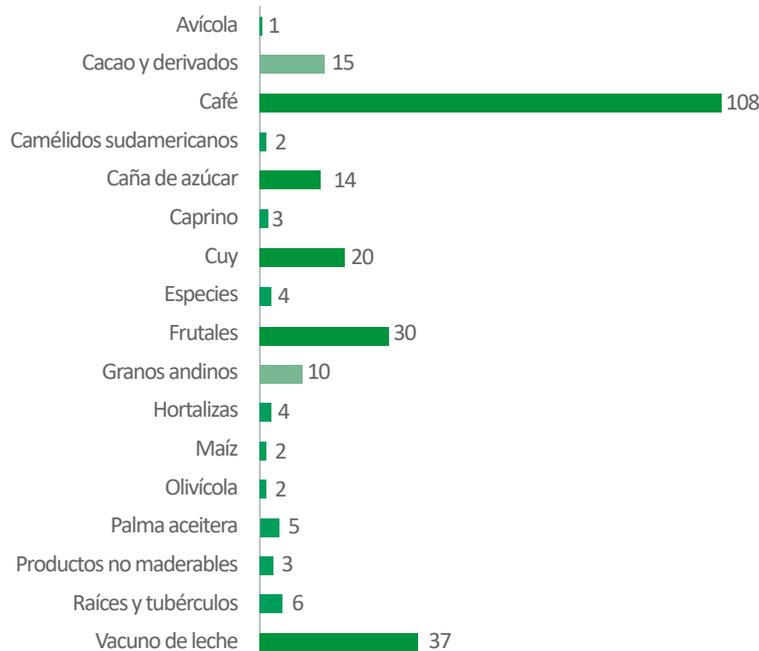
Fuente: (Programa Nacional de Innovación Agraria [PNIA], 2020)



Proyecto 107-2016-INIA-PNIA-EXT (VACUNOS). El alimento balanceado preparado y formulado para los vacunos de leche, tiene como base avena forrajera picada de las parcelas instaladas.

El 72 % del total de proyectos pertenecen al sector agrícola, seguido por el 24 % del sector ganadero y el 4 % restante del sector forestal. En este sentido, se han desarrollado innovaciones agrícolas en distintas materias y de diferente naturaleza. Las principales cadenas productivas financiadas se encuentran en la siguiente figura.

Figura 28. Subproyectos financiados según la cadena productiva



Fuente: (Programa Nacional de Innovación Agraria [PNIA], 2020)

Se puede identificar que aproximadamente el 40 % de los subproyectos se encuentran vinculados a la cadena productiva del café, seguida por las cadenas productivas de vacuno de leche (13 %), frutales (11 %) y cuy (7 %). El resto de las cadenas productivas cuentan con una participación total menor que 5 %. Entre las que más destacan, figuran las cadenas de cacao y derivados, caña de azúcar, productos no maderables y granos andinos.

Por otro lado, los subproyectos han sido clasificados según el eslabón de la cadena de valor en donde la innovación fue aplicada. Los resultados se muestran en el siguiente cuadro.

Cuadro 20. Subproyectos financiados según el eslabón de la cadena de valor

Eslabón	Actividad	N.º proyectos	Part. (%)
Insumos	Equipo de irrigación	3	14 %
	Equipo para ganadería	1	5 %
	Pasturas	3	14 %
	Semillas/material genético	14	67 %
	Total insumos	21	7,55 %
Producción	Crianza	15	11 %
	Cultivo	117	89 %
	Total producción	132	47,48 %
Procesamiento	Alimentos y bebidas procesadas	5	9 %
	Fibra de alpaca	1	2 %
	Granos de cacao	4	7 %
	Manejo poscosecha	24	44 %
	Miel de abeja	2	4 %
	Panela granulada	2	4 %
	Productos lácteos	16	30 %
Total procesamiento	54	19,42 %	
Comercialización	Comercialización	12	100 %
	Total comercialización	12	4,32 %
Servicios auxiliares	Desarrollo de capacidades	4	100 %
	Total servicios auxiliares	4	1,44 %
I + D	Insumos	20	36 %
	Producción	10	18 %
	Procesamiento	25	45 %
	Total I+D	55	19,78 %
Total general		278	100 %

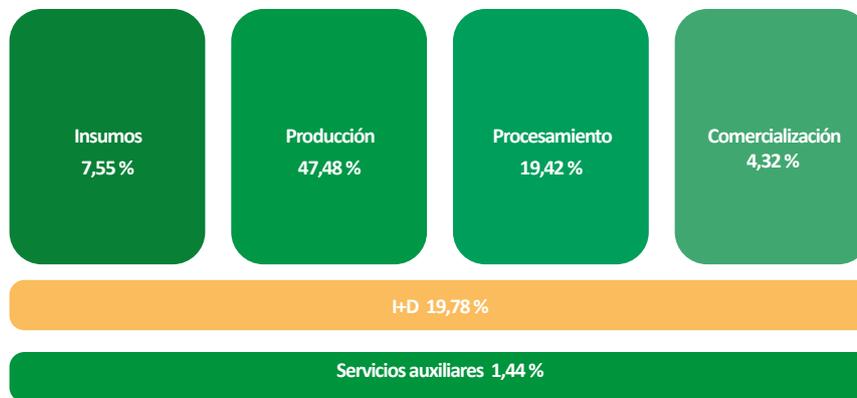
Fuente: (Programa Nacional de Innovación Agraria [PNIA], 2020)

Como se puede observar, ha habido una gran diversidad de proyectos en distintos eslabones productivos. No obstante, prácticamente la mitad de proyectos se encuentran centrados en el eslabón de producción, en actividades de cultivo y crianza. En este eslabón existe una serie de procesos y competencias como buenas prácticas agrícolas, gestión del recurso hídrico, manejo de abonos y fertilizantes, entre otros. En segundo lugar, el eslabón de procesamiento representa aproximadamente un quinto del total de proyectos. Las actividades son diversas en este caso, según la naturaleza de la cadena productiva, aunque las principales actividades consisten en el manejo poscosecha (principalmente de café y cacao), productos lácteos, y elaboración de alimentos y bebidas procesadas. Cabe recalcar que, por naturaleza, este eslabón exige un mayor nivel tecnológico de la organización, así como presenta un mayor valor añadido.

En menor medida, el eslabón de insumos ha tenido una participación del 7,55 %, desarrollándose innovaciones en materia de semillas y material genético, pasturas, equipo de irrigación y equipo de ganadería. Por otro lado, una muy pequeña cantidad de proyectos, que representa apenas el 4,32 %, se centró en el eslabón de comercialización, principalmente en nichos de mercado en el exterior.

Con respecto a los eslabones transversales, los servicios auxiliares se encuentran representados por los cuatro proyectos de capacitación por competencias, mientras que el eslabón de I+D, por proyectos de los fondos de investigación estratégica e investigación adaptativa. Al respecto, las investigaciones se han centrado, sobre todo, en el eslabón de procesamiento (45 %) e insumos (36 %), y, en menor medida, en producción (18 %). La distribución de los subproyectos según el eslabón de la cadena de valor se encuentra resumida en la figura 29.

Figura 29. Subproyectos financiados según la cadena de valor

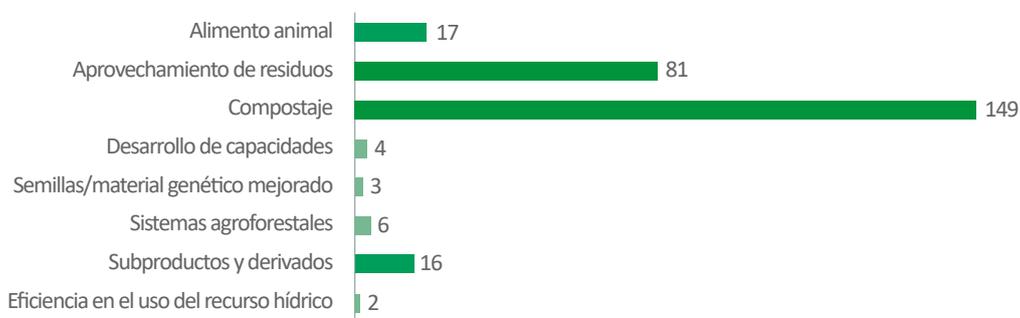


Fuente: (Programa Nacional de Innovación Agraria [PNIA], 2020)

Distribución por temática de economía circular

Dado que todos los proyectos se encuentran enmarcados dentro de la economía circular, se ha realizado una clasificación de estos según la temática de economía circular abordada.

Figura 30. Subproyectos financiados por temática de economía circular



Fuente: (Programa Nacional de Innovación Agraria [PNIA], 2020)

El 54 % del total de proyectos financiados en materia de economía circular tenía por principal temática el compostaje, seguida por la temática de aprovechamiento de residuos (29 %) orgánicos, sólidos y líquidos. En menor medida, hubo proyectos centrados en la elaboración o aprovechamiento de subproductos y derivados con el fin de disminuir los desechos del proceso productivo, como utilizar dichos desechos y residuos para el alimento animal. Otras temáticas de economía circular fueron los sistemas agroforestales, el desarrollo de capacidades, las semillas o material genético mejorado, y una mayor eficiencia en el uso del recurso hídrico.

2.2. SISTEMATIZACIÓN DE LOS CASOS DE ÉXITO

Esta sección comprende la revisión de cinco casos de éxito de la cadena agroproductiva y de valor desarrollados por el PNIA en el marco de la economía circular. Con el fin de delimitar la selección de los subproyectos a analizar, se consideraron los siguientes criterios de priorización:

1. La cadena productiva debe tener al menos dos subproyectos cofinanciados en una región.
2. El fondo debe tener al menos dos subproyectos cofinanciados en una región.
3. La cadena productiva debe ser una de las principales cadenas productivas de la región.

Cruzando dichos criterios con las intervenciones del PNIA, se determinó la selección de los subproyectos priorizados, los cuales se pueden observar en el siguiente cuadro.

Cuadro 21. Casos de éxito priorizados por región

Región	N.º de proyectos
Lambayeque	3
Pasco	1
Tacna	1

Fuente: (Programa Nacional de Innovación Agraria [PNIA], 2020)

Entonces, se analizará un total de cinco proyectos de tres fondos, localizados en tres regiones.

2.2.1. HONGOS - 013-2015-EXT: ASOCIACIÓN DE PRODUCTORES EN NEGOCIOS AMBIENTALES

Título	Mejoramiento en el procesamiento y transformación del hongo <i>Suillus luteus</i> a través del uso de tecnologías limpias en el distrito altoandino de Incahuasi, provincia de Ferreñafe, departamento de Lambayeque		
Entidad ejecutora	Asociación de Productores en Negocios Ambientales	Entidad colaboradora	Novos Distribución y Exportación del Perú SAC
Aporte RNR	S/ 194 438,74	N.º beneficiarios	26
Edad promedio	39	% part. mujer	31 %
Cadena	Forestal	Eslabón	Procesamiento
Temática de economía circular	Sistemas agroforestales	Producto	Hongos
Ubicación	Lambayeque, Ferreñafe, Incahuasi		
Objetivo	Mejorar capacidades para la aplicación de tecnologías innovadoras haciendo uso de energías renovables (eólicas) en el proceso de producción de hongos <i>Suillus luteus</i> , en la asociación de productores en negocios ambientales de Marayhuaca		
Concurso	Servicios de extensión agraria		
Tipo de innovación	Innovación tecnológica, innovación organizacional		

La Asociación de Productores en Negocios Ambientales inició sus operaciones en el 2015 formada por un total de 26 socios. Se dedica a la actividad de silvicultura de hongos *Suillus luteus*. Su proyecto de innovación se sitúa sobre la oportunidad económica que conlleva la reforestación de bosques con pinos, que a nivel nacional es de aproximadamente 1 millón de hectáreas reforestadas. Los pinos se siembran con fines maderables y paisajísticos, así como con el fin ambiental de regular el recurso hídrico. Diversas instituciones de carácter público y privado, como PRONAMACHCS (Programa Nacional de Manejo de Cuencas Hidrográficas y Conservación de Suelos) o AGRORURAL (Programa de Desarrollo Productivo Agrario Rural), han intervenido en las plantaciones de pino. Estas plantaciones traen consigo una oportunidad económica para las asociaciones de productores: la posibilidad de extraer hongos, los cuales aparecen de forma natural en los sistemas forestales en épocas de lluvia.

Desde hacía algunos años, la asociación extraía dichos hongos, pero sin medidas adecuadas, y se procesaban de manera artesanal. Incluso, debido al procesamiento inadecuado, se desperdiciaba el producto. Sin embargo, el hongo es altamente nutricional, con más proteína por cada 100 gramos que la carne de vacuno y quinua, por ejemplo. Por ello, la asociación tuvo la idea innovadora de dar un mayor valor agregado a estos hongos. Es así que nace su proyecto de innovación.

El proyecto de innovación consistió en mejorar el procesamiento de hongo deshidratado, implementando una planta piloto con flujo de aire caliente. Paralelamente, se ejecutaron actividades de capacitación en buenas prácticas de extracción de hongos, pues los productores extraían el hongo por completo, junto con la raíz, y al hacer esto estaban retirando la parte reproductiva del hongo y dañando el sistema forestal. Entonces, se implementó la práctica de cortar el hongo con una cuchilla, sin quitar su raíz.

Este proyecto de innovación tuvo resultados positivos sobre el proceso de deshidratación de hongo en la asociación, como una reducción de tiempo de secado de 15 días a apenas 3 días; una reducción en la merma de producción, de 30 % a un 10 %, y un incremento en el rendimiento de secado, de 1 500 kg hasta 3 000 kg. Asimismo, en colaboración con la empresa Novos Distribución y Exportación del Perú SAC, la entidad colaboradora, se logró comercializar el producto en el mercado nacional, de 7,67 t/año a 26,8 t/año. Por último, debido al mejoramiento en la calidad física del hongo, se incrementó el precio por kilo del hongo de S/ 10 a S/ 18.

En cuanto a los servicios de innovación demandados por el proyecto, se utilizaron los servicios del INIA para análisis de suelo, con el fin de medir el pH. Por otro lado, en cuanto a las debilidades identificadas de la cadena de valor, se señaló la falta de un apoyo estatal en la promoción de reforestación con pinos. El señor Lalopu Silva, representante de la asociación, mencionó que existe un potencial enorme para la reforestación y, a partir de ella, aprovechar los productos de valor agregado en las asociaciones de productores, pero falta aún una iniciativa a nivel estatal.

Ahora bien, en cuanto a la temática de la economía circular, al implementar buenas prácticas forestales para extraer el hongo, su sistema de producción se hace sostenible ambientalmente. Más aún, la asociación aprovecha los residuos vegetales del proceso de deshidratado del hongo para abonos, y ahora mismo está en la búsqueda de un subproducto de mayor valor agregado. El señor Lalopu Silva explicó cómo su asociación implementa los principios de la economía circular.

El principal contaminante o basura que se podía producir es la cutícula, la cáscara que cubre el hongo que está cubierta por un gel, que se debe de sacar antes de secarse. Todo eso se va juntando y queda como una basura, y lo otro es que se utiliza como un abono [actualmente] [...]. Esa cáscara hemos realizado análisis y ensayos de jabones donde en realidad en la cáscara va impregnado un gel muy espectacular que hidrata la piel. Nosotros vamos a ir sacando esto para que no se desperdicie esa cáscara y no se convierta solo en basura o en abono. (Lalopu Silva, 2020)

El señor Lalopu Silva reafirma su compromiso con la economía circular en su asociación. Incluso están identificando nuevos productos innovadores para, a partir de los subproductos, generar un mayor valor agregado. En un futuro proyecto de innovación, la asociación indagará sobre las propiedades de dicho gel, residuo de la cutícula del hongo, y su aplicación en la industria de belleza.

Resultados e impacto:

- Reducción en el tiempo de secado del hongo, de 15 días a 3 días
- Reducción en la merma de producción, de 30 % a 10 %
- Incremento en el rendimiento del proceso de secado, de 1,5 t a 3 t
- Incremento en la comercialización del hongo, de 7,67 t a 26,8 t
- Incremento en el precio por kilo del hongo, de S/ 10 a S/ 18

2.2.2. CUYES - 009-2016-SEM: ASOCIACIÓN DE AGRICULTORES Y GANADEROS DE AGRO

Título	Mejoramiento genético de <i>Cavia porcellus</i> (cuyes) mediante la implementación de módulos demostrativos y manejo de buenas prácticas de manufactura, con la participación de dos asociaciones pecuarias de la zona de amortiguamiento del refugio de vida silvestre Laquipampa, caserío Puchaca Bajo, Incahuasi, Ferreñafe		
Entidad ejecutora	Asociación de Agricultores y Ganaderos de Agro Exportación Pecuaria y Conservación del Medio Ambiente Rumbo al Triunfo del Caserío Puchaca	Entidad colaboradora	Municipalidad Distrital de Incahuasi
Aporte RNR	S/ 195 960	N.º beneficiarios	66
Edad promedio	44	% part. mujer	67 %
Cadena	Pecuario	Eslabón	Insumos
Temática de economía circular	Compostaje	Producto	Cuy
Ubicación	Lambayeque, Ferreñafe, Incahuasi		
Objetivo	Obtener cuyes (<i>Cavia porcellus</i>) genéticamente mejorados y manejados mediante la implementación de buenas prácticas de manufactura para la articulación en mercados competitivos		
Concurso	Desarrollo de empresas semilleristas		
Tipo de innovación	Innovación tecnológica, innovación organizacional		

La Asociación de Agricultores y Ganaderos de Agro Exportación Pecuaria y Conservación del Medio Ambiente Rumbo al Triunfo del Caserío Puchaca se fundó en el año 2015, y se dedicó inicialmente a cultivos de menor valor agregado, como el maíz o arroz. Mediante el proyecto de innovación con el PNIA, la asociación logró cambiar radicalmente sus actividades productivas hacia un producto de alto valor agregado.

El proyecto se sitúa en un contexto particular. La asociación se ubica sobre una zona de amortiguamiento del Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado (SERNANP), y su plan maestro consistía en identificar alternativas de apoyo a la población local asentada sobre dicha zona, con la finalidad de promover el cuidado medioambiental y generar actividades económicamente sostenibles. Gracias a una colaboración inicial entre el sector público y privado, la asociación creó una propuesta de proyecto de innovación orientada a la actividad de crianza de cuyes mejorados.

De los 66 socios, solo 20 criaban cuyes antes del proyecto, aunque solo poseían entre dos a tres cuyes, y los criaban para el autoconsumo. Los cuyes que poseían eran criollos, llegaban a los 6 meses y pesaban menos de un kilo. El proyecto consistió en el mejoramiento genético de cuyes, adquiriendo cuyes de la raza Perú. La asociación visitó diferentes galpones para identificar los mejores reproductores y productoras. Cabe recalcar que tuvieron la asesoría de un técnico especialista en este proceso de búsqueda de cuyes mejorados, el cual fue financiado por la Municipalidad Distrital de Incahuasi, la entidad colaboradora.

Luego de haber identificado la raza de cuyes mejorados, el proyecto contempló brindar un módulo de cuyes (entre siete hembras y un macho) a cada socio. Es decir, en total se otorgaron 66 módulos. Como principal resultado al culminar el proyecto, cada socio tenía en promedio 300 a 400 cuyes, y, hoy en día, a 2 años de haber culminado el proyecto, los socios poseen entre 1 000 a 1 200 cuyes por familia. De criar cuyes para el autoconsumo, cada socio pasó a abastecer semanalmente a un comprador local con 50 a 100 cuyes. De manera complementaria, la asociación ha participado en dos ferias comerciales en Chiclayo en calidad de expositor invitado por el INIA en una feria y por el SERNANP en la otra.

Por otro lado, debido a este proyecto, la crianza de cuyes se ha convertido en la principal actividad económica de la asociación, dado que obtienen entre S/ 350 a S/ 500 de ingresos semanales. La señora Giron Santa Cruz, representante de la asociación, menciona que incluso muchos productores no lograban completar su canasta básica familiar e iban a extraer leña del bosque, una zona natural protegida, lo que afectaba negativamente los recursos naturales y el ecosistema. De esta manera, el proyecto ha logrado eliminar las actividades medioambientalmente dañinas. Además, como parte del proceso de crianza de cuyes se han puesto en práctica los principios de la economía circular, como se menciona a continuación:

El guano del cuy se ha aprovechado al máximo. Como ellos [los socios] también tienen pequeñas parcelas agrícolas, lo que se hace actualmente es que todos los desechos se almacenan, y luego lo transforma en compost para transformarlos y utilizarlos como abono. (Giron Santa Cruz, 2020)

Con respecto al sector productivo, la señora Giron Santa Cruz menciona que se tiene a la Mesa de Concertación Regional del Cuy, promocionada por el Gobierno regional. Esta mesa es un espacio para el intercambio de conocimiento y, dado que la asociación es nueva en la crianza de cuyes, puede absorber el conocimiento de otras asociaciones y empresas que cuentan con más de 15 años en el rubro.

Finalmente, debido a los impactos positivos en las condiciones socioeconómicas de la asociación, esta se encuentra en la búsqueda de próximas actividades de innovación. Como proyecto, buscan iniciar en el eslabón de procesamiento de cuy mediante la implementación de una planta de procesamiento y envasado de cuy al vacío. Actualmente se vende el cuy vivo, y la asociación busca incrementar el valor agregado de sus productos indagando en actividades de procesamiento.

Resultados e impacto:

- Implementación de 66 módulos de cuyes
- Incremento en la cantidad de cuyes por socio, de 2-3 cuyes a 300-400 cuyes
- Logro de un contrato de venta para el abastecimiento semanal de 50 a 100 cuyes por socio
- Incremento del ingreso semanal por socio entre S/ 350 a S/ 500
- Participación de la asociación en dos ferias comerciales en Chiclayo en calidad de expositor invitado por el INIA en una feria y por el SERNANP en la otra

2.2.3. APICULTURA - 100-2017-EXT: ASOCIACIÓN DE APICULTORES LA RICA MIEL

Título	Estandarización de técnicas para la producción de miel ecológica en la Asociación de Apicultores La Rica Miel en el distrito de Locumba, Jorge Basadre, Tacna		
Entidad ejecutora	Asociación de Apicultores La Rica Miel	Entidad colaboradora	Municipalidad Provincial Jorge Basadre
Aporte RNR	S/ 194 330	N.º beneficiarios	55
Edad promedio	46	% part. mujer	36 %
Cadena	Forestal	Eslabón	Procesamiento
Temática de economía circular	Aprovechamiento de residuos	Producto	Apicultura
Ubicación	Tacna, Tacna, La Yarada Los Palos		
Objetivo	Mejorar el proceso de la producción de miel con proceso de certificación orgánica en la Asociación de Apicultores La Rica Miel, en el distrito de Locumba		
Concurso	Servicios de extensión agraria		
Tipo de innovación	Innovación tecnológica		

La Asociación de Apicultores La Rica Miel se fundó en el año 2015, inicialmente con 26 socios, dedicados a la apicultura y la producción de la miel. Antes del proyecto con el PNIA, producían miel de manera artesanal, operaban de manera individual y no conocían las buenas prácticas de apicultura.

En el 2017, con el apoyo de la Municipalidad Provincial Jorge Basadre, que apoyó de manera económica, iniciaron el proyecto enfocado en el procesamiento de miel. El proyecto consistió en la implementación de un módulo de crianza de abejas para la producción de miel, así como en una planta envasadora de miel. Además, modificaron la variedad de abeja con las que producían, de abejas italianas a las carneolas, con mejor calidad genética para la producción de miel. Cabe recalcar que, para validar la calidad de la producción de miel, utilizaron los servicios de laboratorio del Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA). Asimismo, se vincularon con el SENASA para la obtención del certificado de registro sanitario.

Por otro lado, hubo una serie de capacitaciones en materia de buenas prácticas de apicultura, sanidad apícola, estandarización de la calidad y envasado de miel. Las capacitaciones fueron acompañadas de pasantías a empresas y asociaciones de productores en Puno y Bolivia, para aprender sobre apicultura, crianza de abejas y procesamiento de la miel.

Entre los principales resultados del proyecto, la asociación ha logrado 16 colmenas de abejas. Antes, la asociación vendía de manera local, pero ahora gracias a la innovación en procesamiento, produce y vende su miel a compradores en Lima y Arequipa, con su propia marca. Esto ha generado un incremento en los precios por venta de miel, de S/ 10 a S/ 18 por kilo, aproximadamente. Por último, con el apoyo del PNIA, la asociación ha logrado participar en la feria comercial Expoalimentaria 2019.

Desde el punto de vista del señor Juan Cruz Gonzalo, representante de la asociación de apicultores, los principales beneficios para la asociación son los siguientes:

Ahora estamos sacando aproximadamente 3 toneladas, antes se producía muy poco [miel de abeja]. Como no teníamos conocimiento, se producía 400 kilos aproximadamente. Antes se operaba de manera individual. El proyecto nos ayudó a organizarnos, y hemos empezado a trabajar en conjunto. (Cruz Gonzalo, 2020)

En cuanto a la temática de la economía circular, la asociación se ha centrado en producir miel de manera ecológica. Con este fin y según las buenas prácticas de apicultura, la asociación ha logrado reutilizar la cera bruta de la producción de miel. En total, se han recuperado 251 kg de cera. Esta cera es tradicionalmente desechada, pero la asociación ha conseguido revalorizarla como subproducto e incluso la comercializa a su cliente en Arequipa. En efecto, la cera tiene diversos usos, como la producción de velas o en las industrias de belleza y farmacéutica, entre otros. Se puede observar que, a partir de la implementación de las prácticas de la economía circular, la asociación ha logrado incrementar todavía más sus ingresos económicos, asegurando a su vez una producción ecológica.

Con respecto a espacios de coordinación en la región, el señor Cruz Gonzalo menciona que se ha instalado recientemente una mesa técnica de miel. Sin embargo, dado que recién se ha instalado, no cuenta con resultados concretos a la fecha, salvo algunos logros en la promoción de la miel de abeja mediante la asistencia a ferias locales. Por último, dados los resultados positivos del proyecto de innovación, la asociación tiene planificado continuar con sus planes de expansión. Como próxima actividad de innovación, la empresa realizará una innovación comercial, buscando incrementar su participación en el mercado nacional con su miel ecológica y lograr la exportación de la misma.

Resultados e impacto:

- Implementación de un módulo de crianza de abejas carneolas, extendido por la asociación a 16 colmenas para la producción de miel
- Aumento de las abejas productoras de miel, de 8 000 a 72 500 abejas
- Disminución de la población de abejas productoras de miel infectadas o enfermas, de 30 % a 10 %
- Incremento de la producción de miel, de entre 400 kg y 500 kg a 3 toneladas
- Registro de la marca comercial de miel con Indecopi
- Implementación de una planta envasadora de miel
- Asistencia a la Expoalimentaria 2019 y a ferias locales
- Inicio de comercialización al mercado nacional: Lima y Arequipa
- Mejoramiento de los precios de miel, de S/ 10 a S/ 18 por kilo

2.2.4. APICULTURA - 056-2017-EXT: ASOCIACIÓN DE APICULTORES DE LOS BOSQUES SECOS DEL NORTE PERUANO

Título	Promoción competitiva de los productos del bosque seco del distrito de Mórrope, región Lambayeque		
Entidad ejecutora	Asociación de Apicultores de los Bosques Secos del Norte Peruano	Entidad colaboradora	Instituto de Desarrollo del Sector Informal
Aporte RNR	S/ 196 000	N.º beneficiarios	50
Edad promedio	49	% part. mujer	34 %
Cadena	Forestal	Eslabón	Procesamiento
Temática de economía circular	Aprovechamiento de residuos	Producto	Apicultura
Ubicación	Lambayeque, Lambayeque, Mórrope		
Objetivo	Mejorar la rentabilidad de los productores apícolas mediante la transferencia de tecnología validada que permita incrementar la productividad e implementar un sistema de gestión de la calidad de miel de abejas		
Concurso	Servicios de extensión agraria		
Tipo de innovación	Innovación tecnológica, innovación organizacional		

La Asociación de Apicultores de los Bosques Secos del Norte Peruano inició sus operaciones en el año 2003. Actualmente cuenta con 50 socios y con un área total de 30 000 hectáreas de bosques secos. El 70 % de su actividad económica se destina a la apicultura, y el restante, a la agricultura y ganadería. En el 2007, sus socios fueron beneficiarios de INCAAGRO para el mejoramiento de la producción de miel de abeja. Sin embargo, más de una década después, la planta de procesamiento se hallaba en mal estado, y se acordó entre los socios mejorar la productividad. Es así que nace el proyecto de innovación.

Este proyecto consistió en la transferencia de tecnología para mejorar el volumen de la producción de miel de abeja mediante la instalación de una nueva planta de producción y la estandarización e implementación de sistemas de gestión de la calidad. Adicionalmente, se realizaron capacitaciones en el manejo de colmenas y en buenas prácticas de apicultura, y se implementó un módulo de producción de abejas reinas. Las capacitaciones fueron llevadas a cabo por la entidad colaboradora, el Instituto de Desarrollo del Sector Informal. De igual modo, se contempló en el proyecto la realización de pasantías a Lima para visitar plantas de procesamiento y envasado de miel de abeja, propóleo y laminado de cera.

Entre los principales resultados, se logró incrementar el número de kilos por colmena, de 15 kg por año a 25 kg por año. Asimismo, la asociación logró implementar un sistema de gestión de la calidad para la producción de miel de abeja. En el ámbito comercial, se logró obtener el certificado de registro sanitario del SENASA para la comercialización de la miel de abeja, el polen y el propóleo. Asimismo, la asociación logró incrementar su precio de venta por kilo de miel, de S/ 15 a S/ 20, aproximadamente, así como establecer un contrato de abastecimiento con la empresa San Roque.

Cabe recalcar que la asociación se ha concentrado fuertemente en el manejo sostenible del bosque seco. Es así que, como resultado, se obtuvo un total de 10 hectáreas de bosques secos en sesión de uso, de la comunidad campesina local, para su manejo y aprovechamiento sostenible. Asimismo, como próximas actividades de manejo sostenible, la asociación está trabajando con la comunidad campesina de San Pedro para lograr que parte de sus áreas de bosques secos sean áreas protegidas. Además, la empresa implementa prácticas de economía circular y de producción de miel ecológica. Al respecto, el señor Valdera Santisteban, representante de la asociación, menciona lo siguiente:

Nosotros mayormente instalamos [las colmenas y cultivos] en bosques secos y ribereños, donde no hay mucha fumigación o contaminación. En las zonas de cultivos donde se instalan las colmenas se está abonando con humus orgánico, del estiércol del ganado. Cada productor recolecta el estiércol de su chacra [se procesa] y con eso se abonan nuestras plantas, los frutales, el maíz y plátano. Con ello ya no utilizamos fertilizante. Adicionalmente, no se utilizan pesticidas. Las plagas se controlan con trampas y aceites. (Valdera Santisteban, 2020)

Como se puede observar, la asociación se encuentra en conformidad con una producción ecológica, así como con los principios de la economía circular. Sin embargo, aún enfrenta una serie de debilidades. Por ejemplo, el cambio climático genera que se produzcan vientos fuertes y frío, lo que genera que los panales se caigan. Asimismo, aún están trabajando con los productores para incrementar el manejo adecuado de la apicultura. Finalmente, el señor Valdera Santisteban mencionó que, a pesar de la instalación de una Mesa Regional Apícola de Lambayeque, no ha habido resultados concretos, por lo que existen debilidades en la coordinación público-privada.

No obstante, dados los resultados positivos que ha tenido la asociación, ya cuentan con un nuevo proyecto de innovación. Su objetivo es diversificar su línea de productos e instalar una planta de producción de algarrobina. Asimismo, para ampliar el alcance de su mercado, el cual se enfoca en el mercado local y regional, planean instalar un punto de venta de sus productos en Lima, y así abastecer al mercado nacional.

Resultados e impacto:

- Implementación de un módulo de producción de abejas reinas
- Instalación de una nueva planta de producción de miel de abeja
- Incremento de la productividad de las colmenas, de 15 kg a 25 kg por año
- Implementación de un sistema de gestión de la calidad para la producción de miel de abeja
- Obtención del certificado de registro sanitario del SENASA
- Contrato de abastecimiento con la empresa San Roque
- Incremento en el precio de venta de miel de abeja, de S/ 15 a S/ 20 por kilo

2.2.5. HONGOS - 008-2015-IA: COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA LA FLORIDA

Título	Gestión de los residuos orgánicos producidos en el beneficio poscosecha del cultivo de café, para la obtención de hongos comestibles en la Cooperativa Agraria Cafetalera La Florida del centro poblado San Miguel de Eneñas, distrito de Villa Rica, provincia de Oxapampa, región Pasco		
Entidad ejecutora	Cooperativa Agraria Cafetalera La Florida	Entidad colaboradora	Central de Organizaciones Productoras de Café y Cacao del Perú
Aporte RNR	S/ 195 592,82	N.º beneficiarios	30
Edad promedio	60	% part. mujer	33 %
Cadena	Agricultura	Eslabón	Procesamiento
Temática de economía circular	Aprovechamiento de residuos	Producto	Hongos
Ubicación	Pasco, Oxapampa, Villa Rica		
Objetivo	Aprovechar los residuos orgánicos generados durante el beneficio del café para la obtención de hongos comestibles en las unidades productivas de la CAC La Florida – CPI de Eneñas, Distrito de Villa Rica – Provincia de Oxapampa – Región Pasco		
Concurso	Investigación adaptativa		
Tipo de innovación	Innovación tecnológica		

La Cooperativa Agraria Cafetalera La Florida inició sus operaciones hace más de cuarenta años, en 1970, dedicada a la producción y comercialización de café. Hoy en día, cuenta con más de 900 socios y un área total de 2 000 hectáreas de café. Asimismo, la cooperativa exporta directamente hacia los mercados de Europa, Estados Unidos y Japón, contando con los certificados orgánico y de comercio justo. Incluso se ha logrado participar en ferias orgánicas internacionales, como la BioFach en Alemania.

En el procesamiento poscosecha del café se generan desperdicios, denominados pulpa de café. Antes del proyecto, la pulpa de café se utilizaba para hacer compost, sin mayor valor agregado. Sin embargo, la cooperativa se encontraba en la búsqueda de soluciones innovadoras para aprovecharla mejor. Es así que inició el proyecto de investigación adaptativa, el cual consistió en la aplicación de tecnologías para el procesamiento de la pulpa de café como materia orgánica para la producción de hongos comestibles. En el proyecto se implementó un centro de producción piloto de hongos comestibles junto con un almacén, zona de esterilización, sala de incubación y sala de fructificación. Este paquete tecnológico estuvo acompañado de capacitaciones a los 30 beneficiarios en el aprovechamiento de residuos orgánicos cafetaleros y manejo de procesamiento de hongos comestibles. En total, se realizaron 10 talleres de capacitación. Por último, se obtuvo un manual de producción de hongos comestibles (*Pleurotus ostreatus*), con lo que se logró institucionalizar la práctica de producción de hongos en la cooperativa.

Respecto a los resultados, se logró que un total de 30 productores adopten tecnologías de producción de hongos comestibles. Estos productores lograron reaprovechar diversos residuos orgánicos, como la pulpa de café, la cascarilla de café, la coronta y el aserrín. Mediante la planta de procesamiento y estando capacitados, los productores lograron producir un total de 870 kg de hongos comestibles frescos hacia finales del 2017. Cabe recalcar que la producción

de hongos es una práctica que continúa en la cooperativa hasta hoy en día, dado que este producto sirve tanto para el autoconsumo como para la venta en pequeñas cantidades. Incluso se logró un contrato de abastecimiento de 50 kg mensuales a un comprador (en total 500 kg) a un precio de S/ 15 por kilo. Por último, se realizó una innovación comercial al difundir un folleto de recetas de hongos comestibles para incentivar su consumo.

Como se ha mencionado, para la obtención de hongos comestibles se utilizan residuos de la poscosecha del café. Es así que, a la par de disminuir los desperdicios agroindustriales, se logra generar un subproducto de alto valor agregado. En este sentido, el proyecto se encuentra totalmente alineado con los principios de la economía circular, enfocándose en la temática de reaprovechamiento de residuos orgánicos. Al respecto, el ingeniero César Westreicher señala lo siguiente:

Se han usado los desechos del café, y con estos se ha empezado a elaborar los hongos. (...) Además de servir de ingresos a los productores, esto está enfocado a la alimentación de la familia. Por intermedio de los hongos se puede tener desayunos a colegios. De esa manera se puede generar mucha ayuda para los niños. (Westreicher, 2020)

Por otro lado, algunas debilidades identificadas son el bajo desarrollo del mercado interno para productos orgánicos y con certificación de comercio justo. Efectivamente, la diferencia de precios entre el mercado nacional e internacional hace que la asociación comercialice pequeñas cantidades en el mercado nacional. Por último, la cooperativa se encuentra afrontando el fenómeno de la roya, por lo que su producción se encuentra aún baja. Al respecto, han innovado con nuevas variedades de café para aumentar la resistencia y dar continuidad a la producción.

Es importante mencionar que, junto con la Central de Organizaciones Productoras de Café y Cacao del Perú, la entidad colaboradora, se ha consolidado un clúster de café de la selva central. En el 2016, dicho clúster fue beneficiario del Programa de Apoyo a Clústers de Innóvate Perú. Hoy en día son un conjunto de cinco organizaciones que están trabajando temáticas de innovación agraria, como la georreferenciación de los socios y variedades del café según las altitudes y perímetros de las zonas de producción.

Dados los resultados positivos que la cooperativa ha logrado a través del proyecto del PNIA, se tiene planificado trabajar nuevamente en el procesamiento de café. En un próximo proyecto de innovación, la cooperativa tiene planificado innovar en la planta de procesamiento de poscosecha, generando un prototipo innovador para las secadoras de café.

Resultados e impacto:

- Diversificación de la oferta de productos de la cooperativa mediante la obtención de un subproducto de alto valor agregado
- 30 productores capacitados en la producción de hongos comestibles
- Producción de 870 kg de hongos comestibles frescos
- Elaboración de un manual para la producción de hongos comestibles (*Pleurotus ostreatus*)
- Generación de nuevos ingresos a través de la venta de 500 kg de hongos comestibles frescos a S/ 15 por kilo, aproximadamente
- Difusión de un folleto de recetas de hongos comestibles



CAPÍTULO III

**LECCIONES APRENDIDAS
A PARTIR DE LA
INTERVENCIÓN REALIZADA
POR EL PNIA**

3.1. IMPLEMENTACIÓN DE LOS PRINCIPIOS DE LA ECONOMÍA CIRCULAR

Como se mencionó en el capítulo 1, la aplicación de los principios de la economía circular al sector de alimentos podría reducir el 49 % de emisiones de CO₂eq al 2050, lo que es equivalente a 5,7 billones de toneladas (Ellen Macarthur Foundation, 2019). Esto se daría principalmente a través de la implementación de tres prácticas: (i) eliminación de desechos, (ii) compostaje y (iii) agricultura regenerativa. En el siguiente cuadro se resumen las prácticas de la economía circular aplicadas en los casos de éxito analizados

Cuadro 22. Resumen de la aplicación de prácticas de la economía circular

Entidad colaboradora	Potencial de reducción de emisiones de carbono (en billones de emisiones de CO ₂ q)	N.º de proyectos circunscritos a la práctica
Eliminación de desechos	1,4	3
Compostaje	0,3	1
Agricultura regenerativa	3,9	1

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar, se han tenido proyectos en las tres prácticas de la economía circular. Se presenta un mayor enfoque en la práctica de eliminación de desechos, mediante el aprovechamiento de los residuos sólidos en los proyectos 100-2017-EXT, 056-2017-EXT y 008-2015-IA. En el proyecto 009-2016-SEM, en donde se trabajó el mejoramiento genético del cuy, se implementó la práctica de compostaje. Finalmente, la práctica de agricultura regenerativa se trabajó en el proyecto 013-2015-EXT, bajo el enfoque de sistemas agroforestales de producción de hongos. En este sentido, la experiencia de sistematización de casos de éxito que han implementado principios de economía circular ha sido positiva: se han aplicado prácticas internacionales sobre las cuales se ha comprobado que contribuyen a la reducción de emisiones de CO₂eq.

Ahora bien, como se ha mencionado anteriormente, la implementación de prácticas de la economía circular puede ser financiada a través del mercado de créditos de carbono. Al respecto, los proyectos no han explorado las posibilidades de financiamiento en el mercado financiero. Dado que todos los proyectos tienen planificado realizar más actividades de innovación, indagar en el mercado voluntario de créditos de carbono para el apalancamiento de recursos financieros vis a vis la reducción de emisiones de CO₂eq por parte de la entidad podría ser una alternativa viable.

El mercado voluntario de créditos de carbono se encuentra aún poco explorado en el Perú, con apenas 22 proyectos registrados, valorizados en 6 millones de dólares y un potencial de reducción de más de 8 millones de tCO₂eq anuales (MINAM, 2015). Es decir, el precio promedio por proyecto registrado es de USD 272 000, aproximadamente. Otra alternativa de financiamiento para los proyectos de la economía circular en el sector agropecuario es mediante el mercado de bonos verdes, que viene creciendo en una tasa promedio anual de 25 % entre el 2014 y el 2016.

3.2. INADECUADA GESTIÓN DE PRÁCTICAS DE LA ECONOMÍA CIRCULAR

Si bien se aplicaron prácticas de economía circular a través de los proyectos analizados, estos fueron implementados de forma empírica, sin necesariamente contar con una gestión adecuada a los principios y prácticas de la economía circular. Los estudios de Ellen MacArthur Foundation señalan que la economía circular puede generar ahorros en las empresas debido a una menor utilización de insumos agrícolas, como fertilizantes o pesticidas. Asimismo, a través del reaprovechamiento de los mismos, se puede generar subproductos de alto valor agregado. Sin embargo, en los casos analizados no existía una gestión adecuada de cómo las prácticas ambientales contribuían a ahorros en costos o mayores ingresos económicos de las asociaciones. Es decir, la implementación de las prácticas de la economía circular se encontraba desvinculada de la gestión administrativa-contable.

Esto implica que los beneficios de aplicar prácticas sostenibles no pueden ser valorizados monetariamente y que la asociación puede no percibir el beneficio completo de producir de manera sostenible. Al respecto, el señor Lalopu Silva indica lo siguiente:

En el Perú, hay cerca de 400 000 hectáreas de bosques que no están aprovechando el tema económico de los hongos comestibles, que aparecen de forma natural en épocas de lluvia. [...] [La asociación] nos dimos cuenta que este recurso económico, que este producto [el hongo] se desperdiciaba porque los productores no le daban el valor necesario ni lo difunden. (Lalopu Silva, 2020)

Cabe recalcar que en el proyecto 013-2015-EXT, la Asociación de Productores en Negocios Ambientales efectivamente logró un aprovechamiento económico de los hongos comestibles mediante la implementación de una planta de procesamiento. En este sentido, como lección aprendida, dentro de los componentes de fortalecimiento organizacional o institucional de los proyectos se debe brindar capacitaciones en el impacto económico de la implementación de prácticas sostenibles.

3.3. GENERACIÓN DE SUBPRODUCTOS DE ALTO VALOR AGREGADO

Se ha identificado en tres proyectos analizados, 013-2015-EXT, 100-2017-EXT y 008 2015-IA, que, como consecuencia de implementar prácticas de la economía circular, las entidades beneficiarias han logrado generar subproductos de alto valor agregado. Esto ha generado beneficios tanto ambientales, al reutilizar y reducir los residuos, como económicos, al diversificar la línea de productos de la asociación y comercializar nuevos productos.

Por ejemplo, en la Asociación de Productores en Negocios Ambientales, se está en proceso de investigación respecto al aprovechamiento de la cutícula, la cáscara del hongo, como subproducto. Se han hecho análisis y ensayos, identificando que la cutícula produce un gel que es altamente valorado para la industria de la belleza, principalmente, para la hidratación de la piel. En este sentido, la asociación se encuentra en proceso de validación de un subproducto agrícola para la venta al mercado.

De igual modo, la Asociación de Apicultores La Rica Miel ha implementado buenas prácticas de apicultura para reutilizar la cera bruta de la producción de miel, recuperando en total 251 kg de cera. Esta cera ha sido valorizada como subproducto y comercializada al mercado de Arequipa, para, por ejemplo, la producción de velas. Finalmente, la Cooperativa Agraria Cafetalera ha logrado reutilizar la pulpa de café, un desecho en el proceso poscosecha del café, para la producción de hongos comestibles de alto valor económico y que también

sirven como alimento para los productores. En ambos casos se puede observar cómo las organizaciones han logrado subproductos de alto valor agregado a partir de los desechos y desperdicios, implementando prácticas de la economía circular.

Como lección aprendida a replicar en los demás proyectos, las actividades de I+D+i agraria se han focalizado en producir subproductos de alto valor agregado de manera más ecológica y, al mismo tiempo, generar ingresos económicos secundarios para las empresas.

3.4. FALTA DE DESARROLLO Y DIVERSIFICACIÓN DE MERCADOS

Los proyectos sistematizados se han centralizado en mercados nacionales, sin dar el salto hacia la agroexportación. Más aún, se ha identificado que no existe un nivel adecuado de gestión de la comercialización, además de una falta de desarrollo y explotación de mercado.

Por ejemplo, la Asociación de Agricultores y Ganaderos de Agro Exportación Pecuaria y Conservación del Medio Ambiente Rumbo al Triunfo del Caserío Puchaca comercializaba los cuyes a un comprador local, quien se acercaba a la asociación periódicamente a comprar. Esta estructura de comercialización genera una alta dependencia en un solo cliente y un inadecuado poder de negociación de la asociación. En contraste, la Asociación de Apicultores La Rica Miel comercializaba sus productos a compradores en Lima y Arequipa, por lo que había una mayor diversificación de mercados. De igual modo, la Asociación de Productores en Negocios Ambientales ha logrado asociarse con Novos Distribución y Exportación del Perú SAC, su entidad colaboradora, para la comercialización de los hongos a nivel nacional.

En cuanto a la Asociación de Apicultores de los Bosques Secos del Norte Peruano, ellos habían logrado establecer un contrato de abastecimiento con el grupo San Roque, una de las empresas de alimentos más grandes de la región Lambayeque, para continuar con sus planes de expansión y diversificación de mercado. Al respecto, el señor Valdera Santisteban señala lo siguiente:

Estamos promoviendo un punto de venta en Lima. Nuestro principal proveedor es la empresa San Roque. Los demás son clientes que son de Lima y vienen al lugar [Lambayeque], piden por cantidad y se lo llevan a granel. No contamos con un punto de venta en Lima, y estamos viendo instalar uno. (Valdera Santisteban, 2020)

En este sentido, como lección aprendida, la innovación tecnológica debe complementarse con una innovación comercial con el fin de que las asociaciones puedan efectivamente vender sus nuevos productos y cultivos hacia mercados atractivos con un mejor precio de venta y prescindiendo de intermediarios.

A man wearing a blue hairnet and a red jacket is shown in profile, looking towards the right. He is in a greenhouse setting, with several wooden trays containing plants. The plants in the foreground are green, while those in the background are yellow and brown. The text is overlaid on a green circular graphic.

CAPÍTULO IV

**AGENDA PENDIENTE PARA LA
CONSOLIDACIÓN DEL MERCADO DE
SERVICIOS DE INNOVACIÓN DE LA
ECONOMÍA CIRCULAR**

Recopilando la sistematización de los subproyectos y las lecciones aprendidas, esta sección incluye el establecimiento de las principales líneas de acción del PNIA y el INIA con el fin de consolidar el mercado de servicios de innovación relacionados con la economía circular.

4.1. ELABORACIÓN DE INSTRUMENTOS CONCURSABLES CON UN ENFOQUE DE ECONOMÍA CIRCULAR

Considerando una segunda fase del PNIA, esta puede incluir el diseño de instrumentos de política de apoyo a la I+D+i agraria con un enfoque de economía circular. Es decir, se puede diseñar un sistema de puntaje que resalte la importancia de la implementación de prácticas de economía circular, otorgando mayor puntaje a aquellas propuestas de proyectos que cuenten con una línea de intervención relacionada con estas. De esta forma, a partir de la oferta de instrumentos de política, se estaría incentivando la adopción de prácticas sostenibles dentro de la innovación agraria.

Como referencia a nivel nacional, en el 2019, Innóvate Perú lanzó una serie de concursos denominados Reto Bio 2019, mediante los cuales se otorgó financiamiento a proyectos que promovían el desarrollo de soluciones innovadoras y efectivas que pongan en valor los recursos naturales, considerando los impactos sobre las formas de vida de los ecosistemas (Innóvate Perú, 2019). En los concursos de Emprendedores Innovadores y Emprendimientos Dinámicos, con el fin de promover la economía circular, las bases concursables indicaban lo siguiente: “En todas las categorías se valorará positivamente aquellos proyectos que contribuyan a la promoción de modelos de economía circular, es decir aquellos que contribuyen a eliminar el desperdicio y promover el uso continuo de los recursos” (Innóvate Perú, 2019, pág. 9). Este es un referente de cómo, a partir del diseño de instrumentos, se puede promover la adopción de prácticas de la economía circular. En este sentido, el PNIA podría implementar intervenciones verticales en materia de economía circular.

4.2. ELABORACIÓN DE INSTRUMENTOS DE POLÍTICA DE FOMENTO DE LA ECONOMÍA CIRCULAR EN LA AGRICULTURA

Como se identificó en las brechas de innovación agraria, existe una falta de instrumentos de política de fomento de la economía circular en la agricultura. Ante esta ausencia, y como agenda pendiente, el INIA, como ente rector del SNIA, debe promover la innovación institucional y establecer adecuados instrumentos de política para fomentar la economía circular en la agricultura.

A manera de referencia, el Ministerio de la Producción ha elaborado una Hoja de Ruta hacia una Economía Circular en el Sector Industria, la cual establece enfoques y líneas de acción a corto, mediano y largo plazo para alcanzar una industria sostenible. Al igual que para el sector industria, el INIA debe desarrollar planes de acción pertinentes para el sector agropecuario y así consolidar los servicios de innovación agraria vinculados a la economía circular.

4.3. VINCULACIÓN CON EL MINISTERIO DEL AMBIENTE

Se requiere de una colaboración efectiva y trabajo coordinado entre el INIA y el Ministerio del Ambiente con el fin de alinear una estrategia de fomento de la economía circular en la agricultura. A través de la sistematización de los casos de éxito, se ha podido observar que tres

de ellos han estado situados sobre áreas de bosques; incluso, la Asociación de Agricultores y Ganaderos de Agro Exportación Pecuaria y Conservación del Medio Ambiente Rumbo al Triunfo del Caserío Puchaca se sitúa sobre una zona de amortiguamiento del SERNANP.

En este sentido, para lograr la maximización de los sistemas agroforestales y la agricultura regenerativa como práctica de la economía circular, se debe trabajar junto con entidades de fomento de la sostenibilidad medioambiental. Como agenda pendiente, se necesita una mayor coordinación público-privada y trabajo en conjunto entre el INIA y el Ministerio del Ambiente, por ejemplo, para trabajar ejes de innovación agraria sostenible en zonas protegidas o áreas forestales.

4.4. PROMOCIÓN DE LOS ESPACIOS DE COORDINACIÓN Y ARTICULACIÓN EN MATERIA DE INNOVACIÓN AGRARIA PARA LA ECONOMÍA CIRCULAR

A través de la sistematización de los casos de éxito se pudo identificar debilidades en las mesas técnicas regionales y mesas de concertación, en donde los problemas de coordinación y articulación persisten. Dada esta debilidad, como agenda pendiente se requiere una promoción de los espacios de coordinación y articulación en materia de innovación agraria.

Al respecto, el INIA, mediante el PNIA, viene realizando una serie de actividades en materia de institucionalidad. Por ejemplo, se han establecido las comisiones técnicas regionales de innovación agraria (CTRIA) a nivel nacional con el objetivo de impulsar la innovación agraria en el territorio bajo un enfoque de demanda. Dichas comisiones son un espacio de diálogo y trabajo en conjunto para el desarrollo de acciones vinculadas a la investigación, el desarrollo y la transferencia de tecnología e innovación en materia agraria. Son dirigidas por los directores de las EEA y están integradas por diversos miembros públicos y privados en materia agraria. Al 2019 se tenían instaladas 11 CTRIA: Cajamarca, Junín, Loreto, Ucayali, Lambayeque, Cusco, Tumbes, Piura, Apurímac, San Martín y la zona del VRAEM (Valle de los ríos Apurímac, Ene y Mantaro) (INIA, 2019).

De igual modo, el INIA viene implementando agendas regionales de innovación, las cuales son instrumentos de gestión de la innovación agrícola, pecuaria y forestal en el territorio. Estas permiten identificar y priorizar acciones de investigación, transferencia tecnológica y extensión agraria al 2021 en las cadenas de valor de los 24 departamentos del país. Lo que se busca es impulsar la colaboración entre los actores regionales del SNIA, como son los centros de investigación, universidades, productores, empresas, entre otros. Las agendas permiten que los actores trabajen de manera colaborativa en resolver una problemática de innovación priorizada en el territorio. A la fecha se cuenta con un total de 15 agendas regionales de innovación: Lambayeque, la zona del VRAEM, Tumbes, San Martín, Apurímac, Piura, Loreto, Cusco, Cajamarca, Ucayali, Puno, Arequipa, Junín, Ica, y Amazonas.

En este sentido, uno de los ejes priorizados de innovación agraria a nivel regional debería ser la adopción de prácticas de la economía circular. El INIA y el PNIA podrían desarrollar intervenciones verticales en estas materias en el marco de los espacios de coordinación de actores antes mencionados.

4.5. ELABORACIÓN DE ESTUDIOS DE RESULTADOS E IMPACTO DE LA ECONOMÍA CIRCULAR EN LA AGRICULTURA PERUANA

El diseño de instrumentos de política de innovación agraria enfocados en la economía circular, detallados en el numeral 4,1, debe ir acompañado de una evaluación del impacto que tiene la economía circular en la agricultura peruana. En este sentido, como parte de la propuesta de agenda pendiente, el INIA, como ente rector del SNIA, debe elaborar estudios de resultados e impacto, así como de experiencias exitosas de implementación de las prácticas de la economía circular. Este desarrollo de estudios permitirá tener una medición en cada cadena agroproductiva de cuánto se está contribuyendo a la reducción de desechos, reaprovechamiento de residuos, reducción de emisiones de CO₂eq, entre otros, y cómo esto impacta positivamente en los aspectos económicos, sociales y medioambientales de la agricultura peruana.

Para este fin es necesario mantener actualizadas las bases de datos de los proyectos financiados por la economía circular, y hacer un seguimiento y monitoreo más allá del cierre de proyecto, con el fin de estimar la reducción de CO₂eq en los años siguientes. De igual modo, se requiere recopilar información de las asociaciones beneficiadas de manera periódica, como nivel de ventas, mercados atendidos, innovaciones realizadas, inversión en innovación agraria, entre otros. La integración de bases de datos con otras instituciones del SNIA, y fuera del SNIA, podría ayudar a mantener actualizadas las bases de datos y así lograr la elaboración de estudios de resultados e impacto mencionados.



Proyecto 060-2017-INIA-PNIA-EXT (HONGOS). Las prácticas de manejo forestal permiten generar un ecosistema idóneo que facilita la proliferación de hongos comestibles.

BIBLIOGRAFÍA.

- Banco de Desarrollo de América Latina. (2018). *Economía circular e innovación tecnológica en residuos sólidos. Oportunidades en América Latina*. Buenos Aires.
- Banco Mundial. (2017). *Tomando impulso en la agricultura peruana. Oportunidades para aumentar la productividad y mejorar la competitividad del sector*. Lima: Grupo Banco Mundial.
- Berges, A., Ontiveros, E., & Pedraz, R. (2019). *Finanzas y medio ambiente. Europe G. Grupo de Opinión y Reflexión en Economía Política*, pp. 1-19.
- Climate Policy Info Hub. (2019). *Comisión Europea*.
https://climatepolicyinfohub.eu/glossary/co2eq?fbclid=IwAR1FoJ1vKLI3MqzMQ_lqW93xvA_DMMYqSF9tAtrsumQK5bbqojZq2-EHqfg
- Climate Watch. (2019). Peru (country profile).
https://www.climatewatchdata.org/countries/PER?fbclid=IwAR1sWdULrGBQpHNGdCF70uOGUFWMh7CsZJH97_TI7OaNSUKgQChieRV50N0
- D.S. 003-2020-PRODUCE, Decreto Supremo que aprueba la Hoja de Ruta hacia una Economía Circular en el Sector Industria (13 de Febrero de 2020).
- Ellen MacArthur Foundation. (2015). *Hacia una economía circular: motivos económicos para una transición acelerada*.
- Ellen MacArthur Foundation. (2017). *The New Plastics Economy: Rethinking the Future of Plastics and Catalysing Action*.
- Ellen MacArthur Foundation. (2019). *Completing the Picture: How the Circular Economy Tackles Climate Change*.
- Ellen MacArthur Foundation. (2020). *Regenerative Agriculture at Scale*.
<https://www.ellenmacarthurfoundation.org/case-studies/regenerative-agriculture-at-scale>
- EU-LAC Foundation. (2019). *Case studies on Circular Economy models and integration of Sustainable Development Goals in business strategies in the EU and LAC*.
- Hamrick, K., & Gallant, M. (2017). *Unlocking Potential. State of the Voluntary Carbon Markets 2017*. Washington, DC: Forest Trends' Ecosystem Marketplace.
- Hamrick, K., & Gallant, M. (2018). *Voluntary Carbon Markets Insights: 2018 Outlook and First Quarter Trends*. Washington, DC: Forest Trends' Ecosystem Marketplace.
- Innóvate Perú. (2019). *Reto Bio 2019: bases integradas de los concursos de emprendimiento*.
- Innóvate Perú. (2020). *Programa Nacional de Innovación para la Competitividad y Productividad*. <https://innovateperu.gob.pe/>
- Internationale Nederlanden Groep. (2020). *Learning from Consumers: How Shifting Demands are Shaping Companies' Circular Economy Transition*.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2013). *Resultados definitivos: IV Censo Nacional Agropecuario 2012*. Lima.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2018). *Estadísticas*.

https://www.inei.gob.pe/estadisticas/indice-tematico/economia/?fbclid=IwAR3I37zH4YHQ6449ZGMsJVvzwZ7i_6coapgjkNHKVVX4skYVgB6GJ-ry1x0

- Instituto Nacional de Innovación Agraria. (2019). *INIA y GORE Cajamarca promoverán proyectos de innovación para potenciar actividad agropecuaria*. <https://www.inia.gob.pe/2019-nota-116/>
- Instituto Nacional de Innovación Agraria. (2020). <http://www.inia.gob.pe/quienes-somos/>
- Kenton, W. (2020). *Carbon Credit*. Investopedia. https://www.investopedia.com/terms/c/carbon_credit.asp
- López-Giraldo, J., Cuarán-Cuarán, J., Arenas-García, L., & Flórez-Pardo, L. (2014). Usos potenciales de la cáscara de banano: elaboración de un bioplástico. *Revista Colombiana de Investigaciones Agroindustriales*, 1(1), pp. 7-21.
- Ministerio de Agricultura y Riego. (2019). *Valor bruto producción agropecuaria*. <https://www.minagri.gob.pe/portal/valor-bruto-de-produccion-agropecuaria?limitstart=0>
- Ministerio de Agricultura y Riego, Autoridad Nacional del Agua, Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación, Fondo Mundial para la Naturaleza. (2015). *Huella hídrica del Perú. Sector agropecuario*. Lima.
- Ministerio del Ambiente. (2014). *Informe estadístico del estado del ambiente 2012-2013*. Lima.
- Ministerio del Ambiente. (2015). *Huella de carbono*.
- Netherlands Enterprise Agency. (2020). *Circular Economy & SDGs: How Circular Economy Practices Help to Achieve the Sustainable Development Goals*.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2012). *Pérdidas y desperdicio de alimentos en el mundo. Alcance, causas y prevención*. Roma: FAO.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2018). *Los 10 elementos de la agroecología. Guía para la transición hacia sistemas alimentarios y agrícolas sostenibles*.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2019). *Cambio climático y seguridad alimentaria y nutricional en América Latina y el Caribe*. Santiago de Chile.
- Price Waterhouse Cooper. (2019). *The Road to Circularity: Why a Circular Economy is Becoming the New Normal*.
- Programa Nacional de Innovación Agraria. (2018). *Diagnóstico del SNIA*.
- Programa Nacional de Innovación Agraria. (2020). <https://www.pnia.gob.pe/>
- Rodríguez, A. (2017). *La bioeconomía: oportunidades y desafíos para el desarrollo rural, agrícola y agroindustrial en América Latina y el Caribe*. CEPAL, FAO, IICA.
- Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria. (2020). *Estadísticas de comercio exterior*. http://www.sunat.gob.pe/estad-comExt/modelo_web/web_estadistica.htm
- Torres, J., Yabarrena, W., Quispe, D., & Perdicci, J. (2015). *Planeamiento Estratégico*

para la Gestión del Agua Residual con Economía Circular [tesis de maestría, CENTRUM Graduate Business School].

- Trivelli, C., & Berdegú, J. (2019). Transformación rural. Pensando el futuro de América Latina y el Caribe. 2030 - *Alimentación, agricultura y desarrollo rural en América Latina y el Caribe*, N.º 1. Santiago de Chile: FAO.
- Vollaro, M., Galioto, F., & Viaggi, D. (2016). The Circular Economy and Agriculture: New Opportunities for Re-using Phosphorus as Fertilizer. *Bio-based and Applied Economics*, 5(3), pp. 267-285.
- Wilson, D. (Ed.). (2015). *Global Waste Management Outlook*. United Nations Environment Programme and International Solid Waste Association.
- World Bank Group. (2019). *Wastewater? From Waste to Resource in a Circular Economy Context: Latin America and the Caribbean Region*. Washington, DC: World Bank.







Instituto Nacional de Innovación Agraria

Av. La Molina 1981, La Molina
Lima - Perú.
(51 1) 240 2100 / 240 2350
www.inia.gob.pe



PERÚ

Ministerio
de Agricultura y Riego