

# Plan Estratégico para la articulación del ecosistema agro- biotecnológico de León

Diciembre 2023



# ÍNDICE

INTRODUCCIÓN .....	1
Antecedentes.....	1
Alcance del documento.....	2
OBJETIVOS.....	4
Diagnóstico municipal.....	4
Panorama actual del sector agropecuario municipal .....	7
Análisis interno.....	11
DIAGNÓSTICO SECTORIAL.....	31
Retos del sector a nivel mundial.....	31
Identificación de oportunidades.....	43
Identificación de los drivers competitivos .....	57
PROPUESTAS DE LÍNEAS DE ACCIÓN.....	67
Identificación de liderazgos.....	67
Formulación de propuestas y recomendaciones .....	77
Desarrollo de una propuesta de programa de trabajo multianual .....	95
BIBLIOGRAFIA.....	115



# INTRODUCCIÓN

El plan estratégico para la articulación del ecosistema agro biotecnológico de León busca exponer el panorama y aterrizar los objetivos, orientaciones particulares y las prioridades en el sector, como parte del Plan Municipal de Desarrollo (PMD), León hacia el futuro, Visión 2045, a partir de un enfoque de gobernanza, con la adecuada articulación y coordinación con los sectores social y privado para la atención de los principales retos de León. Así mismo, considera las políticas de ordenamiento ecológico y urbano-territorial, en función de las aptitudes y vocaciones territoriales, planteadas en el Programa Municipal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Ecológico y Territorial (PMDUOET) y se impulsa desde el grupo de trabajo Nuevas Vocaciones Económicas y el Futuro de las Actuales del proyecto León 450.

## Antecedentes

En 2019, se firmó un acuerdo de colaboración entre el Municipio de León, la Secretaría de Desarrollo Agroalimentario y Rural del estado de Guanajuato (SDAyR), y el Parque de Innovación Agrobioteg S.C. para desarrollar el modelo del centro de innovación rural para el municipio de León, llamado BIONODO, situado en la Comunidad de Los Ramírez. Éste tiene como objetivo proporcionar formación técnica con el propósito de seguir reforzando las vocaciones agropecuarias y de producción alimentaria.

El proyecto actual pretende consolidar el desarrollo agropecuario de la zona rural del municipio de León e impulsar la integración de BIONODO en el clúster agropecuario regional, basándose en un modelo educativo que eduque, capacite y profesionalice en un contexto de innovación con impacto social, con el objetivo último de crear mejoras en el nivel y calidad de vida de los habitantes del área influenciada por el proyecto.

El BIONODO servirá como el núcleo en el que convergen los intereses y necesidades de los principales *stakeholders* (grupos de interés), mediante un modelo de Cuádruple Hélice, que integra:

- Academia (talento, estudiantes, profesionalización, proyectos productos, investigación y desarrollo)
- Empresa (personal competente, proyectos y servicios)
- Gobierno (impuestos, apoyos y programas)

- Sociedad civil (fuentes de empleo, generación de negocios, especialización)

## Alcance del documento

Este Plan Estratégico se centra en el análisis sectorial e industrial de la agro biotecnología, empleando datos históricos y geográficos como telón de fondo para comprender mejor el ecosistema del municipio de León. La esencia de este documento no radica en la descripción geográfica, sino en el desarrollo de un esquema integral que dirija el futuro del BIONODO y del ecosistema agro biotecnológico en su conjunto.

Este enfoque se adopta en reconocimiento a la especificidad y la complejidad inherente al sector de la agro biotecnología, donde factores como la innovación tecnológica, la regulación especializada, las dinámicas de mercado, y las tendencias de inversión requieren un entendimiento especializado y un tratamiento exhaustivo. El análisis geográfico, si bien es relevante y proporciona un marco esencial para entender la ubicación y la distribución espacial de los recursos y actores, no constituye el eje central de este documento.

La documentación histórica y geográfica contribuye a la comprensión de la evolución y la configuración actual del ecosistema, delineando el terreno sobre el cual el sector de la agro biotecnología se ha desarrollado y continúa evolucionando. No obstante, es la información sectorial la que permite diseccionar las capas complejas de la actividad agro biotecnológica, entendiendo las interrelaciones entre la investigación, la producción, y la comercialización que caracterizan al sector.

En virtud de lo anterior, este Plan Estratégico, si bien hace uso de información histórica y geográfica para enriquecer su análisis, prioriza una visión sectorial que promueva la interpretación de datos y tendencias específicas de la agro biotecnología, asegurando que las recomendaciones y estrategias formuladas sean pertinentes y efectivas para el impulso del BIONODO y el fortalecimiento del ecosistema de agro biotecnología de León.

El documento se encuentra integrado por una sección de **Objetivos**, donde se nos da a conocer lo que espera alcanzarse con el documento y a lo que estará enfocada la investigación, al igual que un análisis interno municipal enfocado principalmente en el desarrollo del sector agropecuario.

En la sección del **Diagnostico Sectorial** se nos enumeran y describen los principales retos y desafíos del sector, así como la identificación de oportunidades aplicables para el municipio y por último la identificación de *drivers* (conductores) competitivos.

Para finalizar, en el apartado de **Propuestas de líneas de acción** encontramos puntualmente la identificación de liderazgos y la generación de propuestas de acción, así como una propuesta de programa de trabajo para el BIONODO.



# OBJETIVOS

## General

Conocer la capacidad del municipio en el tema de innovación en agro biotecnología y diseñar un plan de trabajo para BIONODO, que incluya un modelo de competencias funcionales, acorde a las capacidades del territorio y los actores locales.

## Específicos

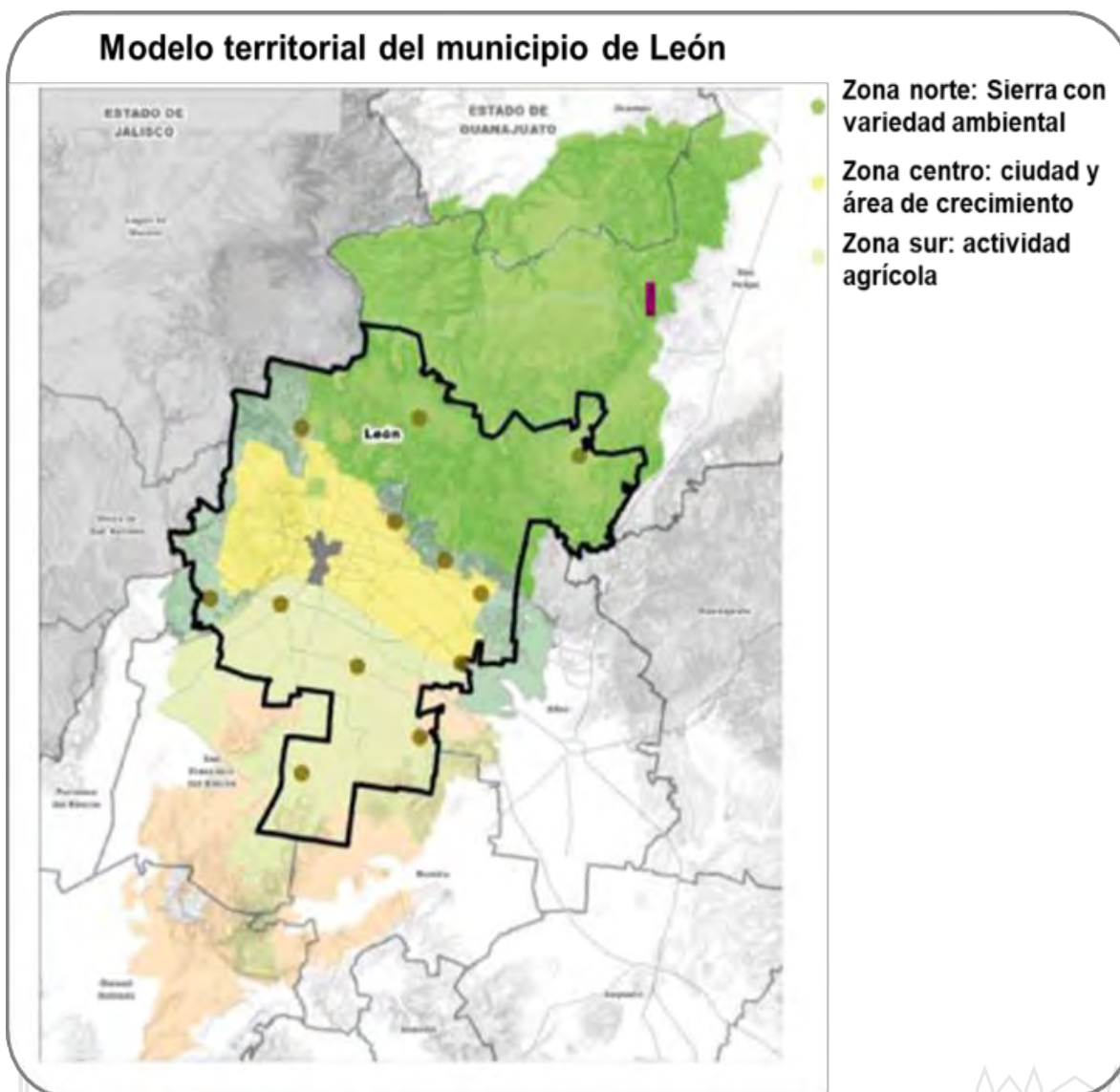
- Identificar a los actores en la zona de influencia del proyecto, así como los principales productos agropecuarios de la zona.
- Identificar las mega tendencias sociales y tecnológicas que permitan la transferencia y adopción de tecnología que genere más valor y desarrollo a la zona.
- Diagnosticar las necesidades del sector en materia de capacitación, potencial de colaboración, sinergias, competencias, estándares, certificaciones, mallas curriculares y vinculación con el sector (clúster, ferias, expos, parques de innovación, etc.)
- Identificar ámbitos comunes de especialización, áreas concretas de potencial colaboración o sinergias entre los principales actores identificados (empresas, universidades, sociedad civil y gobierno)
- Identificar las necesidades de formación y profesionalización de la zona rural, así como las necesidades técnicas y de capital humano del sector productivo, en el marco de la región o zona de influencia del proyecto.

## Diagnóstico municipal

El municipio de León, situado al noroeste del territorio Guanajuatense limita con los municipios de San Felipe, Guanajuato, Silao, Romita, San Francisco del Rincón y Purísima del Rincón, además de dos municipios del estado de Jalisco: Lagos de Moreno y Unión de San Antonio. Tiene una extensión de 128 mil hectáreas, abarca el 4.8% del territorio estatal. Es el municipio más poblado de Guanajuato y ocupa el tercer lugar en población a nivel nacional. Cuenta con una población de 1 millón 721 mil 215 personas y una tasa de crecimiento anual de 1.8% en 2020, en descenso respecto al 2010 que fue de 2.7% (INAFED, 2020; INEGI, 2020).

León se encuentra dentro de la región denominada Centro-Bajío-Occidente, la cual incluye los estados de Guanajuato, Aguascalientes, Jalisco, Querétaro y San

Luis Potosí, y es reconocida como el motor económico de México. La ubicación estratégica de la ciudad facilita el transporte y la exportación hacia Estados Unidos y otras regiones. Incluso, ha sido reconocido como un importante nodo logístico de México, ya que desempeña un papel fundamental como un destacado corredor industrial de alcance nacional y como una ruta comercial estratégica de relevancia internacional (IMPLAN, 2021; SADER, 2019). Sin embargo, las exportaciones municipales tuvieron una disminución anual del 1.9 % del 2018 al 2019 y las importaciones se redujeron un 13.1 % anual, como consecuencia de la contracción económica municipal (IMPLAN, 2021).



**Figura 1.** Modelo territorial del municipio de León.  
Fuente: Modificada de "Plan Municipal de Desarrollo. León Hacia el Futuro. Visión 2045"

El territorio municipal se divide en tres regiones geográficas derivadas de sus condiciones ambientales y topográficas que determinan la ocupación y

aprovechamiento: zona norte, zona centro y zona sur. La zona norte alberga la sierra, una zona de gran valor ecológico debido a su diversidad de ecosistemas, cobertura vegetal y microcuencas. En esta región se encuentran dos Áreas Naturales Protegidas: Sierra de Lobos y La Patiña. La región central comprende la superficie urbana y las áreas de crecimiento, donde se localizan diversos usos del suelo y actividades urbanas.

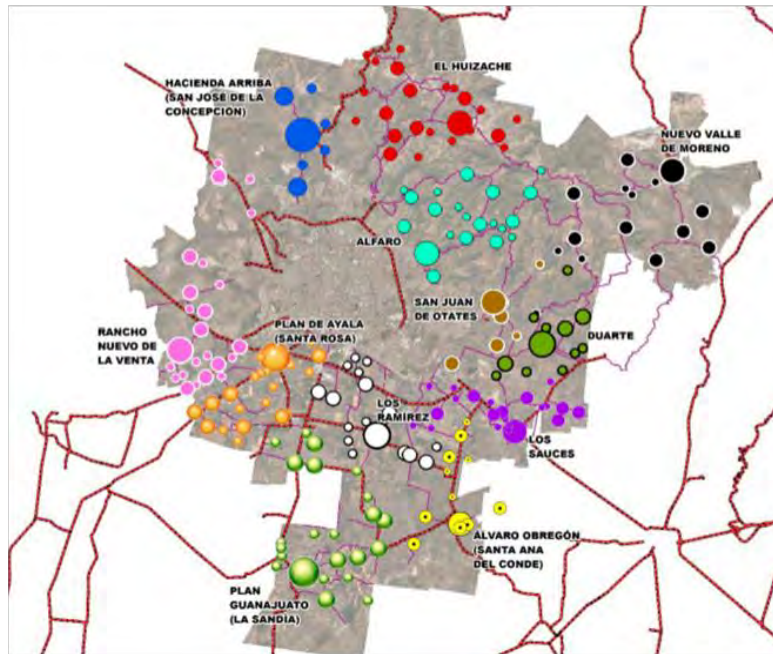
Por otro lado, la zona sur se caracteriza por su topografía llana y se dedica principalmente a actividades agrícolas, siendo especialmente propicia para la agricultura de granos y hortalizas (CIMMYT, 2021; IMPLAN, 2021). La región sur representa el 26.19% del territorio, con 230 localidades en 47 ejidos, la mayoría de ellas con menos de 100 habitantes. La población en esta área asciende a 48,426 personas, lo que equivale al 3.4% de la población total del municipio (INAFED, 2020; SNIM, 2020).

Los cambios demográficos y el apremio de progreso conllevan a un cambio en la demanda de recursos y servicios. Por consiguiente, es fundamental realizar una planificación efectiva que busque mejorar las condiciones de vida de la población y armonizar el desarrollo económico con la preservación del entorno natural. Para ello se han identificado las principales problemáticas para el desarrollo de León, entre ellas se encuentran la baja competitividad debido a la escasa creación de empleos de calidad, falta de colaboración entre empresas, gobierno y universidades; la declinación gradual en la relevancia económica, social y productiva del sector agropecuario; la falta de diversificación y fortalecimiento en sectores prioritarios; poca promoción del emprendimiento y autoempleo; así como la ausencia de estrategias para fomentar la ciencia, tecnología e innovación (INEGI, 2019; IMPLAN, 2020; IMPLAN, 2021).

Se ha impulsado una forma de administrar y gestionar el territorio con áreas de análisis y aplicación de políticas públicas adaptadas a necesidades particulares. Entre ellas, se definieron "Polos de desarrollo rural" que son un conjunto de comunidades que debido a su ubicación, accesibilidad, tamaño y dinámica socioeconómica tienen potencial de:

- A. Concentrar servicios y facilitar infraestructuras sociales como educación, salud, asistencia social, cultura, abastecimiento, entre otros.
- B. Ofrecer diversos servicios para aquellas localidades de su entorno que, por sus características de ubicación, accesibilidad o tamaño, presentan mayores carencias sociales.
- C. Detonar el desarrollo y fortalecimiento de actividades económicas y productivas agroindustriales, pecuarias, silvicultura, agricultura, entre otras.

## Polos de desarrollo rural de León



**Figura 2.** Polos de desarrollo rural de León  
Fuente: IMPLAN, 2016

## Panorama actual del sector agropecuario municipal

El municipio de León, Guanajuato, se destaca por su economía diversificada, que incluye un sector agropecuario importante. Aunque este sector ha perdido importancia en las últimas décadas debido al crecimiento industrial y comercial en la región, los productos agrícolas y ganaderos mantienen una presencia tanto a nivel local como nacional e internacional, lo que le confiere un peso económico significativo. Es por ello que en años recientes se ha observado un esfuerzo por parte de las autoridades y los agricultores para adoptar tecnologías modernas en la agricultura, buscando mejorar la productividad y la eficiencia (Damián-Huato, et al. 2020; IECA, 2021).

La introducción de tecnología en la agricultura ha generado la producción de cultivos más rentables, incrementando el rendimiento en una superficie menor en comparación con la utilizada en 2010, cuando la producción por hectárea era de 17,517 pesos, mientras que para el 2020, este valor incrementó a 36,147 pesos, es decir, el 106.3% (18,629 pesos más) (León Ayuntamiento 2021-2024).

En 2019, los productos agroindustriales representaron el 3.2% de las exportaciones municipales, con un valor de 29 millones 845 mil 197 dólares. Aunque se están modernizando ciertos sectores, la economía sigue centrada en gran medida en un sector tradicional, particularmente en la industria de cuero y calzado, que es de gran relevancia a nivel nacional (IMPLAN, 2019; León Ayuntamiento 2021-2024; IMPLAN, 2021).

En la actualidad, la agricultura de temporal predomina en León, ocupando el 27.6 % del territorio municipal. Los polos rurales agrícolas, ubicados en la zona sur, abarcan áreas como Santa Ana de Conde, Los Ramírez y La Sandía, así como 23 delegaciones y 73 localidades, que comprenden el 36% de la superficie total del municipio. En todo el municipio, se ocupan 34,855 hectáreas, de las cuales cerca de 21,905 se localizan en la Frontera Agrícola Zona Sur, la principal zona agrícola, con el 80% de su extensión dedicada a cultivos de temporal (alrededor de 15,640 hectáreas) y de riego (cerca de 6,265 hectáreas). De éstos, el polo de Los Ramírez es el más cercano a la ciudad de León (12.5 km), seguido de Santa Ana del Conde (6.5 km del límite urbano), mientras que La Sandía es la más alejada (20.3 km) (IMPLAN, 2019; IMPLAN, 2020).

Por otro lado, los polos rurales en la zona norte; Hacienda Arriba, El Huizache y Nuevo Valle de Moreno; se dedican principalmente a la ganadería debido a sus condiciones físicas y forestales con potencial de productividad agropecuaria (IMPLAN, 2020).

Actualmente, se contempla la implementación de una visión integral que abarca tanto la conservación ambiental en la zona norte, como el desarrollo agroindustrial y alimentario al sur. Se busca establecer sistemas de producción sostenible para satisfacer las necesidades locales y explorar oportunidades de exportación, lo que contribuirá al desarrollo sostenible del municipio y al bienestar de sus habitantes en los Polos Rurales (IMPLAN, 2020; 2021).

## Productividad y principales actividades económicas

La ganadería juega un papel importante en la economía local, abarcando la cría de ganado bovino, porcino y avícola. Uno de los pilares económicos de León es la industria del calzado, es el principal fabricante de calzado en México y uno de los más importantes a nivel internacional. En 2020, la ciudad albergaba alrededor de 3,437 empresas en este sector, generando un importante flujo de empleo y contribuyendo de manera significativa al Valor Agregado Censal Bruto (IMPLAN, 2021).

Respecto a la agricultura, en 2018 se sembraron 47 variedades de cultivos en una extensión de 16,548 hectáreas. Se cosechó aproximadamente el 94.4% de la superficie, lo cual generó una producción valorada en 501.29 millones de pesos.

Sin embargo, se observó una disminución del 13.4% en comparación con 2017, cuando el valor de la producción alcanzó los 578.63 millones de pesos. Asimismo, se registró una ligera disminución en el valor total de la producción ganadera, pasando de 1,414.6 millones de pesos en 2017 a 1,409.7 millones de pesos en 2018 (IMPLAN, 2020). Para el año 2022 se sembraron 36 variedades de cultivos, en un total de 18,511 hectáreas, de las cuales se cosechó el 98.8%, con un valor de producción de 939.37 millones de pesos. En la tabla 1 se presentan los cultivos que ocuparon mayor superficie de siembra:

Principales 10 cultivos por superficie sembrada	Superficie sembrada (Hectáreas)
Maíz grano	7,800
Sorgo grano	4,470
Alfalfa	2,150
Maíz forrajero	850
Cebada grano	600
Cebolla	571
Frijol	455
Agave	230
Brócoli	205
Trigo grano	200
Superficie total	17,531

**Tabla 1.** Superficie sembrada de los 10 cultivos principales en León en 2022

Fuente: Elaboración propia con base en datos del Servicio de Información Agroalimentaria y pesquera (SIAP), Anuario estadístico de la producción agrícola, 2022.

Cerca del 95% del valor de producción del 2022 está dado por 15 cultivos. De estos cultivos, los de mayor importancia económica en el municipio son los cereales (41.8%), frutas y hortalizas (29.3%), forrajes (18.6%), tubérculos (6.9%) e industriales (3.4%), representados en la figura 3. León es reconocido como un importante productor de cultivos como el maíz, sorgo, trigo y cebada, así como hortalizas como tomates, chiles, lechuga y cebolla; así como el mayor exportador de lechuga y brócoli (fresco y congelado) del país. En 2017 se comercializaron con el exterior poco más de 374 mil toneladas de estos productos, por las que se obtuvieron 408 millones de dólares. (SADER, 2018; SIAP, 2022; Borrego et al. 2019).



1. Figura 3. Principales cultivos en valor de producción en León en 2022.

Fuente: Elaboración propia con base en datos del Servicio de Información Agroalimentaria y pesquera (SIAP), Anuario estadístico de la producción agrícola, 2022.

La producción en la zona agrícola de León se lleva a cabo por dos tipos de productores: aquellos que operan en el sector privado, comúnmente identificados como empresarios agrícolas; y los pequeños productores y ejidatarios que pertenecen al sector social. La diferencia radica en el enfoque del modelo tecnológico y de producción, la escala de sus operaciones, los cultivos, el uso de infraestructura, maquinaria y equipo, así como por la manera en que organizan y realizan sus procesos productivos, además, del nivel de vinculación con los mercados locales y de exportación, es decir, su habilidad para integrarse o no en las cadenas de valor (Borrego, E. M., & Pérez, J. L. H., 2019).

Los grandes y medianos productores agrícolas emplean un modelo de agricultura intensiva-biotecnológica con recursos como semillas mejoradas, sistemas automatizados y técnicas modernas como plasticultura e invernaderos, enfocándose en hortalizas valoradas en mercados de exportación, como brócoli, chile, coliflor, espárragos, lechuga, fresa y cebolla (Borrego, E. M., & Pérez, J. L. H., 2019; INFOAGRO, 2016).

En la siguiente figura se muestra cómo ha cambiado la cantidad de área sembrada y el valor de la producción del año 2013 al 2022 con datos obtenidos del SIAP:



**Figura 4.** Cambios en la superficie de siembra y valor de producción en León de 2013 al 2022. Fuente: Elaborado con base en datos del Servicio de Información Agroalimentaria y pesquera (SIAP), Anuario estadístico de la producción agrícola, 2022.

# Análisis interno

## Caracterización de la cadena de valor

La cadena de valor del sector agro biotecnológico es una red compleja y con distintos elementos y procesos interconectados que incluye un espectro amplio de elementos; desde los insumos necesarios para la producción de alimentos, hasta el manejo de residuos por parte del consumidor final. Esta red y sus procesos asociados representan un componente muy importante de la economía global y tiene influencias sobre temas fundamentales para la sociedad, como la seguridad alimentaria, el desarrollo económico y la sustentabilidad.

La cadena de valor agro biotecnológica extiende su influencia mucho más allá de la mera producción y distribución de alimentos; está estrechamente entrelazada con implicaciones sociales, que moldean los destinos de individuos y comunidades en cada eslabón de la cadena. Desde el inicio, donde los agricultores suelen comenzar la secuencia, hasta los consumidores finales, predominantemente ubicados en los centros urbanos, la cadena de valor agro biotecnológica moldea los medios de vida, orienta las preferencias alimenticias y puede tener profundas repercusiones para el bienestar social. En esencia, la

cadena de valor agrícola sirve como eje de nuestro sistema alimentario contemporáneo. La cadena de valor incluye una multitud de operaciones interconectadas que sustentan la producción, transformación y distribución de productos agrícolas, abordando las necesidades alimenticias de la población global en constante expansión. Para lograr una comprensión profunda de los matices inherentes a esta cadena de valor, debemos analizar sus componentes fundamentales.

## **Eslabones de la cadena de valor agro biotecnológica**

- Insumos

Los insumos incluyen los componentes necesarios para la producción agrícola. Algunos ejemplos son las semillas, que han sido cultivadas y seleccionadas para obtener rasgos deseados; fertilizantes orgánicos o convencionales que reponen el suelo con nutrientes esenciales; pesticidas y herbicidas que protegen los cultivos contra plagas y enfermedades; y maquinaria que ayuda a plantar y cosechar con mayor eficiencia.

Un componente esencial que a menudo no se toma en cuenta en los análisis de valor de esta cadena es el agua, que se puede gestionar y distribuir mediante sistemas de riego o mediante predicciones de temporal. La calidad, combinación y manejo de estos insumos pueden afectar en gran medida el rendimiento, la calidad y la resiliencia de los cultivos.

- Producción

La producción corresponde a las actividades agrícolas esenciales, incluye procesos como: la preparación del suelo donde se labra y optimiza la tierra para la siembra; la siembra de las semillas; gestión del riego que asegure un suministro optimizado de agua, monitoreo de las etapas de crecimiento, atención a la presencia de plagas y necesidad de ajustes, y finalmente, la maduración y desarrollo de los cultivos hasta que estén listos para la cosecha.

- Operaciones agrícolas

Más allá de la mera producción, las operaciones agrícolas cubren todas las actividades auxiliares que facilitan o mejoran la calidad y eficiencia de la producción agrícola. Esto incluye desde garantizar que la maquinaria reciba servicio y mantenimiento apropiado, gestionar la mano de obra y sus tareas, la planeación agrícola de divisiones para la rotación de cultivos o cultivos intercalados, mantener registros financieros meticulosos y garantizar la aplicación adecuada de los insumos en el momento adecuado.

En este eslabón, la tecnología desempeña cada vez más un papel importante: el software de gestión agrícola, los drones y otras innovaciones agrícolas son áreas donde más innovación se ha realizado con el objetivo de optimizar las operaciones agrícolas.

- Procesamiento postcosecha

Una vez cosechados los cultivos, estos pueden ser sometidos a una serie de procesos que los preparan para el mercado o su procesamiento final. Algunos de estos procesos incluyen la limpieza preliminar para propiciar la eliminación de suciedad e impurezas propias del proceso de cultivo, la clasificación que separa los productos según el tamaño, la calidad u otros parámetros. En algunos casos la molienda preliminar es relevante para eliminar las cáscaras de los granos; o el secado que garantiza que los niveles de humedad sean óptimos para el almacenamiento y transporte.

Recientemente, la aplicación de películas antibióticas, gases para control de maduración y procesos de *flash freeze in situ* han ayudado a minimizar las pérdidas y maximizar la calidad, lo que puede influir significativamente en el valor de mercado del producto.

- Empaque / Acopio

El empaque prepara el producto para su distribución manteniéndolo en contenedores o materiales de embalaje adecuados que lo separan de las condiciones ambientales y posibles contaminantes. Los procesos pueden variar mucho dependiendo de la región y el cultivo específico, desde trabajo manual en algunos casos hasta sistemas altamente automatizados en instalaciones especializadas.

El empaque también ha contribuido en temas de trazabilidad, ya que, al tratarse normalmente de instalaciones centralizadas, es el primer centro de acopio fuera del campo en donde se puede recopilar información sobre el producto; su origen para poder proceder con cualquier certificación.

- Logística

El eslabón de logística abarca los procesos de gestión, planeación y transporte de los distintos elementos de la cadena productiva. Se trata de la intrincada gestión de recursos que implica identificar y coordinar soluciones de almacenamiento, incluyendo almacenamiento en sí y la cadena fría de productos perecederos para prolongar su vida útil, gestionar el inventario para garantizar un equilibrio entre la oferta y la demanda, y coordinar el movimiento de mercancías desde las unidades de producción hasta las unidades de procesamiento, mercados o terminales de exportación.

La logística de la cadena de valor agro biotecnológica presenta sus peculiaridades, principalmente asociadas al manejo de productos perecederos, esta se ha enriquecido con tecnologías y procesos provenientes de otras industrias, ya que en cualquier industria la logística eficiente minimiza retrasos, costos y desperdicios.

- Venta

Este eslabón se centra en hacer llegar los productos a manos de los consumidores finales u otros procesadores. Este paso consolida los resultados de los eslabones anteriores de la cadena de valor agro biotecnológica, involucrando los canales de distribución y fomentando las relaciones con los clientes.

Los puntos de venta se han diversificado en años recientes abarcando desde la creación de cadenas comerciales enfocadas al minorista, clubes de precios, asociaciones de consumo, mercados de productores, aplicaciones en línea de comercialización directa de productos agrícolas, e incluso recientemente la comercialización y comunicación directa por redes sociales, así como estrategias de ventas y conexión directa entre productores y consumidores finales.

- Gestión de residuos

A lo largo de los distintos eslabones de la cadena de valor agro biotecnológica se generan residuos que son productos que no llegan a ser consumidos por el cliente final. La reducción y gestión de estos residuos es necesaria para garantizar y optimizar el funcionamiento de toda la cadena. Los residuos pueden ser productos desechados, subproductos del procesamiento postcosecha, envases usados o aguas residuales de las diferentes instalaciones empleadas en la cadena.

Es fundamental intentar reintroducir la mayor cantidad de estos residuos a la cadena para eliminar ineficiencias y aumentar la disponibilidad de alimentos. Estrategias recientes para el aprovechamiento de estos recursos comprenden la producción de abono, utilizar residuos para la producción de biogás, reciclar envases, tratar las aguas residuales antes de su liberación, e incluso la generación de sistemas aislados que disminuyan las pérdidas del sistema.

- Actividades de apoyo

Como parte complementaria de las actividades propias de la cadena de valor agro biotecnológica existen actividades que, sin estar directamente asociadas a la producción de alimentos, son fundamentales para el correcto funcionamiento de toda la cadena. Algunos ejemplos de esto son las actividades financieras y

bancarias que permiten el fondeo del resto de las actividades proporcionando recursos financieros para accionar las actividades de toda la cadena.

Dentro de los servicios financieros también podemos ubicar los servicios de aseguradoras que, desde principios del siglo XX, permitieron controlar muchos de los riesgos inherentes asociados a todos los pasos de la cadena de valor, disminuyendo los riesgos e incertidumbre en los procesos productivos. Otro elemento fundamental dentro de estas actividades de apoyo, son todas las labores asociadas a la actividad educativa que prepara a los operadores de los distintos pasos de la cadena productiva, existiendo desde programas vocacionales de capacitación, pasando por bachilleratos técnicos, hasta carreras universitarias y posgrados.

Mapear, y gestionar los distintos elementos de la cadena de valor agro biotecnológica es necesario para garantizar el suministro de alimentos de manera eficiente y sustentable ambiental y económicamente.

Recientemente ha cobrado relevancia el concepto de circuitos locales o regionales dentro de la cadena de valor agro biotecnológica, esto presentaría la oportunidad para mejorar la eficiencia y la sostenibilidad en regiones específicas. Un sistema local de circuito cerrado tiene como objetivo minimizar el desperdicio mediante el reciclaje y la reutilización de recursos, reduciendo así la huella ambiental y optimizando la utilización de recursos.

Al fomentar sinergias entre las diferentes etapas de la cadena dentro de un contexto local o regional, es posible aumentar su eficiencia y sustentabilidad. Por ejemplo, los residuos y subproductos agrícolas de una etapa pueden utilizarse como insumos para otra; el material orgánico generado durante el procesamiento de alimentos puede servir como abono agrícola, reduciendo la dependencia de fertilizantes sintéticos y cerrando el ciclo de nutrientes. Además, la adquisición y distribución local puede reducir los costos de transporte y emisiones, y fortalecer la conexión entre productores y consumidores.

En resumen, la mejora de la eficiencia de la cadena de valor agro biotecnológica a través de sistemas localizados de circuito cerrado resulta no sólo ambientalmente sustentable, sino también económicamente deseable, debido a que fortalece la resiliencia, minimiza el desperdicio y establece un sistema alimentario más sostenible, al mismo tiempo que otorga oportunidades económicas a las comunidades y eleva la seguridad alimentaria. Estas facetas interconectadas hacen notar el imperativo de comprender el papel social de la cadena de valor agrícola local y regional, y el potencial de resultados sociales beneficiosos a través de su optimización.

## El impacto de la cadena de valor agro biotecnológica a nivel municipal

La cadena de valor agro biotecnológica, como se describe en las secciones anteriores, es una red multifacética con un profundo impacto que resuena hasta el nivel municipal. En esta sección, se explora cómo esta cadena de valor puede influir y dar forma a la dinámica municipal.

- Crecimiento económico y oportunidades de empleo

A nivel municipal, la cadena de valor agro biotecnológica contribuye significativamente al desarrollo económico y a las oportunidades de empleo. Los eslabones de la cadena de valor agro biotecnológica, desde la producción hasta el procesamiento y distribución de alimentos e insumos, a menudo sirven como columna vertebral de las economías locales. Los medios de vida de muchos residentes dentro de los municipios están directamente ligados a esta cadena. A medida que los agricultores producen cultivos y crían ganado, crean empleos, estimulan la demanda de servicios locales e inyectan dinero en la economía local.

- Vínculos sociales rural-urbanos

Algunos municipios contienen zonas de transición entre las zonas rurales y urbanas. La cadena de valor agro biotecnológica cierra esta brecha conectando a los agricultores rurales con los consumidores urbanos. Esta interdependencia y comunicación puede fortalecer el vínculo entre las comunidades rurales y urbanas dentro de los municipios, fomentando la cooperación y el apoyo mutuo. Además, los centros urbanos dependen de la producción agrícola de los municipios circundantes para un suministro constante de alimentos, lo que enfatiza el papel fundamental de estas regiones para garantizar la seguridad alimentaria local y regional.

- Prácticas sostenibles e impacto ambiental

Al ser los municipios las instancias de contacto más directas entre los ciudadanos y el gobierno a menudo son los primeros en reconocer la importancia de las prácticas agrícolas sostenibles y la conservación del medio ambiente. Dentro de la cadena de valor agro biotecnológica, los municipios desempeñan un papel fundamental en la promoción y regulación de técnicas agrícolas sostenibles, la gestión de residuos y la promoción de iniciativas ambientales. Al adoptar prácticas sostenibles, el municipio puede mitigar el impacto ambiental de la agricultura, reducir la contaminación y salvaguardar los ecosistemas locales.

- Seguridad y accesibilidad alimentaria

La disponibilidad de alimentos frescos y asequibles dentro del municipio está directamente influenciada por la cadena de valor agro biotecnológica. Las poblaciones urbanas dependen de sistemas de distribución eficientes que aseguren un suministro continuo de alimentos. El municipio debe trabajar en conjunto con las partes interesadas de la cadena de valor para mejorar la accesibilidad a alimentos nutritivos para sus residentes, abordando los problemas de los desiertos alimentarios y promoviendo opciones alimenticias saludables.

- Infraestructura y Transporte

La cadena de valor agro biotecnológica necesita infraestructuras y redes de transporte bien desarrolladas dentro del municipio. Las carreteras, las instalaciones de almacenamiento y los centros de distribución son componentes críticos de esta cadena. La inversión en infraestructura no sólo facilita el movimiento de productos agrícolas, sino que también mejora la conectividad general y la accesibilidad de las zonas rurales a los mercados urbanos.

### Panorama de la cadena agro biotecnológica en León Guanajuato, México

La cadena de valor agro biotecnológica en León, Guanajuato, incluye una combinación de tradición e innovación, que se extiende desde el abastecimiento de insumos agrícolas ancestrales y modernos hasta el manejo sustentable de residuos. Las prácticas agrícolas de la región, arraigadas en su rico legado, se han ampliado con tecnologías avanzadas, optimizando la producción y garantizando el alcance al mercado global.

Cultivos	Tipo de mercado	Tipo de producto	Empresa líder	Forma de integración
Brócoli	Exportación (fresco y congelado)	Grande y mediano	Congeladora	Cautiva
Lechuga	Nacional	Grande	Supermercado	Mercado
Cebada	Nacional	Grande y mediano	Agroindustria	Jerárquica
Maíz amarillo	Nacional	Ejidatario pequeño y grande	Agroindustria	Relacional

**Tabla 2.** Zona metropolitana de León: Formas de integración de los productores agrícolas en la cadena de valor.

Fuente: Modificado de Borrego, E. M., & Pérez, J. L. H. (2019)

Esta mezcla se refleja en todo el espectro, en la yuxtaposición de la agricultura tradicional con la agricultura de precisión, la coexistencia de mercados locales con plataformas digitales orientadas a la exportación, o la armonía entre técnicas ancestrales de compostaje y sistemas modernos de gestión de residuos. León, que sirve como un caso de estudio de panorama agro biotecnológico posible en México, ejemplificando el equilibrio entre el patrimonio y las estrategias agrícolas de futuro, siendo un ejemplo de progreso e innovación a nivel nacional.

A continuación, se describe el panorama local y regional de cada uno de los eslabones de la cadena de valor agro biotecnológica.

#### 1.2.3.1. Eslabones de la cadena de valor agro biotecnológica en León, Guanajuato

- Insumos

El suministro de insumos en León ha evolucionado con el tiempo, incorporando modalidades convencionales y recientemente orgánicas en todos sus productos y categorías. De acuerdo con el tipo de producción, tecnificada o no tecnificada, se observan diferencias en el tipo de insumos y la forma de utilizarlos, ya que cada uno comprende manejos distintos. Por ejemplo, dependiendo de la variedad de semilla elegida se debe cumplir con ciertos requisitos específicos de fertilizantes y pesticidas, también conocidos como paquetes tecnológicos. Otro ejemplo es el agua, un insumo irremplazable que proviene predominantemente del río Lerma y se complementa con acuíferos subterráneos y es utilizada en diferentes sistemas de riego. No obstante, la sobreexplotación y las políticas inadecuadas de gestión del agua han aumentado las preocupaciones sobre la sostenibilidad futura.

En unidades de producción menos tecnificadas o bajo manejo agronómico orgánico prevalece el uso de semillas auto seleccionadas, suelen apoyarse sobre todo en enmiendas de suelo y manejo de plagas con insumos locales, esto en algunas ocasiones disminuye el rendimiento con respecto al potencial del cultivo. Por otra parte, en este tipo de unidades los métodos de gestión de agua más comunes en la región son el riego por temporal o el riego por inundación y agua rodada, lo cual suele representar un menor aprovechamiento.

En producciones tecnificadas existe gran accesibilidad a semillas y otros insumos de compañías nacionales e internacionales que aumentan la productividad de manera rápida, sin embargo, se han planteado preocupaciones ambientales y de salud. En estas unidades de producción se suelen emplear sistemas de riego más tecnificados como riego por aspersión o incluso riego por goteo, los cuales han sido promovidos y han aumentado en el municipio, principalmente por el control de calidad que pueden llevar cultivos de alta especialidad, así como el aumento en la eficiencia de uso y control de costos.

- Producción

Las grandes unidades de producción comerciales a menudo emplean monocultivos para lograr economías de escala centrándose en un solo cultivo, aprovechando equipos especializados e insumos específicos para maximizar los rendimientos.

Por otro lado, las unidades de producción de pequeña escala y las parcelas familiares de autoconsumo tienen mayor combinación de cultivos (basada en principios de policultivo) que mantienen la salud del suelo y el control de plagas a través de insumos locales. Técnicas como la rotación de cultivos, los cultivos intercalados y los cultivos de cobertura, si bien entraron en desuso desde los años 80, están resurgiendo como prácticas sostenibles. Estos sistemas coexisten, a veces incluso de forma sinérgica, proporcionando una base de producción diversa. La variabilidad estacional debido a las características de altitud del municipio permite ciclos de producción escalonados, lo que garantiza actividades agrícolas durante todo el año y un suministro continuo de productos variados.

- Operaciones agrícolas

Las estrategias operativas en el municipio de León reflejan su legado agrícola combinado con innovaciones tecnológicas emergentes. Por un lado, se encuentran los agricultores experimentados que basan sus decisiones en el instinto, la experiencia y su conexión directa con la tierra y suelen emplear a miembros de su familia, continuando un linaje de conocimientos agrícolas empíricos. Estas unidades más pequeñas se han conformado en cooperativas, uniendo recursos y conocimientos y accediendo a los mercados de manera más eficiente. Además, organizaciones gubernamentales y no gubernamentales ejecutan programas de creación de capacidad y extensionismo, capacitando a los agricultores en técnicas modernas respetando y preservando al mismo tiempo los conocimientos tradicionales.

Por otro lado, las unidades en expansión están empezando a aprovechar herramientas digitales: software de gestión agrícola para la asignación de recursos, drones para estudios aéreos y dispositivos IoT para monitorear la salud del suelo y los cultivos en tiempo real. Estas tecnologías permiten tomar decisiones basadas en datos, optimizar el uso de insumos, predecir enfermedades e incluso ayudar en los pronósticos de rendimiento.

- Procesamiento postcosecha

La fase de operaciones postcosecha es una fase crítica que determina e incrementa el valor de mercado y la longevidad del producto. En León los

productos de alto valor dirigidos a exportación, principalmente en las grandes unidades de producción, pasan por unidades de enfriamiento avanzadas, lo que ralentiza las reacciones enzimáticas y garantiza la frescura. Granos como el sorgo y el maíz se envían a unidades de procesamiento equipadas con maquinaria avanzada para tareas que van desde la limpieza y el descascarillado hasta la molienda. Estas instalaciones garantizan un contacto humano mínimo, reduciendo los riesgos de contaminación.

En unidades pequeñas de producción, los cultivos de hortalizas también se dirigen a unidades de encurtido o enlatado, añadiendo valor y mejorando la vida útil. A medida que el paladar global se expande, hay una tendencia creciente en León a transformar productos tradicionales en productos innovadores, atendiendo tanto al mercado local como al internacional.

- Empaque / Acopio

El empaque en León es una operación cada vez más sofisticada, influenciada por el destino y consumidor final. Una tendencia reciente en las instalaciones de empaque/acopio del municipio incluye la búsqueda de procesos que aumenten el valor agregado de sus productos, operaciones como pelado, cortado, producción de purés, concentrados y jugos.

Los productos destinados a los mercados internacionales, especialmente los EE. UU., Europa o Asia, principalmente provenientes de las grandes unidades de producción, requieren del cumplimiento de rigurosos estándares de embalaje. Para estas operaciones el municipio cuenta con instalaciones avanzadas donde se mantienen ambientes limpios, a menudo monitoreados para detectar contaminantes. Los materiales de embalaje se seleccionan en función de su durabilidad, capacidad de protección y, en ocasiones, incluso de atractivo estético. Las unidades de envasado avanzadas del municipio pueden utilizar envasado con atmósferas modificadas, alterando la composición del gas interno para prolongar la frescura.

Uno de los mayores retos a nivel local, para las unidades de producción pequeñas, incluye el uso extensivo que se da en las empacadoras a materiales de un solo uso y no amigables con el medio ambiente. Sin embargo, el movimiento hacia la sostenibilidad ha introducido materiales de embalaje biodegradables y contenedores retornables, lo que reduce la huella ambiental. Los productos vendidos localmente, aunque sigan centrándose en la calidad, podrían adoptar envases menos intensivos.

- Logística

El municipio de León es sin duda alguna uno de los centros logísticos más relevantes a nivel nacional. El municipio cuenta con conectividad por tierra y aire

con las mayores regiones de consumo y producción agro biotecnológica a nivel nacional. Es gracias a esto que los productos, tanto originados en la región como los que utilizan al municipio como centro logístico, tienen posibles salidas a mercados variados, lo que hace que requieran una planificación logística meticulosa.

La logística de la cadena de frío, especialmente para productos perecederos, garantiza entornos ininterrumpidos con temperatura controlada desde la unidad de producción hasta llegar al minorista. El almacenamiento, un componente crítico, ha experimentado innovaciones: desde almacenamientos en atmósfera controlada que afectan los niveles internos de oxígeno, dióxido de carbono y etileno, hasta sistemas de inventario digitales que emplean inteligencia artificial para realizar predicciones.

La infraestructura de transporte de León es sólida, a nivel regional se cuenta con una red de carreteras y caminos en buen estado que conectan las unidades productivas con destinos locales, nacionales e incluso internacionales. Las soluciones de transporte personalizadas se adaptan a la diversa producción agrícola, los camiones frigoríficos con controles de temperatura y humedad se han vuelto una constante en la región, contando también con una amplia red de centros de servicio y mantenimiento lo que garantiza el transporte adecuado e inocuo de los productos agroalimentarios.

Recientemente han surgido plataformas digitales locales y se han adoptado otras provenientes de otras regiones y países que conectan a los transportistas con los agricultores, reducen los retrasos y garantizan un movimiento más rápido. Esta adopción tecnológica ha disminuido costos, reducido el desperdicio y acelerado el acceso al mercado.

- Venta

El panorama de ventas para productos de la cadena de valor agro biotecnológica en León es multifacético. Las avenidas tradicionales como los mercados de agricultores o los "tianguis" ofrecen productos frescos directamente del origen, fomentando una conexión comunitaria, de manera que son cada vez más frecuentados por pobladores de centros urbanos de alto valor adquisitivo que consideran como un valor agregado la conexión con el productor.

Las cadenas minoristas nacionales y transnacionales, que aprovechan soluciones avanzadas de cadena de suministro, brindan comodidad, variedad y disponibilidad durante todo el año. Las ventas de exportación son más complejas y a menudo involucran intermediarios, controles de cumplimiento normativo y documentación extensa. Las plataformas digitales están remodelando este sector, ofreciendo soluciones B2B, conectando a compradores y vendedores

directamente, brindando transparencia y a menudo obteniendo mejores precios para los agricultores.

- Gestión de residuos

A nivel nacional la gestión de los residuos de la cadena productiva a menudo se ha entendido como una responsabilidad del gobierno municipal y normalmente solo incluye la recolección y disposición final de estos residuos. Sin embargo, el sector agrícola de León, consciente de sus responsabilidades ambientales, ha estado gravitando hacia el manejo sustentable de residuos.

Los residuos orgánicos, antes considerados desechos, han encontrado usos para unidades de compostaje o plantas de biogás. Aprovechando las tecnologías disponibles y generando innovación en el sector, se han desarrollado proyectos de aprovechamiento de residuos orgánicos para la generación de productos con valor agregado; como biomateriales para otras industrias, como la de piel, moda y calzado e incluso se han aprovechado para la generación de insumos para la cadena agro biotecnológica, lo que permite transitar a cadenas cerradas como preámbulo a una economía circular.

Los residuos de envases, especialmente los plásticos, están siendo objeto de reciclaje o *upcycling* (suprarreciclaje). Los municipios y las comunidades con actividad agrícola están colaborando, reconociendo el potencial económico y ambiental de la revalorización de los residuos.

- Actividades de apoyo

En el municipio de León Guanajuato, derivado de su nivel de desarrollo y la prevalencia de la actividad económica terciaria (servicios) propia de un gran centro urbano, el ecosistema de servicios complementarios o de apoyo está muy desarrollado.

- Academia

En cuanto al sector académico, de acuerdo con la Estadística Educativa para el Ciclo 2021-2022 de la Dirección General de Planeación, Programación y Estadística Educativa de la Secretaría de Educación Pública Federal, el estado de Guanajuato cuenta con 1,259 instituciones de educación media superior, así como 352 instituciones de educación superior. Dentro de las instituciones de educación media superior destaca la presencia en el estado de 9 planteles del Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario (CBTA). El bachillerato SABES es otra institución que destaca por su importancia a nivel municipal y en el sector, ya que ofrece el programa de Bachillerato Tecnológico en Producción Agrícola Sostenible, está ubicado en la unidad Los Ramírez y comparte algunas instalaciones con el BIONODO.

Si bien, a nivel profesional superior es posible la incidencia de programas educativos de todas las áreas sobre la cadena de valor agro biotecnológico, algunos de los programas más estrechamente relacionados al sector agro biotecnológico disponibles a nivel estatal con incidencia sobre el municipio de León se citan a continuación:

■ Programas ofrecidos por Instituciones Públicas

- Licenciatura en Administración Agropecuaria, UNAM-León
- Licenciatura en Ciencias Agrogenómicas, UNAM-León
- Licenciatura en Agronegocios, UG
- Ingeniería en Agronomía, UG
- Ingeniería Agroindustrial, UG
- Ingeniería en Biotecnología, UG
- Ingeniería Mecánica Agrícola, UG
- Ingeniería Agroindustrial, UPG
- Ingeniería en Biotecnología, UPG
- Ingeniería Agroindustrial, UPP
- Ingeniería en Biotecnología, UPP
- Ingeniería en Agrotecnología, UPB
- Ingeniería en Innovación Agrícola Sustentable, ITM-Roque
- Ingeniería en Innovación Agrícola Sustentable, ITESI
- Ingeniería Biotecnológica, IPN
- Medicina Veterinaria y Zootecnia, UG
- Maestría Interinstitucional en Ciencias Pecuarias, UG
- Maestría en Protección Vegetal de Hortalizas, UG
- Maestría en Ciencias con Especialidad en Biotecnología de Plantas,

CINVESTAV

- Maestría en Ciencias con Especialidad en Biología Integrativa, CINVESTAV
- Maestría en Producción y Tecnología de Semillas, ITM-Roque
- Doctorado en Biociencias, UG
- Doctorado en Ciencias en Producción Agrícola, ITM-Roque
- Doctorado en Ciencias con Especialidad en Biotecnología de Plantas,

CINVESTAV

■ Programas ofrecidos por Instituciones Privadas

- Licenciatura en Biociencias, Tecnológico de Monterrey-León
- Ingeniería en Bionanotecnología, Universidad Iberoamericana
- Ingeniería Agronómica en Producción, La Salle-León
- Ingeniería en Alimentos, Tecnológico de Monterrey-León
- Ingeniería en Desarrollo Sustentable, Tecnológico de Monterrey-León

- Ingeniería en Biosistemas Agroalimentarios, Tecnológico de Monterrey-León
- Ingeniería en Biotecnología, Tecnológico de Monterrey-León
- Medicina Veterinaria y Zootecnia, La Salle-León
- Especialidad en Nutrición Vegetal, La Salle-León
- Especialidad en Técnicas de Reproducción Animal, La Salle-León
- Maestría en Ingeniería y Diseño en Envase, Empaque y Embalaje, La Salle-León
- Maestría en Ingeniería y Tecnología Ambiental, La Salle-León
- Maestría en Agricultura Protegida, La Salle-León
- Maestría en Ciencias con Especialidad en Biotecnología, Tecnológico de Monterrey-León
- Doctorado en Biotecnología, Tecnológico de Monterrey-León

#### Servicios financieros y de fondeo

El municipio de León cuenta con presencia y actividades de las 49 instituciones de banca múltiple autorizadas para operar en el territorio nacional por la Comisión Nacional Bancaria y de Valores. También tiene presencia con proyectos específicos de 3 Fideicomisos públicos de fomento económico financiero, 3 Instituciones de banca de desarrollo y 2 uniones de crédito específicas para la región:

- Fondo especial de asistencia técnica y garantía para créditos agropecuarios
- Fondo especial para financiamientos agropecuarios
- Fondo de garantía y fomento para la agricultura, ganadería y avicultura
- Nacional financiera, sociedad nacional de crédito, institución de banca de desarrollo
- Banco del bienestar, sociedad nacional de crédito, institución de banca de desarrollo.
- Banco nacional de comercio exterior, sociedad nacional de crédito, institución de banca de desarrollo
- Unión de crédito agropecuaria de Guanajuato, S.A. de C.V.
- Unión de crédito de la industria de la curtiduría del estado de Guanajuato, S.A. de C.V.

#### Identificación de necesidades

Para los agricultores, frecuentemente ubicados en la génesis de esta cadena, surgen innumerables desafíos y oportunidades. Su estabilidad financiera y su acceso a los recursos se convierten en determinantes de su calidad de vida y de la vitalidad de las comunidades rurales. La adopción de prácticas agrícolas sostenibles puede generar resultados sociales favorables al conservar los

ecosistemas, preservar los recursos hídricos y promover la biodiversidad. Por el contrario, los consumidores urbanos se ven directamente afectados por las decisiones tomadas dentro de la cadena de valor agro biotecnológica. El acceso a alimentos frescos, nutritivos y asequibles se vuelve fundamental para las poblaciones urbanas, lo que influye en su salud y bienestar generales. Por otro lado, las decisiones tomadas por los consumidores pueden moldear la demanda, afectando así las prácticas de los agricultores y otras partes interesadas a lo largo de la cadena.

En el municipio de León, se identifican diversas problemáticas en el sector agro biotecnológico que se presentan como oportunidades de mejora y de desarrollo del municipio. Entre ellas, se destaca la baja competitividad y una disminución gradual en la importancia económica, social y productiva del sector agropecuario. Por la misma razón, no se ha tenido suficiente alcance la orientación productiva basada en la innovación.

La zona presenta fallas en los métodos de productividad agrícola y en algunos casos falta de conocimiento en el manejo agrícola, pues aunque existen propietarios de grandes extensiones de tierra y con recursos económicos, exhiben un mal manejo; de entre las evidencias está la poca rotación de cultivos, la incidencia de cultivos de poco valor comercial (se centran los cultivos en col, alfalfa, papa, cebolla y maíz), la poca tecnificación de la agricultura, y la industrialización de los productos agrícolas de la zona (IMPLAN, 2018).

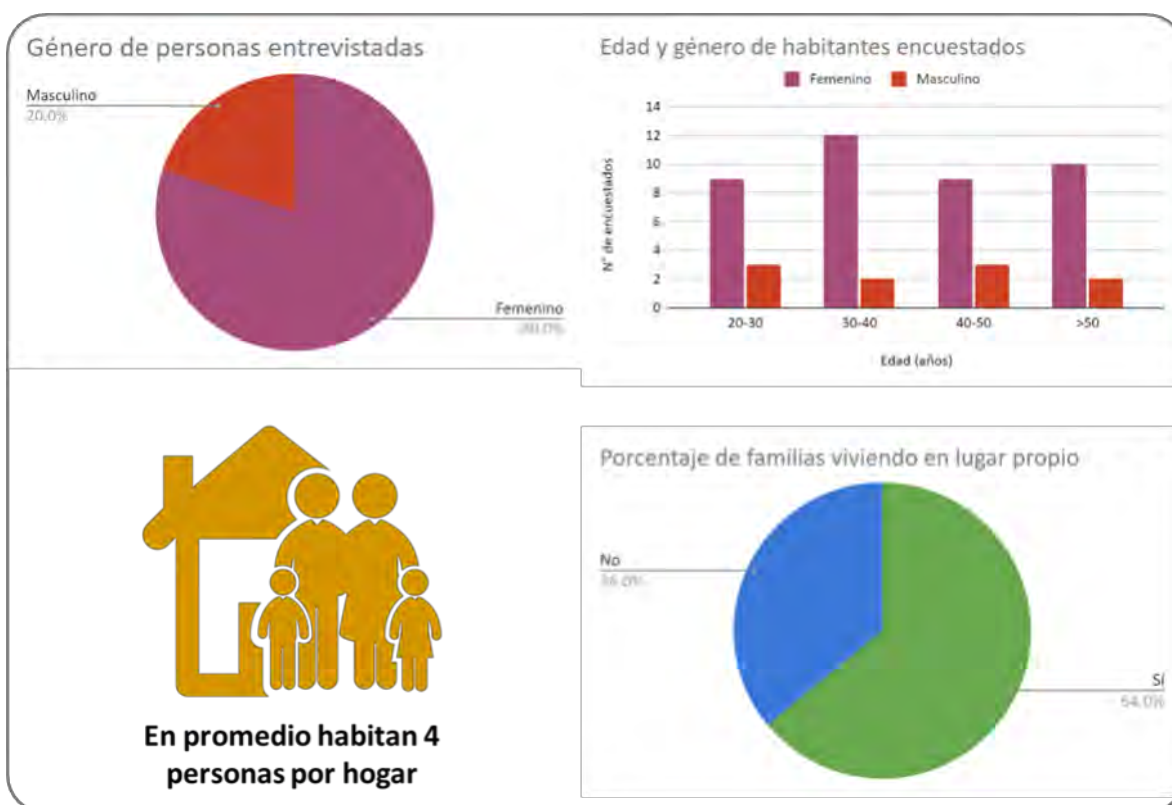
El acceso limitado al agua y su mala gestión también representan desafíos significativos para la agricultura en la región. Es vital implementar prácticas de gestión sostenible del agua, invertir en infraestructura hídrica eficiente y educar a los agricultores sobre técnicas de conservación del agua, así como impulsar y dar continuidad a políticas que regulen el uso responsable del agua en la agricultura y promover el reciclaje y reutilización.

Por otro lado, la expansión de la urbanización e industrialización ha restringido la disponibilidad de tierras para la agricultura y ganadería, afectando la economía local. Además, los patrones de consumo han evolucionado hacia una mayor demanda de bienes manufacturados, dejando en segundo plano a los productos agropecuarios locales, que necesitan ser más promovidos regional y nacionalmente.

El enfoque en la actualización de la tecnificación, productividad y eficiencia del sector, así como el fomento de innovación, desarrollo tecnológico, nuevos modelos de negocio y el involucramiento de la comunidad es necesario para generar un cambio positivo y encauzar el desarrollo del sector agro biotecnológico.

Para conocer el panorama de las actividades agrícolas de forma directa con los pobladores, se realizó una encuesta a 50 habitantes de las comunidades de Los Ramírez, La Sandía y Las Granjas del municipio de León, las dos primeras ubicadas en la zona sur del municipio y la última en la zona norte.

De las 50 personas encuestadas únicamente una no practica ninguna actividad agrícola, el resto lo hace a diferentes escalas y con diferentes especies de interés. El 80% de los habitantes encuestados fueron del género femenino y 20% del género masculino, la mayoría se encuentra en el intervalo de edad de entre los 30 y 40 años, siendo 40 años la media, mientras que la persona más joven fue de 20 años y la de mayor edad de 65 años. En cada hogar de las personas entrevistadas, habitan en promedio 4 personas, y el 64% es propietario del lugar en donde viven.



**Figura 5.** Datos demográficos de las personas encuestadas en las comunidades Los Ramírez, La Sandía y Las Granjas

De las 49 familias que practican actividades agrícolas, la mayoría realiza una producción a escala de traspatio, autoconsumo o pequeña parcela, seguido de la venta local y solo el 6% de ellas (tres familias) practican la venta regional, nacional y exportación.

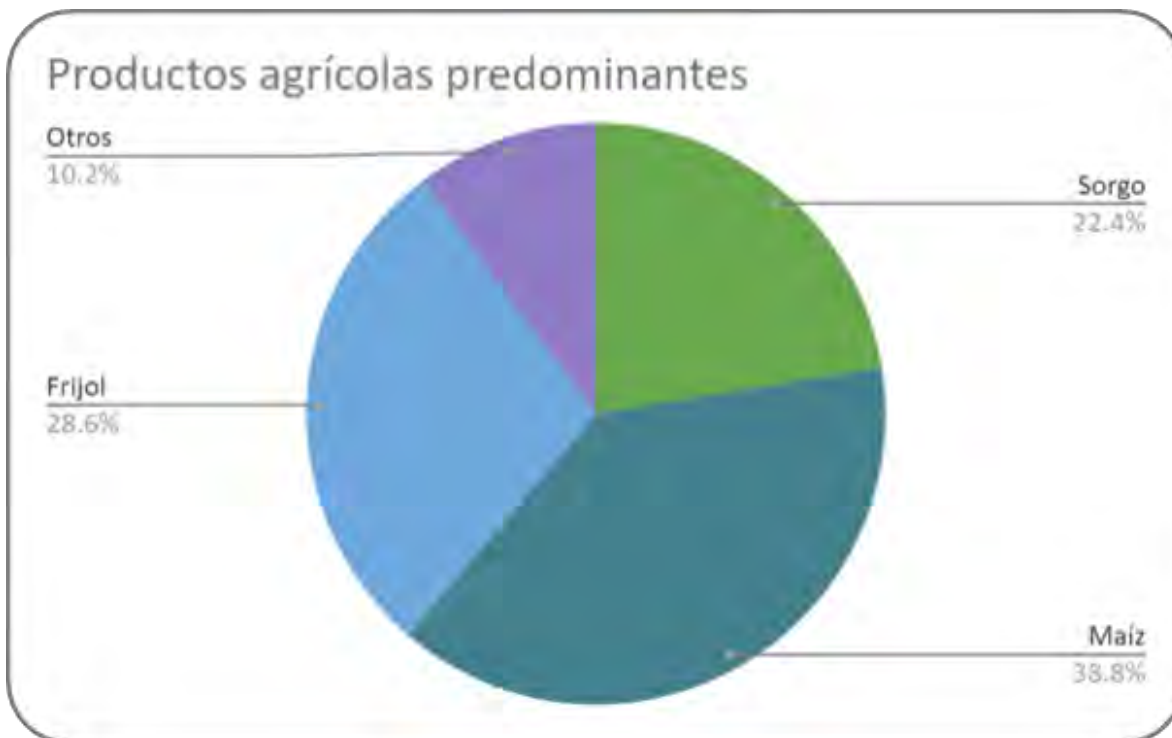
Las especies agrícolas predominantes son principalmente cultivos de sorgo, maíz y frijol, sin embargo, también se producen espárragos, frutas, ganado vacuno, porcino y avícola.

El 94% de los encuestados menciona no haber recibido capacitación relacionada con las técnicas agrícolas modernas y en su mayoría (el 72%) expresa el interés por recibirla para mejorar su producción. Los productores no cuentan con maquinaria agrícola moderna para mejorar y optimizar su producción, pero consideran que las maquinarias que les otorgarían mayor beneficio (en orden de mayor a menor frecuencia) son: el sistema de riego, molino de maíz, tractor pequeño, corral mejorado, y otros como jaulas mejoradas, maquinaria para cosecha de espárrago, maquinaria para empacado y refrigeración para almacenamiento.

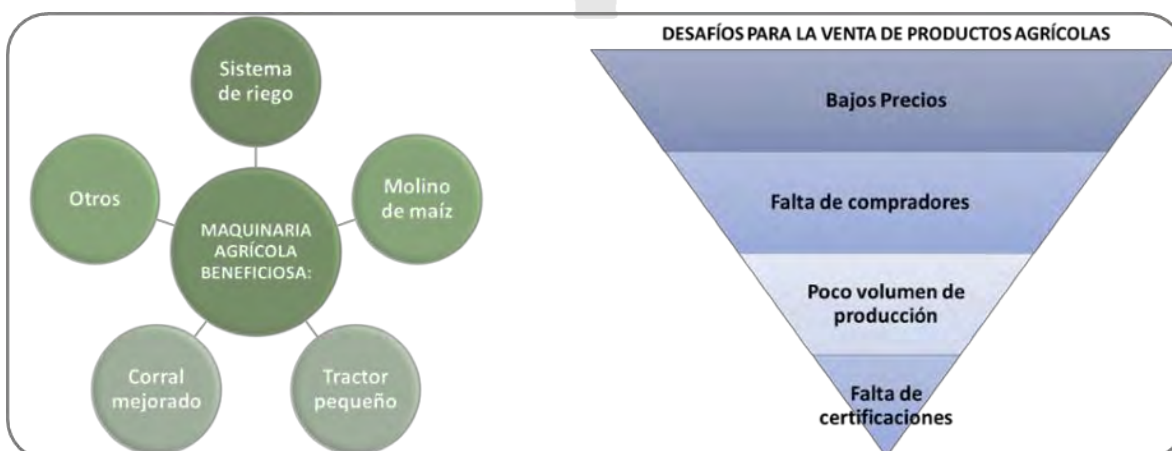
Además, ellos mismos tienen identificados los principales desafíos que enfrentan para vender lo que producen; los bajos precios en el mercado son considerado como el desafío más frecuente, seguido de la falta de compradores, el poco volumen de producción y la falta de certificaciones.



**Figura 6.** Escala de las actividades agrícolas más frecuentemente practicadas por los habitantes encuestados en las comunidades Los Ramírez, La Sandía y Las Granjas

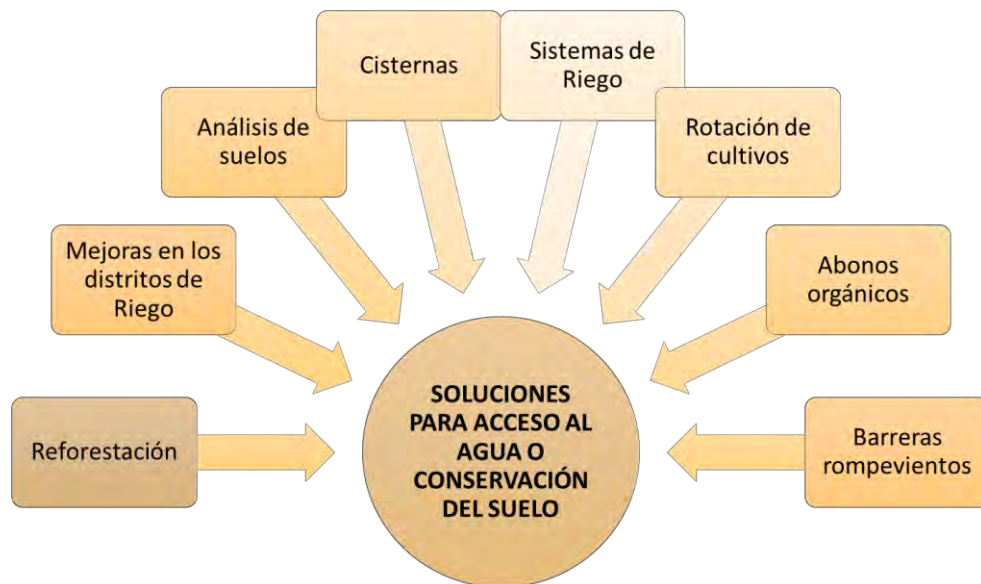


**Figura 7.** Productos agrícolas predominantes producidos por los habitantes encuestados en las comunidades Los Ramírez, La Sandía y Las Granjas



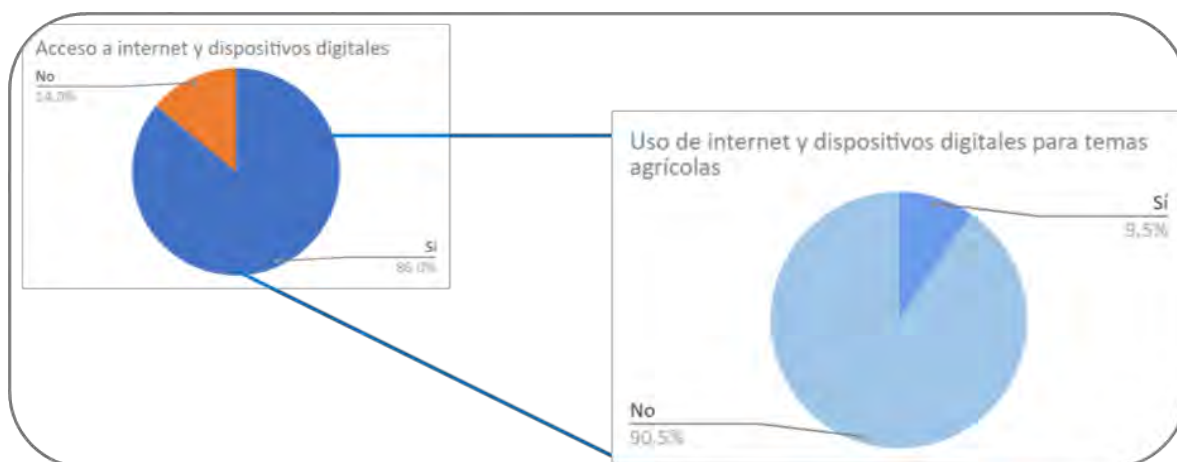
**Figura 8.** Maquinaria agrícola más necesaria y desafíos para la venta de productos agrícolas de acuerdo con los habitantes encuestados en las comunidades Los Ramírez, La Sandía y Las Granjas

Una problemática que exponen en común es la dificultad de acceso al agua y la conservación de suelo en su granja, para lo cual, los habitantes proponen varias acciones para solucionarlo desde la reforestación, mejoras en los distritos de riego, análisis de suelos, uso de cisternas, sistemas de riego, implementación de rotación de cultivos, uso de abonos orgánicos y barreras rompevientos.



**Figura 9.** Soluciones propuestas por los habitantes encuestados en las comunidades Los Ramírez, La Sandía y Las Granjas, para enfrentar la dificultad de acceso al agua y la conservación del suelo.

Por otra parte, el 86% de las personas encuestadas manifestaron tener acceso a internet y dispositivos digitales, sin embargo, únicamente el 9% de ellos, es decir 4 productores, aprovechan estos recursos para obtener información relacionada con la agricultura o vender sus productos. Por lo tanto, representa un área de oportunidad de mejora, en la que los habitantes pueden ser capacitados en el uso de este tipo de tecnología para el aprovechamiento en producción agrícola, y de esta manera tengan la oportunidad de mejorar y eficientizar sus procesos.



**Figura 10.** Porcentaje de habitantes encuestados con acceso a internet y dispositivos digitales, y uso de estos recursos en temas agrícolas.

En las localidades visitadas, las personas encuestadas consideran que algunas prácticas agrícolas tradicionales o locales deben ser preservadas o incorporadas a las innovaciones tecnológicas; entre las que destacan, el cultivo de especies nativas o variedades tradicionales, uso de fertilizantes orgánicos tradicionales,

cultivos en asociación con animales y control biológico, entre otros que podrían ser analizadas para determinar la factibilidad de llevarse a cabo en la localidad y los beneficios que atraería.

A pesar de todas las dificultades de diferente índole que enfrentan los habitantes de las localidades rurales, el 100 % de las personas encuestadas coincide en que el tipo de apoyo más útil para mejorar su producción agrícola y calidad de vida es en materia de educación; mediante capacitaciones, talleres o formación en diferentes temas relacionados con los eslabones de la cadena de valor agro biotecnológica.



# DIAGNÓSTICO SECTORIAL

## Retos del sector a nivel mundial

Durante unos 10,000 años, los agricultores han estado mejorando las plantas y animales silvestres mediante la selección y mejora de características deseables. Esta crianza ha dado lugar a las plantas y animales domesticados que se utilizan comúnmente en la agricultura y ganadería (College of Agriculture and Life Science, Cornell University, 2004).



**Figura 11.** Objetivos principales de la agro biotecnología.  
Fuente: Elaboración propia

La agro biotecnología a nivel mundial hoy en día se encuentra en una constante creciente en cuanto a su vital importancia y desarrollo. Su crecimiento acelerado como industria se debe al incremento de cultivos biotecnológicos a lo largo del mundo, además de la alta inversión en investigación y desarrollo en la agricultura en general.

Desde su definición, la agro biotecnología juega un rol vital dentro del desempeño de la industria, ya que es uno de los principales factores que ayudan a aumentar la resistencia de las plantas frente a las duras condiciones ambientales o a cualquier tipo de enfermedad. Bajo este concepto, podríamos

decir que la agro biotecnología cuenta con varios objetivos específicos que se pueden enunciar de la siguiente manera

De acuerdo con la empresa de consultoría especializada en inteligencia de mercados, TechNavio®, el mercado agro biotecnológico alcanzará un valor de \$27 mil MDD en 2026, con una tasa de crecimiento anual compuesta de 10.55% partiendo del año 2021 (TechNavio, 2022).



**Figura 12.** Perspectivas del mercado agro biotecnológico global al 2022.

Fuente: elaboración propia con datos de TechNavio®.

Uno de los indicadores más importantes que se ha utilizado para conocer el impacto y crecimiento de la agro biotecnología a lo largo del mundo es la adopción de cultivos genéticamente modificados, ya que al final es el driver más importante del mercado debido a que la modificación genética permite la producción de alimentos con características mejoradas (Evangeline, 2023), las cuáles comprenden:

- A. Alto rendimiento
- B. Alto valor nutricional
- C. Cualidades mejoradas para el procesamiento de alimentos
- D. Resistencia contra enfermedades e insectos

Desde 2015, la superficie de producción de cultivos genéticamente modificados ha aumentado ligeramente, pero esta tasa de crecimiento es mucho más lenta que en años anteriores. En 2019, se plantaron 190.4 millones de hectáreas con cultivos genéticamente modificados en todo el mundo. En comparación con otros países, Estados Unidos tuvo la mayor superficie de este tipo de cultivos,

seguido de Brasil y Argentina. Los cultivos genéticamente modificados comenzaron a volverse populares en Estados Unidos después de que la empresa agroquímica Monsanto, introdujera la soja "Roundup Ready" a mediados de los noventa. Hoy en día, la soja sigue siendo el cultivo que representa la mayor proporción de la superficie de cultivos transgénicos en todo el mundo, seguida por el maíz (Shahbandeh, 2021).

Como dato importante, y para evidenciar la explosividad y la pertinencia tecnológica de la agro biotecnología, en el año 2003 había 67.7 millones de hectáreas de cultivos biotecnológicos y solo 3 años después, en 2006, ya se había superado la barrera de los 100 millones de hectáreas en todo el mundo. Sin embargo, cabe destacar que aún existen algunas barreras y retos a superar para la consolidación de esta industria y es importante identificar las macrotendencias globales, mismas que marcan hábitos de consumo y orientan las acciones de mercado y política pública a nivel global.

## **Desafíos científicos y tecnológicos**

Hay una gran necesidad de descubrir nuevas tecnologías que complementen los actuales sistemas agrícolas, que mejoren los precios, y que ofrezcan productos seguros, tanto para los humanos, como para el medio ambiente. Las aplicaciones desarrolladas localmente deben diseñarse para satisfacer condiciones locales, así como las necesidades específicas de los usuarios (Evangeline, 2023), ya que generalmente se cree que las tecnologías desarrolladas en cierto entorno pueden ser transferidas sin mayor modificación a otras latitudes y circunstancias. A continuación, se mencionan algunos desafíos científicos y tecnológicos identificados en diversos documentos como algunos de los desafíos más importantes desde la perspectiva científica y tecnológica que enfrenta la agro biotecnología a nivel global, aunque no son los únicos, son los que se posicionan como los más importantes en diversos análisis de comités técnicos internacionales:

## **Construir capacidades científicas y locales**

Se requieren científicos para desarrollar, evaluar e implementar avances en biotecnología agrícola, y existe una necesidad crítica de construir bases nacionales de experiencia científica en los países en desarrollo (National Research Council (US), 2008). Bajo esta premisa, el desarrollo de experiencia no solo es desde las entidades generadoras de conocimiento, sino también para los creadores de políticas públicas desde las instituciones gubernamentales, conformando equipos multidisciplinarios y consejos consultivos científicos que

brinden información sobre prioridades de investigación, así como revisores del impacto en la seguridad humana y ambiental una vez iniciados los desarrollos y aplicaciones tecnológicas.

### **Altos costos de desarrollo de los productos agro biotecnológicos**

Los productos provenientes de desarrollos biotecnológicos son de altos costos, ya que para obtenerlos es necesario tener alto grado de especialización con respecto al capital humano, instalaciones especiales y sofisticadas, así como equipo de laboratorio costoso. Otro factor que hace costoso este tipo de desarrollos es la protección eficiente de la propiedad intelectual. La recuperación de los costos del desarrollo de nuevos productos depende de una protección eficaz de la propiedad intelectual a nivel nacional e internacional por parte de las empresas y las instituciones. Más allá de la protección de la propiedad intelectual, las instituciones y empresas deben de allegarse de una maquinaria legal, propia o contratada, para poder lidiar con acciones legales o procesos contenciosos en caso de violaciones a algún título de propiedad intelectual.

Según el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA), el gasto en investigación agrícola ha disminuido en los países de altos ingresos. La caída entre 2009 y 2013 fue del 6% para los países como Estados Unidos, Australia y Francia, y esta disminución continúa hasta la fecha.

### **Bioseguridad y biodiversidad**

Es un temor tradicional que los cultivos genéticamente modificados se crucen con parientes silvestres y permitan que los transgenes se trasladen al medio ambiente y potencialmente alteren los ecosistemas naturales.

El reporte del National Research Council de los Estados Unidos: Knowledge and Diplomacy: Science Advice in the United Nations System (National Research Council of the National Academies, 2002); menciona que los gobiernos tratan de tener la mejor información técnica y científica para guiar las negociaciones de bioseguridad, por lo que el gobierno al final delega las decisiones de acuerdo con los aportes científicos vigentes. El estudio concluye que la amplia variedad de interpretaciones de la información científica disponible solo muestra la gran necesidad de evaluación científica para guiar las discusiones y negociaciones sobre los temas de mayor interés internacional.

## **Desafíos socioculturales**

Además del aspecto político, científico y tecnológico, tenemos por otro lado la opinión pública, que se aborda a partir desde la perspectiva sociocultural. A continuación, se enuncian algunos desafíos socioculturales vigentes que tiene que afrontar la agro biotecnología:

### **Participación ciudadana**

La implementación de un modelo democrático de toma de decisiones y la solicitud de participación pública pueden dar como resultado decisiones más acertadas, desarrollo de tecnologías más adaptadas y adecuadas localmente, y la reducción de la división retórica que rodea a la agro biotecnología. Los debates públicos honestos son cruciales para hacer avanzar las tecnologías porque pueden revelar preocupaciones que los gobiernos y la comunidad científica no tienen identificados. Asimismo, los mecanismos que brindan una sensación de transparencia pueden ayudar al público a comprender, aceptar y adoptar nuevas tecnologías (National Research Council (US), 2008).

### **Problemas culturales y religiosos**

El desarrollo de nuevas tecnologías dentro del área biotecnológica puede ser percibido por la opinión pública como una amenaza a las tradiciones culturales y religiosas de ciertas regiones geográficas.

Las sociedades difieren en sus percepciones de lo que es natural y antinatural, aceptable o inaceptable. Por ejemplo, el desarrollo de animales transgénicos puede generar, para algunas personas, mayores niveles de preocupación que los del mejoramiento genético de plantas (United States Department of Agriculture, 2006), dado que es una práctica más normalizada. Por lo que es importante que los formuladores de políticas públicas respeten y reconozcan las sensibilidades culturales y religiosas que pueden imponer algún tipo de límite a la agro biotecnología (National Research Council of the National Academies, 2002). Bajo esta perspectiva, las preocupaciones sociales y éticas pueden llegar a influir en los procesos de consolidación de la agro biotecnología, por ejemplo, en su comercialización.

### **Divulgación y promoción de la agro biotecnología**

Es necesario disponer de una mayor cantidad de datos, artículos e información públicamente accesible, que cuente con la validez de la revisión por pares, sobre

el uso y los amplios impactos de la agro biotecnología desde la perspectiva ambiental, social y económica. En el caso de análisis de artículos científicos, se pueden identificar más de 2,400 documentos de literatura científica en la plataforma ScienceDirect con los siguientes criterios en la estrategia de búsqueda: "agricultural biotechnology", "agrobiotechnology", "AgTech" y "agrobiotechnology 4.0". De los más de 2,400 estudios identificados, solamente 517 son de acceso público y completo en la web (Henaó Ramírez, Escobar Calderón, Alzate Quintero, & Ortiz Echeverri, 2022). Es decir, únicamente cerca del 22% de la información científica y académica se encuentra disponible para todo público mediante el Internet.

Cabe destacar que el porcentaje de acceso libre a la información científica de agro biotecnología y tópicos similares es muy bajo, y si eso no fuera suficiente, aún existe una brecha importante entre esa información técnica disponible, la información con carácter para todo público y que sea de manera justa, comprensible y objetiva.

### **Desafíos normativos**

El aspecto normativo, regulatorio y de legalidad, aunado a los aspectos socioculturales, tienen un peso importante en el desarrollo y la comercialización de los productos obtenidos a partir de la agro biotecnología. A continuación, se mencionan algunos de los retos y desafíos más importantes que enfrenta la agro biotecnología en un contexto global, desde la perspectiva de creación de políticas públicas, pasando por las actividades de investigación y desarrollo, pruebas de concepto y prototipos, hasta el lanzamiento y circulación de los productos comerciales.

### **Tiempo para aprobación de asuntos regulatorios**

La agro biotecnología incide directamente en un aspecto tan importante para el ser humano, como lo es la alimentación, por lo que es coherente que los asuntos regulatorios para la realización de pruebas experimentales, prototipos, liberaciones confinadas y en entornos relevantes, y finalmente la comercialización, sean de estricto carácter y conlleven un tiempo extendido para su aprobación. Sin embargo, el tiempo de espera para la aprobación de ciertas fases del proceso de desarrollo y de comercialización se traduce en costo, principalmente para la contención del recurso operativo, así como el costo de los trámites y validaciones necesarias, sin contar la inversión de tiempo y de recursos financieros en las pruebas y el desarrollo *per se*. Un ejemplo claro, es el tiempo aproximado para la aprobación de un producto para proteger los cultivos;

en 2018, ante el Parlamento Europeo era de 11 años, generando así, un alto costo para los productores de este tipo de productos (TechNavio, 2022).

### **Transparencia en el sistema regulatorio**

La transparencia del proceso permite al público conocer y acceder a información clave sobre los requisitos reglamentarios establecidos para garantizar la seguridad de los nuevos productos agro biotecnológicos, tales como los alimentos de consumo humano, los piensos y la seguridad medioambiental.

En un sistema transparente, las organizaciones y las personas tendrían la oportunidad de obtener acceso oportuno a la información sobre el proceso regulatorio, y a la información de seguridad presentada para el respaldo de nuevos productos. Además, el público tendría información sobre la base de las acciones regulatorias federales y los sistemas y estructuras regulatorias de los que se derivan, y podría retroalimentar sobre las acciones propuestas (United States Department of Agriculture, 2006).

### **Conocimiento sobre las exclusividades regulatorias**

En el ámbito de la agro biotecnología, además de la protección de la propiedad industrial, existen exclusividades y ventajas competitivas que se ofrecen desde el marco regulatorio de los productos derivados de esta industria.

Cabe resaltar que este tipo de exclusividades regulatorias han sido ampliamente estudiadas, se complementan con el uso de títulos de patentes y derechos de obtentor de variedades vegetales. Tal fue el caso en el año 2015, en el artículo Regulatory Competitive Shelters as Incentives for Innovation Agrobiotech, de Yaniv Heled de la Facultad de Leyes de la Universidad estatal de Georgia, EUA, que menciona la existencia de 8 regímenes estatutarios que crean 14 marcos de exclusividades regulatorias muy específicas. A continuación, se presentan un par de ejemplos de exclusividades que brindan los marcos regulatorios de la Food & Drug Administration (FDA) en Estados Unidos:

- Periodo de exclusividad de datos

En el caso de los pesticidas, fungicidas u otros agroquímicos; la Agencia de Protección Ambiental determina si un producto es suficientemente seguro, basándose en los datos presentados por el solicitante. Sin embargo, cualquier parte que solicite la aprobación de la Agencia para una versión genérica de seguimiento del mismo producto, no podría confiar en los datos de seguridad presentados por el solicitante original por un período de diez años (Heled, 2015). Esto genera una exclusividad de datos que no solo queda ahí, si no que los fabricantes de estos productos agroquímicos genéricos deben pagar una

compensación económica durante los siguientes 5 años de su registro al registrante original de los datos de seguridad.

- o Modificaciones genéticas en animales

Ante la FDA las modificaciones genéticas son consideradas como “medicamento animal”, por lo que cada modificación genética en animales necesita aprobación para verificar su seguridad y eficacia. Esta consideración de medicamento animal conlleva a tres tipos de exclusividades:

- A. Exclusividad de mercado y de datos de cinco años para nuevos medicamentos para animales.
- B. Exclusividad de datos y de mercado de tres años para nuevos usos de productos existentes.
- C. Exclusividad de 180 días para que un primer solicitante de genéricos cuestione las patentes que cubren un medicamento para animales.

## Megatendencias en la agro biotecnología

Las megatendencias son fuerzas de cambio de tipo social, demográfico o tecnológico capaces de transformar el mundo y nuestro modo de vida. Es importante recalcar que son fuerzas de carácter secular y estructural ajenas a los diferentes ciclos económicos (AFI Escuela, 2021).

Las principales megatendencias identificables nos sirven para visionar el futuro y aproximarnos lo más posible al retrato de lo que será nuestra vida dentro de diez años. De manera deliberada e incluso empírica, podemos identificar algunas grandes megatendencias de hoy, tales como:

- A. Sostenibilidad
- B. Envejecimiento poblacional (sobre todo en los Mercados Desarrollados)
- C. Transformación digital

La industria agro biotecnológica tiene su set de megatendencias definidas por algunos expertos en la materia, por los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU y por las dinámicas de I+D+i globales, basadas en necesidades industriales.

## Crecimiento poblacional acelerado

El crecimiento poblacional impulsa la demanda de alimentos a nivel global y, a diferencia de lo que postulaba Thomas Maltus sobre el crecimiento geométrico de la población y el crecimiento lineal de los recursos alimentarios, hoy en día las tecnologías agrícolas han desmentido esa postulación, siendo incluso una fuente para el desarrollo de tecnologías innovadoras.



**Figura 13.** Pronóstico de población al 2100.  
Fuente: World Population Prospects: The 2022 Revision, 2022

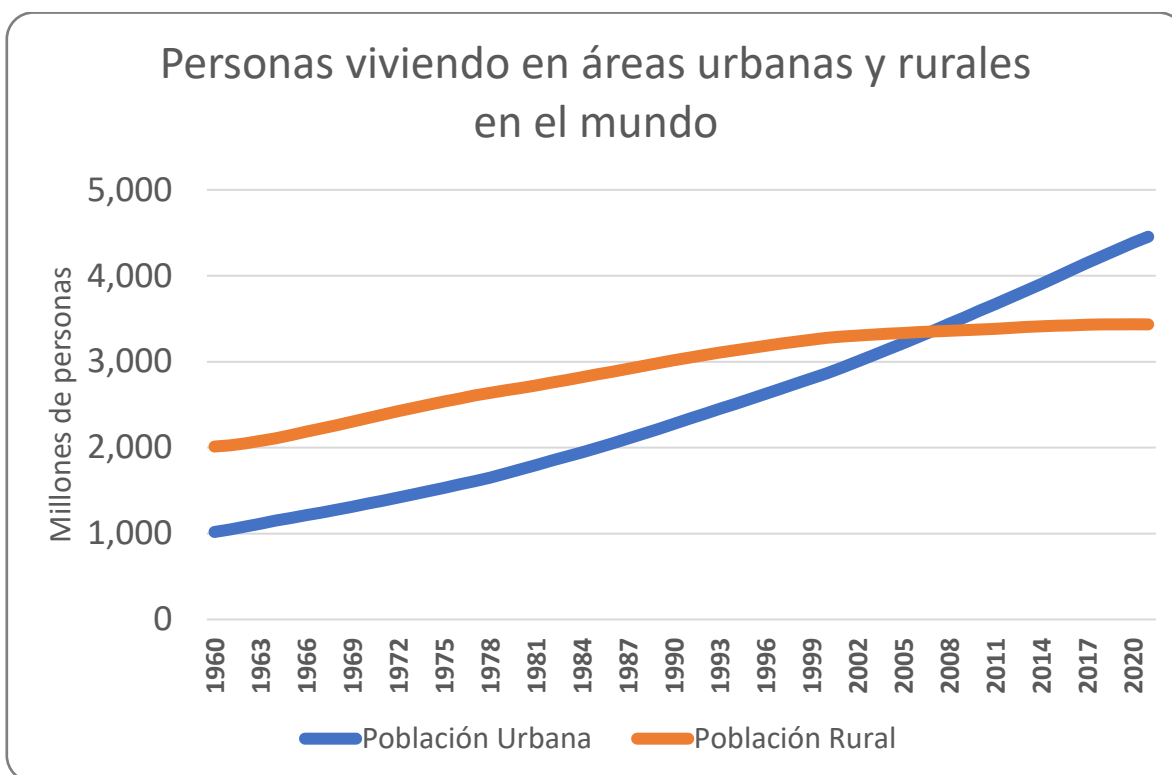
La población crece a una tasa de 1.1% anual, lo que se traduce en un crecimiento de más de 80 millones de personas anualmente. La región de Asia - Pacífico cuenta con la mayor cantidad de población en el mundo y contribuye con más del 50% de la población global, por lo que el desarrollar técnicas y prácticas de cultivo efectivas impulsará el desarrollo de ese mercado regional y se atenderá a más de la mitad de la población mundial.

### Urbanización

La urbanización global entre el 2018 y 2050 podría agregar a más de 1.2 mil millones de personas a las pequeñas y grandes ciudades (De Clerq, Vats, & Biel, 2018).

La macrotendencia de urbanización impulsará nuevas tecnologías que es imperativo que sean visualizables en el mediano plazo. Por ejemplo, esta macrotendencia estimulará la infraestructura existente para la implementación de una cadena de frío que permita la conservación de los alimentos perecederos, así como también el desarrollo de alternativas naturales para conservarlos, soluciones de empaques inteligentes o la modificación a nivel molecular para aumentar su vida de anaquel. Además, la urbanización ha incrementado la demanda de los fertilizantes orgánicos, debido al decremento de la tierra

disponible para cultivos, la notable escasez de alimentos y una demanda cada vez mayor de cereales, hortalizas, legumbres y otros rendimientos agrícolas (TechNavio, 2022).



**Figura 14.** Personas viviendo en áreas urbanas y rurales en el mundo.

Fuente: Elaborado con datos de Our World in Data (<https://ourworldindata.org/urbanization>)

Es evidente que, del año 2000 a la fecha, la población en zonas rurales se ha estancado a comparación con el crecimiento que ha habido con las poblaciones urbanas en los últimos 20 años, ya que han pasado de los 3 mil millones a casi los 5 mil millones de personas viviendo en zonas urbanas (Ritchie & Roser, 2018).

## Sustentabilidad

La agricultura, que contribuye con el 17% de las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero, es una de las áreas de acción clave para el cambio climático. La innovación tecnológica en la agricultura es diversa y está creciendo rápidamente con avances populares por ejemplo en la agricultura vertical, la agricultura de precisión y el riego inteligente; tres áreas tecnológicas que apuntan a aumentar la eficiencia en el uso de los recursos.

Los bosques representan una reserva natural de carbono y desempeñan un papel importante en la reducción de los niveles de CO<sub>2</sub> en la atmósfera. Los datos de teledetección procedentes de aviones, drones y satélites son cada vez más

importantes y ricos en información (World Intellectual Property Organization, 2023).

La Organización mundial de la Propiedad Intelectual ha desarrollado una plataforma llamada "WIPO Green" que consiste en un buscador y base de datos en tecnologías verdes o sustentables de acuerdo con los diferentes sectores industriales de interés, en donde desde luego se encuentra la agricultura, clasificada como "Farming & Forestry". Esta plataforma también ha publicado algunas tendencias y necesidades en las subcategorías de agricultura. En la tabla 3, se mencionan las categorías más importantes y algunas tecnologías a seguir:

Subcategorías de atención	Tecnologías a seguir
Variedad de plantas y ganado	
<p>No se refiere únicamente a la productividad y rendimiento, si no también considerar tecnologías críticas como adaptación al estrés ambiental ocasionado por el cambio climático, sequías, inundaciones e introducción de aguas saladas.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Desarrollo de arroz resistente a la deficiencia de hierro en suelos calizos (<a href="https://wipogreen.wipo.int/wipogreen-database/articles/146646">https://wipogreen.wipo.int/wipogreen-database/articles/146646</a>)</li> <li>2. Ingeniería genética de plantas para mejorar la producción y calidad de la pared celular: Refuerzo de la madera del álamo mediante un gen del arroz (<a href="https://wipogreen.wipo.int/wipogreen-database/articles/24097">https://wipogreen.wipo.int/wipogreen-database/articles/24097</a>)</li> <li>3. Especies forrajeras nativas tolerantes a la sequía para una mejor restauración de pastos en tierras secas (<a href="https://wipogreen.wipo.int/wipogreen-database/articles/147822">https://wipogreen.wipo.int/wipogreen-database/articles/147822</a>)</li> </ol>

**Tabla 3.** Subcategorías de atención en sustentabilidad y tecnologías o necesidades a considerar en los próximos años.

Fuente: Elaboración propia con información de WIPO Green.7

Subcategorías de atención	Tecnologías a seguir
Irrigación	
<p>El riego es en muchas zonas geográficas una necesidad absoluta y es probable que se vuelva aún más crítico debido a los efectos del cambio climático. La innovación ha recorrido un largo camino en la mejora del uso del agua y la eficiencia energética de los sistemas de riego.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sistemas de riego de baja presión (<a href="https://wipogreen.wipo.int/wipogreen-database/articles/75957">https://wipogreen.wipo.int/wipogreen-database/articles/75957</a>)</li> <li>2. Ferti-irrigación continua con aguas residuales municipales como estrategia sustentable de reúso de agua en el cultivo de arroz (<a href="https://wipogreen.wipo.int/wipogreen-database/articles/23667">https://wipogreen.wipo.int/wipogreen-database/articles/23667</a>)</li> <li>3. Plantación de cactus para la resiliencia climática y sustentos mejorados (<a href="https://wipogreen.wipo.int/wipogreen-database/articles/147493">https://wipogreen.wipo.int/wipogreen-database/articles/147493</a>)</li> </ol>

Subcategorías de atención	Tecnologías a seguir
Insumos agrícolas mejorados	
<p>Desarrollar insumos agrícolas mejores y más respetuosos con el medio ambiente, por ejemplo, nutrientes y sustancias para combatir insectos y organismos nocivos, es crucial para desarrollar y mantener una alta productividad agrícola.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Análisis de nutrientes minerales (<a href="https://wipogreen.wipo.int/wipogreen-database/articles/148037">https://wipogreen.wipo.int/wipogreen-database/articles/148037</a>)</li> <li>2. Metatril, bioinsecticida de aplicación foliar (<a href="https://wipogreen.wipo.int/wipogreen-database/articles/148634">https://wipogreen.wipo.int/wipogreen-database/articles/148634</a>)</li> <li>3. Biovéro, insecticida y acaricida microbiológico de aplicación foliar (<a href="https://wipogreen.wipo.int/wipogreen-database/articles/148635">https://wipogreen.wipo.int/wipogreen-database/articles/148635</a>)</li> </ol>

Subcategorías de atención	Tecnologías a seguir
Invernaderos y agricultura protegida	
<p>La agricultura de invernadero e interior está recibiendo mucha atención como una forma de expandir la agricultura a nuevas ubicaciones geográficas, como áreas urbanas, siendo al mismo tiempo altamente productiva y, en muchos casos, eficiente en el uso de recursos. Áreas tecnológicas como la hidroponía y la agricultura vertical tienen muchos desafíos, pero también muchas innovaciones y un gran potencial.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Suplemento alimenticio para ganado bovino para la reducción de metano (<a href="https://wipogreen.wipo.int/wipogreen-database/articles/148708">https://wipogreen.wipo.int/wipogreen-database/articles/148708</a>)</li> <li>2. Uso automatizado de sensores remotos para aspersión de precisión (<a href="https://wipogreen.wipo.int/wipogreen-database/articles/148715">https://wipogreen.wipo.int/wipogreen-database/articles/148715</a>)</li> <li>3. Plataforma de <i>software</i> que provee un programa de irrigación óptimo basado en el clima. (<a href="https://wipogreen.wipo.int/wipogreen-database/articles/148699">https://wipogreen.wipo.int/wipogreen-database/articles/148699</a>)</li> </ol>

## Identificación de oportunidades

Como se mencionó en la sección 1, la zona sur de León, que destaca por su fructífero suelo, ha sido considerada históricamente como una región agrícola de alta productividad. A pesar de las dos últimas décadas de crecimiento industrial, esta área rural ha conservado su capacidad para la producción agrícola, gracias a los sedimentos transportados desde las regiones norte y central del municipio. El acuífero Valle de León, que se extiende por toda la zona sur del municipio, es una característica hidrológica relevante. En cuanto a la hidrología superficial, en esta zona se identifica el río de los Gómez y una porción limitada del río Turbio, ubicado al noroeste. Asimismo, la parte sur del municipio de León alberga pozos de extracción de agua profundos, esenciales para el abastecimiento de agua a la población y para respaldar las actividades económicas, incluyendo la agricultura, la industria y la ganadería.

La región sur de León abarca tres polos de desarrollo: La Sandía, Plan de Ayala (Santa Rosa) y Los Ramírez. Los usos predominantes del suelo en esta zona comprenden la agricultura, la ganadería, la industria y el comercio. Además, se proyecta un desarrollo continuo, diversificando sus actividades económicas y priorizando no solo la agricultura, sino también la industrialización, el crecimiento urbano y el comercio (IMPLAN, 2021).

En un contexto de estudio específico, se examinan las características de la localidad de Los Ramírez con el propósito de evaluar su viabilidad como sede de un BIONODO en innovación en agro biotecnología. Esta iniciativa busca impulsar el desarrollo agropecuario en la zona rural del municipio de León.

Los Ramírez, ubicada en el municipio de León, Estado de Guanajuato, cuenta con una población de 2,754 habitantes, colocándose como el décimo tercer pueblo con mayor población dentro del municipio. Su población se distribuye en 606 viviendas, de las cuales el 99.17% tiene acceso a electricidad, el 99.34% a agua entubada, el 96.70% a servicios sanitarios, el 94.55% a televisión, el 60.56% a automóvil, el 87.46% a teléfono celular y el 17.49% a Internet. De la población total, el 51.41% corresponde a mujeres y el 48.59% a hombres. Desde la perspectiva educativa, el índice de analfabetismo se sitúa en un 4.36%, desglosado en un 2.54% para las mujeres y un 1.82% para los hombres. Los residentes de Los Ramírez tienen un promedio de escolaridad de 7.8 años (Censo de Población y Vivienda 2020, INEGI, 2020).

### Nuevos mercados

La vocación agrícola de Los Ramírez es una parte fundamental de su identidad y su contribución a la comunidad local y la región en su conjunto. Esta localidad ha demostrado una capacidad notable para cultivar una amplia variedad de productos agrícolas, lo que incluye cultivos de granos como maíz y trigo, así como una variedad de hortalizas como tomates, chiles, calabacines y más.

La actividad agrícola en Los Ramírez no solo cumple un papel esencial en el sustento de la población local, proporcionando alimentos frescos y nutritivos para las familias, sino que también tiene un impacto significativo en la economía regional. La producción de cultivos agrícolas genera empleo y oportunidades de ingresos para numerosos habitantes de la localidad, desde agricultores y jornaleros hasta comerciantes que participan en la venta y distribución de productos agrícolas. La agricultura en Los Ramírez, además contribuye a la seguridad alimentaria de la región. Al producir una variedad de alimentos básicos y nutritivos, la localidad desempeña un papel crucial en la provisión de alimentos frescos y asequibles para los habitantes de León y áreas circundantes. Esto es especialmente relevante en un contexto donde la seguridad alimentaria es una preocupación importante para las comunidades y los gobiernos locales.

Dicho lo anterior la diversificación de cultivos en Los Ramírez también puede ser beneficiosa para la resiliencia agrícola, ya que reduce la dependencia de un solo cultivo y ayuda a mitigar los riesgos relacionados con factores climáticos y de mercado. Es por ello por lo que se realizó un mapeo de los cultivos agrícolas más

relevantes específicos para la región con la intención de que puedan enriquecer la cartera de productos ofertados por la comunidad de Los Ramírez.

De acuerdo con datos del SIAP para el cierre del año agrícola 2022, estos fueron los cultivos más representativos en la región ordenados de mayor a menor, de acuerdo con las toneladas producidas:

Cultivo		Superficie (Ha)			Producción	Rendimiento
		Sembrada	Cosechada	Siniestrada		
1	Maíz forrajero en verde	850	850	0	39,600.00	46.59
2	Maíz grano	7800	7800	0	33,052.50	4.24
3	Cebolla	571	551	20	21,470.00	38.97
4	Sorgo grano	4470	4470	0	13,356.00	2.99
5	Papa	90	90	0	4,230.00	47
6	Avena forrajera en verde	152	152	0	4,119.20	27.1
7	Chile verde	156.5	156.5	0	3,651.50	23.33
8	Zanahoria	91	91	0	3,639.00	39.99
9	Brócoli	205	205	0	3,516.00	17.15
10	Cebada grano	600	600	0	3,390.00	5.65
11	Elote	135	135	0	3,067.50	22.72
12	Tomate verde	72	72	0	1,863.00	25.88
13	Tomate rojo (jitomate)	47.50	47.50	0	1,547.00	32.57
14	Trigo grano	200	200	0	1,280.00	6.4
15	Lechuga	45	45	0	1216.4	27.03
16	Calabacita	25.00	25.00	0	394.90	15.8
17	Frijol	455	455	0	387.70	0.85
18	Ajo	8.5	8.5	0	86.70	10.2

Cultivo		Superficie (Ha)			Producción	Rendimiento
		Sembrada	Cosechada	Siniestrada		
19	Fresa	2.5	2.5	0	72.50	29
20	Pepino	0.5	0.5	0	25.00	50
<b>Total</b>		<b>15,976.50</b>	<b>15,956.50</b>	<b>20</b>		

**Tabla 4.** Cultivos representativos del municipio de León en 2022  
Fuente: SIAP 2023

La prospección de nuevos puntos de venta puede ser un factor clave para el éxito de los agricultores en la zona de Los Ramírez. Al diversificar los lugares donde comercializan sus productos agrícolas, los agricultores pueden expandir su alcance y llegar a un público más amplio. Esto no solo les permite aumentar sus ventas y sus ingresos, sino que también reduce su dependencia de un solo mercado o intermediario.

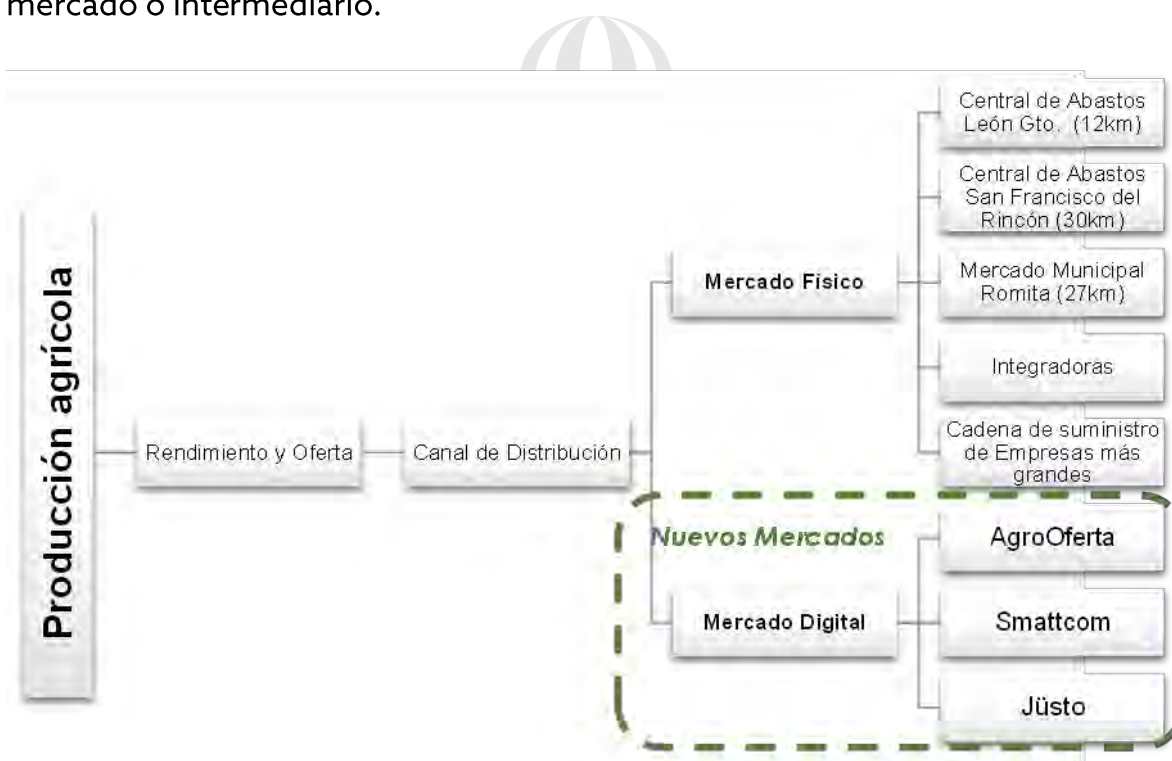


Figura 15. Modelo de nuevos mercados para la comercialización de productos agrícolas existentes. Fuente: Elaboración propia

Además, al establecer nuevas relaciones comerciales con mercados locales, restaurantes, supermercados u otras entidades, los agricultores pueden obtener mejores precios y condiciones de venta, lo que contribuye a fortalecer su sustentabilidad económica. La prospección de nuevos puntos de venta puede, por lo tanto, brindar oportunidades adicionales para el crecimiento y la estabilidad de la actividad agrícola en Los Ramírez.

## Nuevas presentaciones o características del producto

La transformación lineal de los productos agrícolas en la región de Los Rámirez puede representar un área de oportunidad crucial en el desarrollo económico y la sostenibilidad de la comunidad. Esta transformación se refiere al proceso de agregar valor a los productos agrícolas a través de actividades como el procesamiento, la manufactura y la creación de productos finales listos para el consumo o la comercialización.

En primer lugar, la transformación lineal permite a los agricultores aprovechar al máximo su producción agrícola al convertir materias primas en productos de mayor valor. Por ejemplo, la producción de frutas y verduras puede ser transformada en mermeladas, conservas, salsas o productos procesados, lo que permite una comercialización más diversificada y rentable.

En segundo lugar, la transformación lineal crea oportunidades de empleo en la región. Al establecer instalaciones de procesamiento y manufactura, se generan empleos locales en la producción, el envasado, la distribución y la comercialización de los productos transformados. Esto contribuye a la dinamización de la economía local y al mejoramiento de las condiciones de vida de la población. Además, la transformación lineal puede mejorar la estabilidad económica al reducir la vulnerabilidad de los agricultores a las fluctuaciones estacionales de precios. Los productos transformados suelen tener una mayor vida útil (vida de anaquel), lo que permite a los agricultores acceder a mercados durante todo el año y reducir la pérdida de productos perecederos.

En última instancia, la transformación lineal fomenta la innovación y la agregación de valor en la cadena de suministro agrícola. Esto puede atraer inversiones, fortalecer la resiliencia de la comunidad frente a choques económicos y promover el desarrollo sostenible al reducir el desperdicio de alimentos y los impactos ambientales.

A continuación, se presenta una tabla con alternativas de transformación de algunos de los cultivos principales (en cuanto a producción en toneladas) de la región.



Cultivo	Alternativas transformación lineal
Maíz grano	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Harina de maíz</li> <li>● Tortillas</li> <li>● Cereales de desayuno</li> <li>● Almidón de maíz</li> <li>● Aceite de maíz</li> </ul>
Cebolla	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Cebolla deshidratada</li> <li>● Cebolla en polvo</li> <li>● Salsas y aderezos a base de cebolla</li> <li>● Productos encurtidos de cebolla</li> </ul>
Sorgo grano	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Harina de sorgo (baja en gluten)</li> <li>● Cereales y alimentos para animales</li> <li>● Jarabe de sorgo</li> <li>● Sorgo inflado para bocadillos</li> </ul>
Papa	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Puré de papas</li> <li>● Papas deshidratadas</li> <li>● Snacks de papas</li> <li>● Productos congelados a base de papas</li> </ul>
Chile verde	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Salsas y condimentos a base de chile verde</li> <li>● Chiles verdes enlatados o en conserva</li> <li>● Salsas picantes</li> </ul>
Zanahoria	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Zanahorias enlatadas o en conserva</li> <li>● Zanahorias baby envasadas</li> <li>● Jugo de zanahoria</li> <li>● Zanahorias deshidratadas como aperitivos saludables</li> </ul>
Brócoli	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Brócoli congelado</li> <li>● Sopas y salsas de brócoli</li> <li>● Brócoli enlatado</li> <li>● Snacks de brócoli deshidratado</li> </ul>
Cebada grano	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Harina de cebada</li> <li>● Cerveza (la cebada es un ingrediente principal)</li> <li>● Cereales de desayuno</li> </ul>

**Tabla 5.** Alternativas para transformación lineal de cultivos

Estos son solo ejemplos de los productos procesados que se pueden obtener a partir de los cultivos mencionados. La variedad de productos dependerá de la demanda del mercado y de las capacidades de procesamiento disponibles en la región de Los Ramírez. La transformación de estos cultivos en productos procesados agrega valor y diversifica las opciones de comercialización para los agricultores.

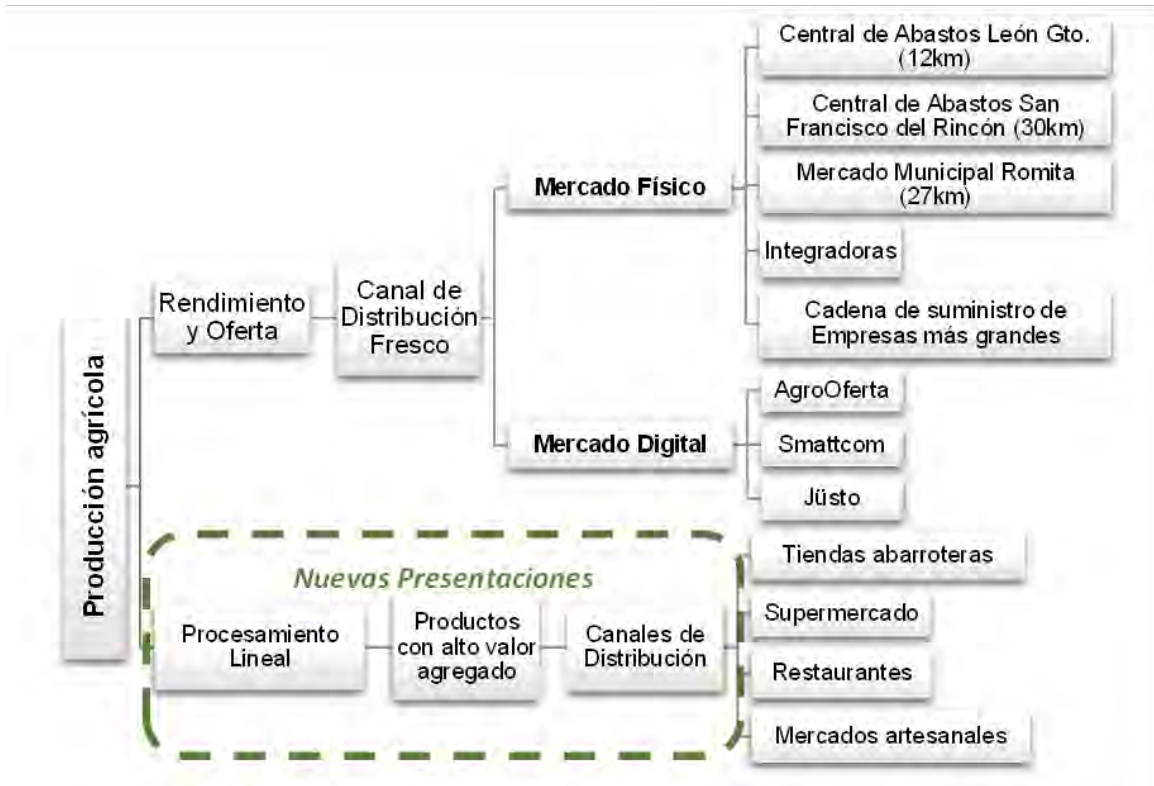


Figura 16. Modelo de producción agrícola lineal. Fuente: Elaboración propia

### Nuevos enfoques para satisfacer necesidades

De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas de la Alimentación y la Agricultura (FAO), se proyecta que la producción agrícola deberá aumentar en un 60% para satisfacer la creciente demanda de alimentos prevista para el año 2050. Sin embargo, esta tendencia plantea preocupaciones significativas, ya que la producción de alimentos es una de las actividades humanas con los mayores impactos ambientales, incluyendo la generación de gases de efecto invernadero, la huella hídrica y la pérdida y degradación de suelos (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), 2013)

El modelo agrícola actual se basa en prácticas insostenibles que han generado problemas como la dependencia de monocultivos, el derroche de alimentos y la degradación del suelo. La economía circular ofrece la oportunidad de romper con este ciclo de "tomar-producir-consumir-descartar" al enfocarse en la utilización sostenible de recursos desde la producción hasta la eliminación de residuos. Esto puede llevar a una mayor eficiencia en el uso de recursos naturales y la reducción de costos (Bianchi, van Beef, de Winter, & Lammers, 2020).

Oportunidad	Descripción
Bioplásticos y envases sostenibles	Los desechos de cultivos como el maíz, la papa y otros pueden ser una valiosa fuente de materiales para la producción de bioplásticos y envases sostenibles. Estos bioplásticos pueden reemplazar los plásticos tradicionales derivados del petróleo, reduciendo la dependencia de recursos no renovables y mitigando la contaminación por plásticos. Los envases sostenibles hechos de estos materiales pueden ser utilizados en la agricultura local y la comercialización de productos, al mismo tiempo que reducen los residuos plásticos y promueven la responsabilidad ambiental en toda la cadena de suministro (Chariguamán, 2015).
Composta y abono orgánico	Los residuos de cultivos, como los tallos y hojas de maíz, papa y cebolla pueden someterse a compostaje para producir compost de alta calidad y abono orgánico. Este compost es una fuente rica de nutrientes y materia orgánica que puede ser reintegrada en los campos agrícolas. Al mejorar la estructura del suelo y su capacidad para retener agua, el uso de compost y abono orgánico no solo enriquece el suelo, sino que también reduce la necesidad de fertilizantes químicos, promoviendo así la sostenibilidad agrícola y la salud de los cultivos (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), 2013).
Reciclaje de residuos orgánicos	Los desechos orgánicos de los cultivos, así como los residuos de alimentos no vendidos, pueden reciclarse mediante la realización de composta o la generación de biogás. La composta convierte los residuos orgánicos en compost valioso que se puede utilizar en la agricultura, mientras que la generación de biogás a partir de estos residuos produce energía renovable. Esto no solo reduce la cantidad de residuos enviados a vertederos, sino que también contribuye a la gestión sostenible de los residuos y a la generación de energía limpia y renovable para la comunidad.

Oportunidad	Descripción
Agricultura orgánica	Promover prácticas de agricultura orgánica, como el uso de abono orgánico, la rotación de cultivos y el control biológico de plagas, puede abrir oportunidades de mercado para productos agrícolas orgánicos de alta calidad. La agricultura orgánica no utiliza pesticidas químicos ni fertilizantes sintéticos, lo que reduce la exposición a químicos tóxicos y contribuye a la conservación de la salud del suelo y la biodiversidad.
Productos de limpieza ecológicos	Los residuos agrícolas, como los cítricos y las cáscaras de limón, contienen compuestos que pueden utilizarse en la producción de productos de limpieza ecológicos. Estos productos no contienen ingredientes químicos agresivos y son menos perjudiciales para el medio ambiente.
Textiles sustentables	La producción de textiles a partir de residuos agrícolas como la hoja de maíz es una innovadora aplicación de la economía circular que puede ayudar a reducir el desperdicio de materiales y promover la sostenibilidad en la industria textil y calzado (Mosquera Solano & Zhapan Fajardo, 2019)

**Tabla 6.** Oportunidades de Economía Circular con desperdicios de cultivos regionales

Cabe resaltar que en la agricultura circular el suelo sano es la base de todo, ya que es esencial para las plantas, amortigua en condiciones climáticas extremas, limita las pérdidas de nitrógeno al aire y al agua (Schouten, 2020), absorbe y contiene dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y otros gases de efecto invernadero, entre muchos beneficios adicionales (Jogeneel, 2019).

En particular, la agricultura circular se centra en mantener los residuos de la biomasa agrícola y del procesamiento de alimentos dentro del sistema alimentario como recursos renovables. Esto tiene el potencial de reducir la necesidad de insumos externos como fertilizantes químicos y materias primas para la ganadería, lo que puede mejorar la autosuficiencia y la resiliencia de la comunidad agrícola de Los Ramírez.

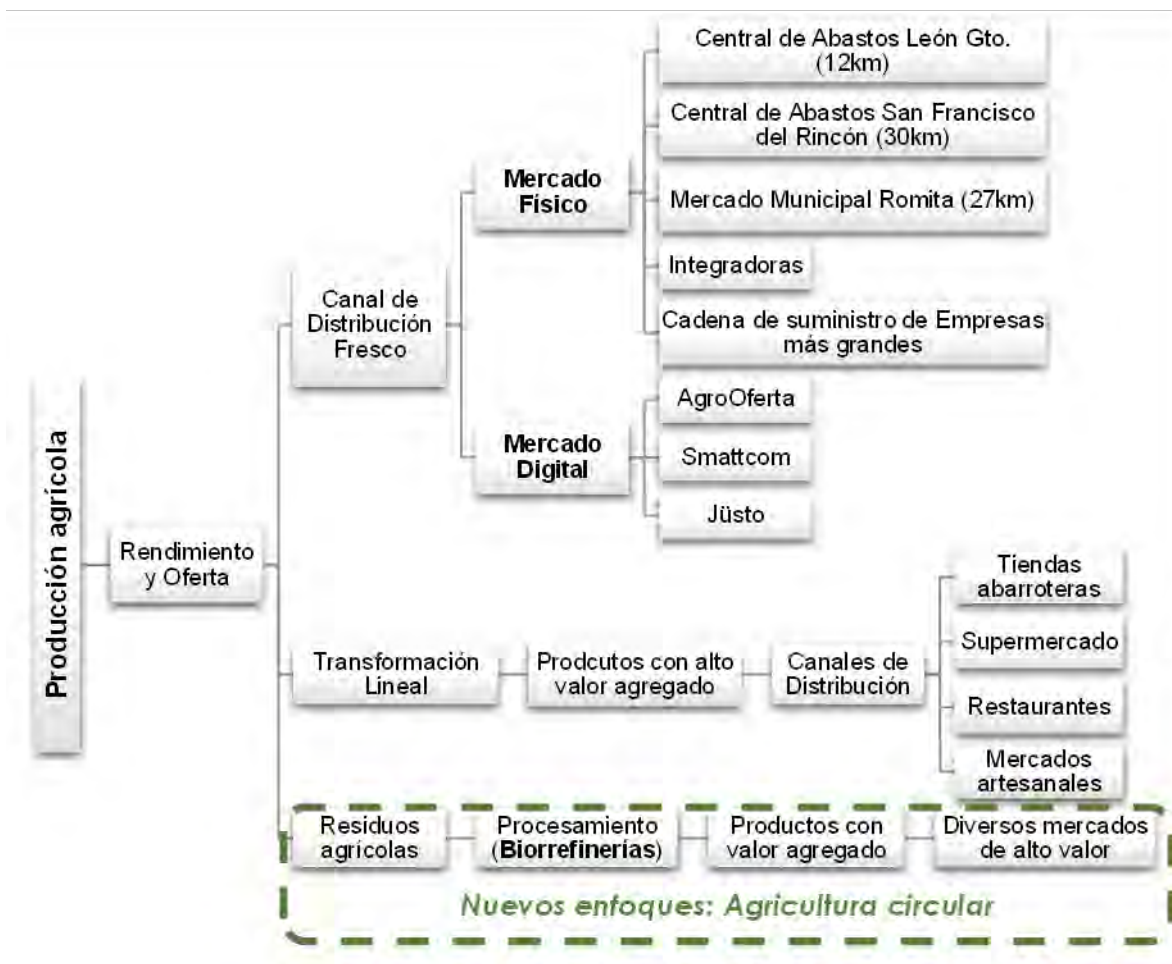


Figura 17. Modelo de agricultura circular con enfoque a necesidades Fuente: Elaboración propia

En última instancia, la salud del suelo, que es esencial en la agricultura circular, se convierte en la base para una producción sostenible de alimentos. El suelo saludable no solo beneficia a las plantas, sino que también contribuye a la mitigación del cambio climático y a la conservación de la biodiversidad. La adopción de prácticas agrícolas circulares en Los Ramírez puede, por lo tanto, impulsar la salud del suelo y mejorar la calidad de los cultivos.

La creación de biorrefinerías agrícolas en la región puede permitir la conversión eficiente de los cultivos y sus residuos en una variedad de productos valiosos que pueden sustituir productos producidos por la industria petroquímica usados de forma cotidiana. Estas biorrefinerías pueden producir bioplásticos, productos químicos sostenibles y energía a partir de biomasa agrícola, lo que agrega valor a la producción agrícola y genera empleo local. Estos productos pueden ser utilizados en diversas industrias, incluso para reintroducirlos en sus procesos de producción.

Por ejemplo, la empresa mexicana BioSolutions produce bioplásticos de fibras naturales obtenidas a partir de subproductos de la industria del agave de Tequila

Campo Azul. Uno de los productos creados son las tapas sustentables para las líneas de tequila blanco, reposado, añejo y cristal de la misma tequilera, y para el agua de tocador "You bloom" de Jafra. La misma empresa produce vasos para 7-Eleven, que ofrece a sus clientes como vasos "Bio 7-Eleven" elaborados con desechos de la agroindustria (BioSolutions, 2020).

Por su parte Ciclo Agro utiliza residuos alimentarios y agrega valor para reutilizar como alimento para el ganado, mientras que Dipterra realiza una bioconversión de residuos sólidos de desechos orgánicos de la industria agropecuaria o la agroindustria para obtener productos con potencial de utilizarse para la alimentación animal, la agricultura y la industria cosmética.

La promoción de programas de educación y capacitación sobre prácticas agrícolas circulares puede ser fundamental para fomentar la adopción de estas estrategias. La sensibilización y la capacitación de agricultores y comunidades locales pueden ayudar a impulsar la transición hacia una agricultura más sostenible y circular, al tiempo que se promueve la conciencia sobre los beneficios económicos y ambientales de estas prácticas.

Establecer colaboraciones con universidades cercanas y centros de investigación tales como la Escuela Nacional de Estudios Superiores Unidad León de la UNAM, el Centro de Innovación Aplicada en Tecnologías Competitivas (CIATEC), la Universidad Politécnica del Bicentenario, la Universidad Iberoamericana, la Universidad de La Salle Bajío y la Unidad Politécnica Interdisciplinaria de Ingenierías campus Guanajuato del Instituto Politécnico Nacional, y demás instituciones educativas incluidas la sección de "Actividades de apoyo" en el "Directorio de agentes de la cadena de valor agro biotecnológica con influencia en el municipio de León" (sección 1.2.4); puede proporcionar a los agricultores acceso a conocimientos actualizados y a la investigación más reciente en el campo de la agricultura circular, lo que permitirá implementar enfoques innovadores y basados en la evidencia en sus operaciones agrícolas. Esta colaboración entre agricultores y académicos puede enriquecer el intercambio de información y experiencias, contribuyendo así a la adopción efectiva de prácticas agrícolas más sostenibles y circulares en la comunidad agrícola.

### **Incorporación de tecnologías transversales**

En el vasto horizonte de la agricultura, la introducción de nuevas tecnologías es como un rayo de esperanza en el cielo despejado de los campos. Cada avance tecnológico trae consigo la promesa de transformar la forma en que los agricultores trabajan la tierra, de mejorar la productividad y de impulsar la sostenibilidad. Las tecnologías nuevas en el campo son el faro que guía a las comunidades agrícolas hacia un futuro más próspero y seguro.

En un mundo que enfrenta el desafío de alimentar a una población en constante crecimiento, estas innovaciones llegan en el momento adecuado. Permiten a los agricultores producir más con menos recursos, aumentando la eficiencia y garantizando que los alimentos lleguen a las mesas de las personas de manera más eficaz. Esto no solo beneficia a los agricultores, sino que también es esencial para abordar la seguridad alimentaria a nivel global.

La sostenibilidad ambiental, la cual se aborda como megatendencia, es otra joya en la corona de la tecnología agrícola. Las nuevas herramientas y técnicas permiten un uso más inteligente de los recursos naturales, desde el agua hasta los fertilizantes. La agricultura puede ser más respetuosa con el medio ambiente, conservando la biodiversidad y reduciendo la contaminación, lo que a su vez preserva la salud del planeta.

La tecnología también es un faro de oportunidades económicas; facilita la diversificación de los ingresos agrícolas, la creación de empleo en la industria tecnológica y la apertura de nuevos mercados para los productos agrícolas. En un mundo cada vez más conectado, la tecnología amplía las posibilidades de comercio y promueve la prosperidad en las comunidades rurales. Sin embargo, la tecnología no solo es una herramienta, sino también un catalizador de cambio; inspira a las nuevas generaciones a involucrarse en la agricultura, haciéndola más atractiva y emocionante. Además, la tecnología empodera a los agricultores al proporcionarles información en tiempo real, permitiéndoles tomar decisiones informadas y anticiparse a los desafíos.

De acuerdo con un estudio realizado por Quiñones Osorio (2023) publicado en LinkedIn, estas son las tendencias tecnológicas transversales que modificarán la agricultura del futuro:

### **Avance en el Internet de las cosas (IoT)**

El Internet de las Cosas (IoT) ya está en uso en la agricultura, pero su disponibilidad para los productores agroalimentarios está en constante crecimiento. Cada vez más, los agricultores tienen acceso a una variedad de dispositivos conectados que pueden recopilar datos y aplicarlos en sus cultivos. Estos dispositivos se comunican entre sí a través de Internet, lo que permite una gestión más eficiente y precisa de las operaciones agrícolas. Aunque la tecnología 5G todavía no está ampliamente disponible en todas las áreas rurales, se espera que el IoT siga evolucionando en los próximos años, con una mayor adopción de dispositivos conectados y un intercambio de datos mucho más rápido y eficaz. Además, la tecnología de internet satelital presenta una oportunidad prometedora para los productores agrícolas, lo que podría brindar una mayor digitalización y mejoras significativas en la agricultura. La

combinación de estas tecnologías tiene el potencial de revolucionar la forma en que se gestiona y optimiza la producción de alimentos.

### **Internet descentralizada (Web3)**

La Web3, la tercera generación de Internet se centra en tecnologías descentralizadas y distribuidas. En lugar de depender de una entidad central, utiliza una red de nodos colaborativos para garantizar una experiencia segura y privada en línea. Destaca por la cadena de bloques, que asegura transacciones y comparte datos en línea. En agricultura, Web3 beneficia el seguimiento de producción y cadena de suministro, certificación de productos y procesos, además de facilitar actividades financieras, seguros agrícolas, inocuidad alimentaria y trazabilidad completa.

### **Predicción climática más exacta usando Inteligencia artificial**

La inteligencia artificial (IA) está transformando la predicción del clima y la agricultura. Utilizando ecuaciones matemáticas avanzadas, la IA mejora los modelos climáticos y procesa grandes cantidades de datos meteorológicos para lograr pronósticos más precisos. Además, la IA brinda predicciones detalladas para la agricultura, permitiendo a los agricultores planificar sus cosechas de manera eficiente y optimizar el uso de recursos. Esta innovación también abre oportunidades para empresas agrícolas que pueden ofrecer servicios basados en IA, como pronósticos personalizados y asesoramiento agrícola, mejorando los rendimientos y reduciendo el impacto ambiental.

### **Gemelos digitales**

Los gemelos digitales son modelos virtuales de objetos o procesos físicos, utilizados en diversas industrias, incluyendo la agricultura. Se construyen a partir de datos históricos y en tiempo real de sistemas de monitoreo, IoT, modelado de información, sistema de información geográfica (GIS) y aplicaciones empresariales. La IA les permite simular y prever el comportamiento agrícola bajo diferentes condiciones, facilitando la toma de decisiones informadas y reduciendo riesgos y costos de producción.

### **Inteligencia artificial adaptativa**

La inteligencia artificial adaptativa es un tipo de IA que se destaca por su habilidad para ajustarse y evolucionar en respuesta a cambios en su entorno o la información que recibe. Esto significa que puede aprender y mejorar por sí misma sin requerir programación explícita. Esta forma de IA tiene una amplia gama de aplicaciones, como el reconocimiento de patrones en procesos agrícolas, análisis de datos de producción y mercado, y toma de decisiones. Un

ejemplo concreto de IA adaptativa sería un sistema de asistencia virtual que administra el riego de cultivos según las necesidades de las plantas y las condiciones climáticas, optimizando el uso de recursos.

### **Automatización robótica avanzada para el agro**

La tecnología y su accesibilidad permitirán agilizar procesos y automatizar tareas manuales que son repetitivas y que pocos trabajadores quieren hacer. En la agricultura pronto se podrá tener acceso a robots diseñados para realizar tareas específicas de manera autónoma, siguiendo un conjunto de instrucciones y utilizando herramientas para llevar productos, aplicar fertilizantes y controlar plagas, controlar plantas, entre otras actividades, de manera constante y durante las 24 horas del día, de forma rápida y precisa, sin necesidad de descanso ni errores humanos, lo que puede ayudar a mejorar la eficiencia y la productividad. Los productores agrícolas desean tener menos problemas de mano de obra, ya que cada vez es más difícil encontrar trabajadores que quieran trabajar en el campo.

Existe un gran esfuerzo por aplicar tecnología en el diseño, la construcción y el control de robots para realizar tareas importantes en el agro como la identificación del estado del cultivo y correspondiente aplicación de productos químicos, recolección, recopilación y conversión de información útil para el agricultor, aplicación de pesticidas de manera selectiva y selección para evitar el desperdicio de alimentos. Se espera que estos robots sean muy rentables en el agro y puedan ayudar a los productores a mejorar su eficiencia y reducir sus costos. Por mencionar un ejemplo, AVEX Drones, empresa con influencia en el municipio de León, ofrece la tecnología para obtener imágenes aéreas, mapeo y monitoreo para ayudar a los agricultores a optimizar la producción, detectar problemas tempranamente y mejorar la eficiencia en el uso de recursos como agua y fertilizantes. 4AG Robotics, Aigen, Muddy Machines y Ecorobotix son reconocidos a nivel mundial como líderes en aplicaciones de robótica, y todos ellos han manifestado su interés en llevar a cabo operaciones en México.

### **Super apps y plataformas en la nube especializadas para el sector agro**

Las super apps son aplicaciones móviles altamente versátiles y populares que ofrecen una amplia gama de servicios y funciones más allá de lo que una aplicación móvil típica proporciona en el ámbito agrícola. Estos servicios abarcan desde información climática y cuadernos de campo hasta funciones de comercialización, sistema de planificación de recursos empresariales (ERP), indicadores clave de producción y herramientas de comunicación, entre otros. Una de las características distintivas de estas aplicaciones es su capacidad para combinar tecnología en la nube con herramientas especializadas para satisfacer necesidades específicas. Esto puede incluir servicios de almacenamiento y

procesamiento de datos, herramientas de análisis y supervisión de procesos, así como funciones de comunicación y colaboración para diversos departamentos y equipos. Además, muchas de estas aplicaciones pueden integrar otras plataformas o servicios relacionados, todo diseñado a medida para el productor.

La adopción de estas plataformas por parte de las organizaciones agroalimentarias permite adaptarse rápidamente a los cambios y brindar un mayor valor a su mercado. Además, proporciona acceso a aplicaciones de inteligencia artificial y toma de decisiones avanzadas sin requerir una infraestructura costosa. Estas aplicaciones abarcan toda la cadena agro biotecnológica, desde la siembra y el cultivo hasta la cosecha, el empaque, el transporte y finalmente, el consumidor, garantizando una eficiente transmisión de información en toda la cadena.

### **Metaverso en la agricultura**

El Metaverso representa un conjunto de mundos virtuales accesibles de manera similar a la realidad física. En agricultura, resulta valioso para la visualización de cultivos y el control de múltiples sitios de producción mediante gemelos digitales y sistemas IoT. Ofrece análisis, simulaciones, alertas y comunicación en tiempo real a costos accesibles, promoviendo la colaboración y la innovación. En el Metaverso Agro, los productores pueden buscar soluciones, colaborar, participar en eventos comerciales y relacionarse con clientes sin la necesidad de desplazarse.

En Los Ramírez, la incorporación de nuevas tecnologías representará el hito que fijará el rumbo hacia un futuro agrícola aún más prometedor, sostenible y lleno de prosperidad. En un entorno que evoluciona constantemente, estas innovaciones son el motor que impulsa la agricultura hacia adelante, asegurando que nuestros campos continúen siendo los pilares de vida y fuente de alimentos. No obstante, esto se debe de hacer en alianza con otros actores tales como aliados regionales, nacionales y extranjeros, así como instancias de gobierno, universidades y centros de investigación ya que estas alianzas permitirán un desarrollo económico acelerado y sostenible.

## **Identificación de los drivers competitivos**

Existen factores que, sin duda, propician el crecimiento del sector agrícola y agro biotecnológico del Estado de Guanajuato. La zona geográfica de Los Ramírez es considerada de corte agrícola y es una comunidad objetivo de la reconversión agrícola municipal, susceptible de recibir apoyos, programas de intervención y

ventajas desde las políticas públicas Estatales y Federales vigentes relacionadas con el agro.

## **Impulso económico y posicionamiento de Guanajuato a nivel nacional**

Guanajuato es líder en el sector Agroindustrial en México y es muy bien conocido por la cultura de exportación y atender a los mercados internacionales más exigentes del mundo, muestra de ello, el mismo Gobierno del Estado de Guanajuato ha publicado una radiografía con los datos más importantes del sector en 2020, en los que Guanajuato participa e incide:

- Guanajuato fue el 7º lugar en producción del Sector primario a nivel nacional.
- El sector agrícola en Guanajuato representa el 55.4% del valor total del sector primario.
- El sector pecuario en Guanajuato representa el 44.5% del valor total del sector primario.
- El estado de Guanajuato aporta el 5.3% del valor de la producción pecuaria del país, posicionado en 5º lugar del ranking nacional.
- El estado de Guanajuato aporta el 4.7% del valor de la producción agrícola del país, posicionado en 7º lugar del ranking nacional.

Aunado a los indicadores competitivos del Estado, es importante mencionar que es el único estado en México con política pública de atracción de inversiones agroindustriales que garanticen las certificaciones internacionales de seguridad alimentaria y responsabilidad social (Gobierno del Estado de Guanajuato, 2020).

Capacidades tecnológicas, de I+D+i y de formación de capital humano altamente especializado

Otro driver competitivo de la zona de Los Ramírez, aunado a los drivers inmediatos con los que cuenta el Estado de Guanajuato, son las capacidades tecnológicas respectivas al impulso de la agro biotecnología, es decir, el número de investigadores en Centros Públicos de Investigación e Instituciones de Educación Superior, así como la proximidad. Algunas de ellas se muestran a continuación:

Institución de I+D+I	Carreras afines	Investigadores del SNI de áreas afines	Ubicación	Cercanía con la comunidad
Centro de Innovación Aplicada en Tecnologías Competitivas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Biotecnología y Medio Ambiente</li> </ul>	6 SNI	León	13.7 km
Escuela Nacional de Estudios Superiores de la UNAM	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ciencias Agrogenómicas</li> </ul>	9 SNI	León	5.3 km
Unidad Politécnica Interdisciplinaria de Ingenierías Campus Guanajuato del Instituto Politécnico Nacional	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Biotecnología</li> </ul>	9 SNI	Silao	34.6 km
Centro de Investigación y Estudios Avanzados del IPN	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Biotecnología de Plantas</li> <li>• Biología Sintética</li> </ul>	43 SNI	Irapuato	70.6 km
Instituto Tecnológico de Celaya	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bioquímica</li> </ul>	11 SNI	Celaya	128 km
Universidad de La Salle Bajío	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Agronomía</li> </ul>	2 SNI	León	24.6 km
Instituto Tecnológico de Roque	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Industrias Alimentarias</li> <li>• Agronomía</li> </ul>	13 SNI	Celaya	129 km
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bioquímica</li> </ul>	3 SNI	Irapuato	56.8km

Institución de I+D+I	Carreras afines	Investigadores del SNI de áreas afines	Ubicación	Cercanía con la comunidad
Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bioquímica</li> </ul>	2 SNI	Purísima del Rincón	35.3 km
Universidad Politécnica de Pénjamo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Biotechnología</li> </ul>	3 SNI	Pénjamo	92.7 km
Universidad Politécnica de Guanajuato	<ul style="list-style-type: none"> <li>Industrias Alimentarias</li> </ul>	3 SNI	Cortazar	118 km
Universidad de Guanajuato	<ul style="list-style-type: none"> <li>Biología</li> <li>Agronomía</li> <li>Alimentos</li> </ul>	135 SNI	León, Irapuato, Guanajuato, Salamanca y Celaya	24.7 km (campus más cercano)

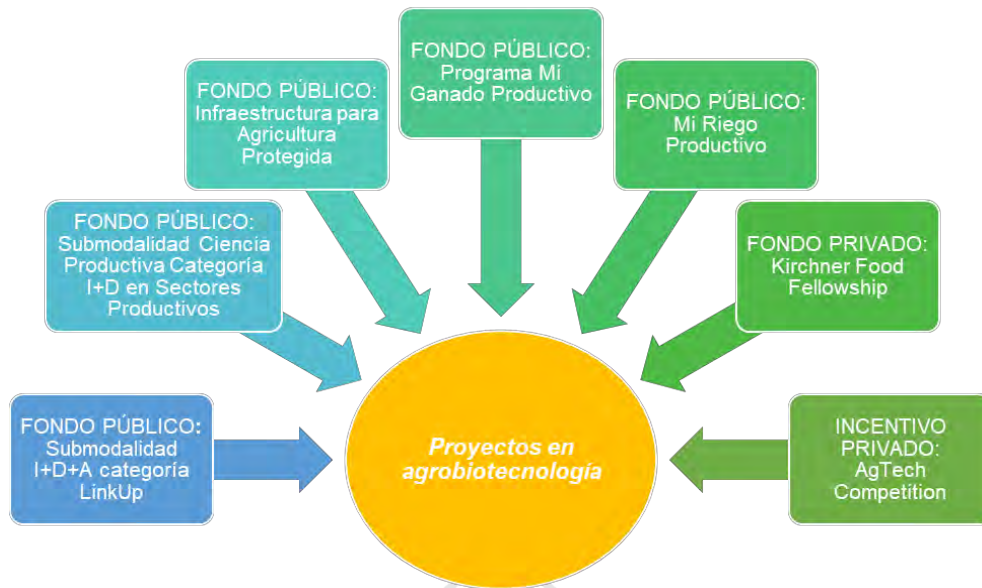
**Tabla 7.** Capacidades tecnológicas relacionadas con agro biotecnología y oportunidades de formación en el Estado de Guanajuato. Fuente: Elaboración propia con información del Padrón de Beneficiarios del SNI

Las capacidades tecnológicas en agro biotecnología cuentan con 235 investigadores miembros del Sistema Nacional de Investigadores (SNI) en las áreas de ciencias agropecuarias, biología, bioquímica y afines; significando una cantidad muy alta de especialistas en un máximo de 2 horas de viaje dentro del mismo Estado de Guanajuato. Cabe resaltar que se tomaron en cuenta aquellas instituciones que cuentan con al menos 2 investigadores adscritos al SNI.

En cuanto al potencial de formación y especialización, se cuenta con 16 carreras o programas de estudio relacionados con la agro biotecnología o similares para cubrir las necesidades existentes brindando capital humano altamente especializado.

### Acceso de financiamiento y subsidios para proyectos

Desde la perspectiva de incentivos y subsidios provenientes de fondos públicos, Guanajuato es de los pocos estados que aún tiene ventanillas para brindar apoyos para la producción tradicional, sin embargo, también existen subsidios que incentivan el desarrollo de nuevos o significativamente mejorados productos, servicios y procesos, siendo la agroindustria y la biotecnología de los sectores de especialización y prioritarios para el otorgamiento de éstos.



**Figura 18.** Esquemas de financiamiento y subsidios para proyectos en agro biotecnología.  
Fuente: Elaboración propia

Algunas de las entidades y dependencias estatales que brindan apoyos para los sectores agroindustrial y biotecnológico, son:

- A. El Instituto de Innovación, Ciencia y Emprendimiento para la Competitividad (IDEA GTO.)
- B. La Secretaría de Desarrollo Agroalimentario y Rural (SDAyR)
- C. La Coordinadora de Fomento al Comercio Exterior (COFOCE)
- D. La Secretaría de Desarrollo Económico Sustentable (SDES)

y demás instancias presentadas en el "Directorio de agentes de la cadena de valor agro biotecnológica con influencia en el municipio de León"

Por otro lado, también desde la perspectiva de financiación privada, se identificaron algunas iniciativas que apuntalan a la inversión privada a cambio de participación en empresas que estén comprometidas con la seguridad alimentaria y el impulso de tecnologías agrícolas; o también incentivos de origen privado para el escalamiento de tecnologías agrícolas. Estos recursos financieros provenientes de fuentes privadas para proyectos provienen de *Kirchner Impact Foundation*, cuyo objetivo es promover la eficiencia del capital y empresas sostenibles a través del beneficio social y/o ambiental medible en sectores como agricultura, alimentos, salud, ciencias de la vida, energía, recursos y educación.

Mas adelante se presentan algunas de las opciones de financiamiento y subsidios de carácter productivo y en I+D+i en la región, que son lanzadas anualmente o son emitidas por instituciones que realizan convocatorias similares para el área agro biotecnológica o afines de manera recurrente.

Este tipo de financiamientos, subsidios e incentivos son adecuados para propiciar la tecnificación y la innovación en el sector agro biotecnológico tanto de la región de Los Ramírez, como para el Estado de Guanajuato, aunado a las ventajas competitivas que brindan las capacidades tecnológicas y de formación de capital humano existentes, hacen una tierra fértil para el éxito de proyectos productivos y de innovación.

## **Capacidades logísticas y de integración vertical empresarial**

Es bien sabido que Guanajuato es de los estados que cuentan con indicadores importantes en el sector agroalimentario, y esos indicadores han brindado ventajas industriales en los últimos 30 años. La ubicación central que tiene el estado de Guanajuato, y por ende León, resulta estratégica para su desarrollo económico, ya que lo hace un punto articulador, ferroviario y de todo tipo de actividades económicas, por lo que el desarrollo de la infraestructura agroindustrial siempre figura como prioridad en cualquier plan estatal de desarrollo.

Guanajuato cuenta con 1 mil 75 km de vías férreas ya que el 48% de las exportaciones se realizan por ferrocarril y el 32% por autotransporte de carga, mientras que las importaciones el 46% se realizan por autotransporte de carga y el 13% por ferrocarril (Secretaría de Desarrollo, Agroalimentario y Rural del Estado de Guanajuato (SDAyR), 2021).

Hablando de exportaciones y comercio exterior, la existencia de una red de doce Tratados de Libre Comercio con 46 países incentiva la búsqueda de nuevas oportunidades y mejores condiciones para la venta de productos de origen agrícola, pecuario y pesquero de México en el extranjero. Tan sólo en 2020 el sector agroindustrial estatal reportó 1,866 MDD por exportaciones, de los cuales, Estados Unidos sigue siendo el principal país para comerciar, pero se encuentra que Canadá, Alemania, Rusia y Francia son otras buenas alternativas para diversificar mercados (Ídem, 2021). Aunado a esto, debido al incremento de la intermodalidad de la carga, en las cercanías del municipio de León se encuentra una terminal Intermodal ferroviaria dentro del Complejo de GTO Puerto Interior (GPI), que, al cierre del 2018, movió cerca de los 30 mil contenedores anuales.

Con respecto a la conectividad portuaria, se muestra la siguiente tabla con los puertos más importantes y su distancia del Estado de Guanajuato, así como su nivel de actividades.

Puerto marítimo	Distancia desde Guanajuato	Movimiento de contenedores (Teu)
Manzanillo, Colima	510 km	>500,000
Veracruz, Veracruz	747 km	
Altamira, Tamaulipas	602 km	100,000 -500,000
Lázaro Cárdenas, Michoacán	512 km	<100,000
Tampico, Tamaulipas	584 km	
Tuxpan, Veracruz	674 km	

**Tabla 8.**- Principales salidas marítimas para oportunidades logísticas del Estado de Guanajuato. Fuente: SDAyR, 2021, Diagnóstico agrologístico del Estado de Guanajuato.

Para destacar los drivers competitivos desde el tema logístico, es importante hablar de Guanajuato Puerto Interior (GPI), el cuál es el principal del estado y además es considerado el puerto seco, industrial y logístico más dinámico y consolidado de México y América Latina. Desde el 2006, GPI ha logrado la inversión nacional e internacional de 4 mil millones de dólares y aglomera a más de 120 empresas de 18 países del mundo, instaladas en más de 1,277 hectáreas y generando más de 25 mil empleos directos (SDAyR, 2021).

El GPI cuenta con una multiterminal de carga ferroviaria de Ferromex con la instalación del GTO Logística Center, recinto fiscalizado el cual facilita la operación aduanera de las empresas importadoras y exportadoras de la región en conjunto con la aduana de Guanajuato.

Desde la perspectiva de integración vertical, es decir, la incorporación de productores, MIPYMES y otras grandes empresas a la cadena de suministro de Empresas tractoras o de actividades internacionales, se ha dado esa dinámica de integración desde hace algunos años. Un ejemplo claro es la elevada producción de cebada en el estado, no obstante, esta cebada no se vende de manera habitual en centrales de abasto, ya que Heineken es quién integra generalmente a los productores de cebada para incentivarlos al otorgarles paquetes tecnológicos para la siembra de ésta, y así comprarles todo el rendimiento de cebada producido.

De acuerdo con el Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas del INEGI, en Guanajuato existen 9,490 unidades económicas pertenecientes a la industria alimentaria, la industria de las bebidas y agricultura, pesca, caza y crianza de animales, que en conjunto conforman la agroindustria. Únicamente contamos con 53 unidades económicas con más de 250 empleados (consideradas como Grandes empresas) es decir, menos del 1% del total del tejido productivo agroindustrial. No obstante, esas 53 unidades económicas,

donde la mayoría están concentradas en el corredor industrial Querétaro - León, pueden representar oportunidades para integrarse verticalmente a su cadena de suministros con productos de calidad o de alto valor agregado.

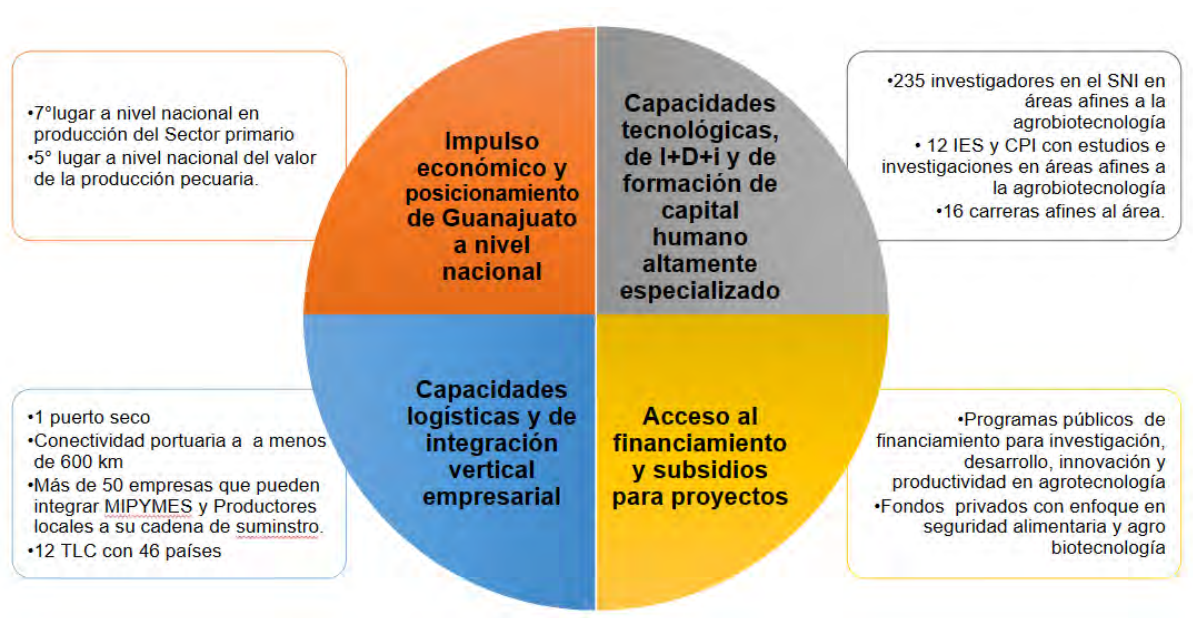
A continuación, se presentan algunas de las empresas que pudieran realizar la integración vertical de nuevas empresas, productores o MIPYMES a su cadena de suministro:

Razón social	Municipio
BIMBO SA DE CV	Irapuato
ENVASADORA DE AGUAS EN MEXICO S DE RL DE CV	León
B & G FOODS MANUFACTURING MEXICO S DE RL DE CV	Irapuato
CENTRAL INDUSTRIALIZADORA DE CARNICOS DEL BAJIO SA DE CV	Pénjamo
CEREALES Y PASTAS SA DE CV	Celaya
CHAMPIÑONES SAN MIGUEL SA DE CV	San Miguel de Allende
COMERCIALIZADORA GAB SA DE CV	Irapuato
COMPAÑIA MANUFACTURA ASTURIAS SA DE CV	Celaya
CONAGRA FOODS MEXICO SA DE CV	Irapuato
CONGELADORA NINO SA DE CV	Irapuato
CONGELADORA Y EMPACADORA NACIONAL SA DE CV	Irapuato
COVEMEX SA DE CV	Apaseo el Grande
CUANDA SA DE CV	Santa Cruz de Juventino Rosas
DANONE DE MÉXICO	Irapuato
DERIVADOS DE LECHE LA ESMERALDA SA DE CV	San Miguel de Allende
EMPACADORA CELAYA SA DE CV	Celaya
EXPOR SAN ANTONIO SA DE CV	Villagrán
FERRERO DE MEXICO SA DE CV	San José Iturbide
FRESHCOURT S DE RL DE CV	Irapuato
LA PRÓXIMA ESTACION S P R DE RL	Irapuato
SABRITAS S DE RL DE CV	Celaya
GEO NUTRITION S DE RL	San José Iturbide
GRUPO INDUSTRIAL CUADRITOS BIOTEK	Celaya
HARINERA LOS PIRINEOS SA DE CV	Salamanca
KERRY INGREDIENTS DE MEXICO SA DE CV	Salamanca

Razón social	Municipio
COMERCIALIZADORA DE LACTEOS Y DERIVADOS SA DE CV	Irapuato
PASTEURIZADORA DE LEON SA DE CV	León
MAR BRAN SA DE CV	Irapuato
MEGA FRESCOS EL BAJÍO SA DE CV	Salamanca
NESTLE MEXICO SA DE CV	Silao de la Victoria
BACHOCO SA DE CV	Celaya
PROCESADORA TANOK	Silao de la Victoria
PRODUCTOS FRUGO SA DE CV	Salamanca
RASTRO FRIGORIFICO Y SERVICIOS INTEGRALES DEL BAJIO SA DE CV	León
REFRESQUERA INTERNACIONAL SA DE CV	León
SCHREIBER MEXICO	León
SIGMA ALIMENTOS LACTEOS SA DE CV	Celaya
SUCROLIQ SAPI DE CV	Irapuato
SUSAZON SA DE CV	Celaya
TAYLOR FARMS DE MEXICO	Doctor Mora
TOSTIRICAS NIETO SA DE CV	San José Iturbide
UNIFOODS SA DE CV	Cortazar
XTRA CONGELADOS NATURALES SA DE CV	San Francisco del Rincón

**Tabla 9.** Empresas grandes ubicadas en el Estado de Guanajuato que pueden integrar verticalmente a productores, MIPYMES y otras empresas a su cadena de suministro.

Finalmente, en la figura 19 podemos resumir los *drivers* competitivos y sus piedras angulares, con las que cuenta el sector en el estado que pueden asegurar el éxito del proyecto y operación del BIONODO:



**Figura 19.** Resumen de *Drivers* Competitivos del sector agro biotecnológico en el estado de Guanajuato Fuente: Elaboración propia



# PROPUESTAS DE LÍNEAS DE ACCIÓN

## Identificación de liderazgos

A través de un enfoque colaborativo y multidisciplinario, se emprendió el análisis y mapeo del ecosistema agro biotecnológico actual. Este esfuerzo tuvo como propósito primordial potenciar el dinamismo y la capacidad innovadora inherente al mismo.

### Metodología

Adoptamos un enfoque holístico de investigación colaborativa y participativa (Investigación Basada en la Participación Colaborativa - IBPC) que incluyó:

- Reuniones preliminares: encuentros con funcionarios de IMPLAN, directores de innovación y directores de desarrollo rural en el municipio de León para identificar los *stakeholders* potenciales.
- Directorio de contactos: resultante de estas reuniones, se compiló un directorio que engloba representantes académicos, empresariales en diversas etapas, funcionarios públicos y figuras prominentes en el apoyo empresarial.
- Comunicación personalizada: se implementaron estrategias comunicativas a medida para invitar a los participantes al taller esencial de mapeo y dinamización del ecosistema agro biotecnológico.

### Identificación de actores

Se buscó tener representatividad a lo largo de la cadena de valor, incluyendo actores relevantes desde investigación y educación, producción y comercialización, hasta aquellos implicados en actividades indirectas, pero de influencia significativa como las industrias del cuero y la moda.

- Academia: incluye a representantes de universidades tanto públicas como privadas, investigadores renombrados y especialistas en biotecnología e innovación.
- Sector privado: comprende a emprendedores en etapas iniciales y ejecutivos de grandes empresas con trayectoria en el ecosistema agro biotecnológico.
- Sector público: abarca a funcionarios y entidades gubernamentales con impacto directo o tangencial en el sector agro biotecnológico.
- Apoyo empresarial: encarna a figuras de incubadoras de empresas, aceleradoras

e inversionistas con interés en este sector.

## **Estrategias de comunicación y contacto**

Se siguieron protocolos comunicacionales personalizados para cada grupo de interés, logrando una elevada tasa de participación efectiva. Las invitaciones fueron diseñadas para subrayar la importancia de cada contribuyente dentro del ecosistema y el valor de su aporte al taller. La coordinación de las invitaciones y el seguimiento de confirmaciones fueron manejados por el IMPLAN, con la colaboración operativa de las Direcciones de Desarrollo Rural y de Innovación del municipio de León.

## **Organización y realización del taller “Mapeo y dinamización del ecosistema agro biotecnológico de León”**

### **Preparativos del taller**

Se diseñó la logística del evento aprovechando las facilidades prestadas por el IMPLAN y el apoyo de la Dirección de Desarrollo Rural. Se realizó la preparación de materiales didácticos y de apoyo, asegurando un entorno que fomenta el diálogo constructivo y el trabajo conjunto. El diseño del taller se centró en la interacción equitativa entre los participantes, favoreciendo el intercambio y la identificación de los distintos elementos del ecosistema agro biotecnológico.

### **Ejecución del taller**

Al taller asistieron 31 participantes convocados, entre ellos se obtuvo representatividad de las distintas áreas. El evento se estructuró en una sesión que combinó exposiciones con trabajo grupal. Los fines del estudio se explicaron, se definieron los conceptos esenciales de ecosistema y sus fronteras, y se incentivó a la contribución proactiva en el delineamiento del ecosistema agro biotecnológico de León.

### **Dinámicas de grupo, diálogo colaborativo y resultados del taller**

Mediante ejercicios interactivos, los participantes delinearon las fronteras del ecosistema, identificaron actores indirectos y deliberaron sobre las definiciones prácticas de biotecnología. Esto fomentó la contribución de perspectivas variadas, culminando en una comprensión y compromiso compartidos hacia metas unificadas. El taller se estructuró con 7 módulos principales:

1. Definición del ecosistema agro biotecnológico de León y sus fronteras  
El propósito de este módulo fue establecer un terreno común y una definición consensuada que sirviera como punto de partida para las subsiguientes discusiones y análisis. En el marco del taller técnico realizado, los participantes

emprendieron una serie de ejercicios interactivos que les permitieron delinear de manera precisa las fronteras del ecosistema agro biotecnológico de León.

En esta sección se describió el enfoque y definición del concepto de Ecosistema y sus distintos elementos, colaborativamente se decidió definir el ecosistema agro biotecnológico de León bajo los siguientes parámetros:

- a. Incluyente de agricultura y actividades pecuarias
- b. Inclusión de actividades relacionadas con la producción de alimentos y sectores conexos, tales como los productos medicinales, la industria del cuero y la moda.
- c. La integración de toda la cadena de valor del ámbito agropecuario, desde los insumos y la producción hasta el procesamiento y la gestión adecuada de residuos.
- d. Una comprensión amplia de la biotecnología, definiéndose como la utilización de sistemas biológicos y organismos vivos o sus derivados para crear o modificar productos o procesos para usos específicos en beneficio de la humanidad.
- e. La consideración de las actividades y elementos que, aunque no estén geográficamente situados dentro de los límites políticos del municipio de León, ejercen una influencia directa en las dinámicas agro biotecnológicas de la localidad.

## 2. Identificación de elementos abióticos presentes y faltantes en el ecosistema

El taller de mapeo del ecosistema agro biotecnológico de León resultó en un ejercicio exhaustivo donde los actores relevantes pudieron identificar una gama de recursos ya presentes y señalar aquellos que se encuentran ausentes o en déficit. Este mapeo de recursos fue fundamental para entender las capacidades actuales del ecosistema y planificar estrategias futuras de desarrollo y optimización.

- a. Recursos presentes en el ecosistema

La ciudad de León goza de una serie de recursos naturales y estructurales que son piedras angulares del ecosistema agro biotecnológico. El suelo fértil es una ventaja comparativa significativa que beneficia tanto a la agricultura como a la ganadería. No obstante, recursos como el agua son limitados, lo que requiere una gestión inteligente y sostenible. El clima de la región, aunque en ocasiones extremo, ha sido un factor determinante en la selección y desarrollo de cultivos y razas de ganado resistentes.

La genética local, incluyendo semillas, ganado y microorganismos, es un recurso valioso que requiere y merece inversión en investigación y desarrollo para su mejora y conservación. En cuanto a infraestructura, León dispone de redes de comunicación terrestre y aérea, carreteras y ferrocarril que son esenciales para

la logística y distribución. Además, existen centros de comercialización como la central de abastos y mercados que facilitan el flujo de productos agro biotecnológicos.

Rastros certificados, instituciones educativas y de investigación, junto con la disponibilidad de tecnologías de comunicación avanzadas, son fundamentales para mantener la competitividad del sector. Los servicios de logística y la conectividad son recursos que ya están establecidos y que contribuyen a una operación eficiente de las actividades agro biotecnológicas. La presencia de hotelería y centros de convención fomenta la realización de eventos y convenciones de índole internacional, lo que a su vez promueve el turismo de negocios.

La infraestructura gubernamental y bancaria es robusta, favoreciendo el entorno de negocios y la inversión. Además, el desarrollo habitacional, el banco de alimentos, las sociedades de producción rural y las instituciones de salud brindan una base sólida para la calidad de vida y el desarrollo social. La cadena de suministro es eficaz, respaldada por presas, aduanas y áreas naturales protegidas que cumplen funciones ecológicas y de abastecimiento.

#### b. Recursos faltantes y áreas de oportunidad

Por otro lado, se identificaron carencias críticas que representan áreas de oportunidad para el crecimiento y la innovación en el ecosistema. Los parques tecnológicos especializados y centros de investigación cercanos son necesarios para impulsar la investigación y el desarrollo de nuevas tecnologías. La captación de agua y el manejo de sistemas de riego eficientes son de suma importancia para asegurar la sostenibilidad de los recursos hídricos.

La implementación tecnológica en la agricultura, el mejoramiento genético y la capacitación requieren de más infraestructura y programas dedicados. Además, es fundamental mejorar el mantenimiento de caminos y desarrollar plantas de tratamiento de agua para asegurar un entorno sostenible. El establecimiento de centros de reciclaje y la mejora en la gestión de residuos son cruciales para un ecosistema sostenible.

Es evidente que para potenciar el ecosistema agro biotecnológico de León se necesitan acciones concretas para fortalecer los recursos existentes y desarrollar los que están en déficit. Este panorama integral ofrece una hoja de ruta para las políticas públicas, la inversión privada y la colaboración entre las distintas entidades involucradas en el sector agro biotecnológico.

### 3. Identificación de elementos bióticos presentes y faltantes en el ecosistema

En el taller de mapeo del ecosistema agro biotecnológico de León se hizo un reconocimiento detallado de los recursos humanos que actualmente fortalecen la dinámica del sector. Este análisis permitió no solo apreciar el capital humano existente, sino también identificar aquellas brechas y oportunidades de mejora que, de ser atendidas, podrían significar un avance sustancial en la consolidación del ecosistema.

a. Recursos humanos presentes

León cuenta con un espectro de talento altamente calificado, una fuerza laboral con habilidades especializadas que son cruciales para el avance y la innovación. Este talento calificado está complementado por agricultores tradicionales, cuyos conocimientos y experiencias son invaluable para la comprensión y la gestión de los recursos naturales locales.

Los líderes ejidales desempeñan un papel fundamental en la gestión y organización de los recursos agrícolas comunitarios, mientras que los agricultores tecnificados introducen y aplican prácticas y tecnologías modernas. Las corporaciones agro biotecnológicas y los líderes industriales son actores clave en la dinámica empresarial, y su presencia refuerza el carácter innovador del ecosistema.

Los empresarios y emprendedores aportan visión y dinamismo, generando nuevas oportunidades de negocio y promoviendo la adaptación a los cambios del mercado. La mano de obra, o capital humano en sentido amplio, es la base sobre la cual todas las operaciones del ecosistema descansan, su capacidad y bienestar son indicadores directos del potencial productivo.

Los entes gubernamentales y las secretarías de desarrollo ofrecen apoyo institucional y crean condiciones favorables para el crecimiento del sector, mientras que las entidades financieras, inversionistas y bancos proporcionan los recursos económicos necesarios para su financiamiento y expansión.

La capacitación técnica es un servicio vital y está a cargo de universidades y académicos dedicados, quienes, junto a investigadores y alumnos de posgrado, son la vanguardia en la generación de conocimiento y tecnología. Las ONG, intermediarios, productores y consumidores conforman una red de stakeholders que interactúan continuamente, promoviendo el desarrollo sustentable y una economía circular.

Las sociedades cooperativas destacan por su modelo de negocio colaborativo y su contribución a la economía social del ecosistema.

b. Recursos humanos faltantes y áreas de oportunidad

Existe una preocupación significativa respecto a la retención del talento en la región. La fuga de cerebros y la falta de incentivos para mantener a los profesionales calificados en León son desafíos que requieren atención urgente. La vinculación efectiva entre los actores del ecosistema es otro aspecto que necesita ser fortalecido, promoviendo una mayor integración y sinergia entre ellos.

La inclusión de líderes ejidales jóvenes y el desarrollo de políticas públicas y regulaciones adecuadas son áreas que necesitan ser desarrolladas para garantizar una dirección y gestión efectiva en el futuro. La comunicación y difusión de información son aspectos cruciales para una mayor conciencia y entendimiento público de la biotecnología agroalimentaria.

Se reconoce la necesidad de más mano de obra general, incluyendo trabajadores jóvenes, certificados y calificados. Líderes políticos y sociales que impulsen al sector y un líder que integre la cadena agropecuaria son esenciales para dirigir esfuerzos comunes hacia objetivos estratégicos.

Los roles integradores, como agentes aduanales especializados en el sector agro y asociaciones y cámaras, podrían actuar como catalizadores de la actividad económica y fomentar un entorno de negocio más robusto y articulado.

El ecosistema de León, con sus capacidades y sus desafíos, presenta un escenario rico en oportunidades. Atender a la formación y retención del talento, mejorar la vinculación entre sectores y fortalecer las capacidades de liderazgo son aspectos fundamentales para catalizar un desarrollo más rápido y sostenible del sector agro biotecnológico de la región.

#### 4. Identificación de elementos intangibles presentes y faltantes en el ecosistema

En el ecosistema agro biotecnológico de León, los recursos intangibles o inmateriales juegan un papel crítico en el desenvolvimiento y progreso del sector. Estos recursos abarcan un amplio espectro que incluye desde el conocimiento técnico y las tradiciones, hasta las leyes e instituciones que forman la base de las actividades agro biotecnológicas en la región.

##### a. Recursos intangibles presentes

El conocimiento de los sistemas de producción y aplicación constituye uno de los pilares de este ecosistema, apoyado en el conocimiento técnico acumulado a lo largo de años de práctica y estudio. Este saber se encuentra profundamente arraigado en la cultura e identidad de León, que se manifiesta en el apego a los cultivos tradicionales y en la forma de vida de sus habitantes.

La normativa y legislación actual guían y regulan las actividades del sector, proporcionando un marco de operación seguro y regulado para todos los actores involucrados. Dentro de este marco, se consideran esenciales las contribuciones de las asociaciones y cámaras que representan los intereses del sector y abogan por sus necesidades.

Se puso especial énfasis en el papel de las universidades e institutos de investigación, como el CIATEC, y las renombradas instituciones de educación superior como el IPN, la UNAM, la Universidad La Salle, la Universidad Iberoamericana y SABES; estas instituciones son esenciales para el avance del conocimiento y la formación de nuevos talentos.

b. Recursos intangibles faltantes y áreas de oportunidad

En términos de vinculación y transversalidad, existe una oportunidad significativa para mejorar la conexión entre los diversos actores y disciplinas que componen el ecosistema. La ejecución y el desarrollo de proyectos y programas pueden ser más eficaces y responder mejor a las necesidades del sector.

La protección del sector primario frente al avance de otras industrias y la expansión de la mancha urbana es una preocupación latente. Se busca limitar el crecimiento urbano descontrolado para preservar los recursos agrícolas y promover procesos gubernamentales más ágiles que permitan una mejor respuesta a las necesidades del sector.

La implementación de tecnología y la autosuficiencia alimentaria son vistos como ejes prioritarios, junto con la democratización de la información y un acceso más simplificado a las normativas y regulaciones. La creación de una cultura de innovación y una mayor cultura financiera también se identifican como necesidades críticas.

Es fundamental establecer una mejor regulación de la oferta y demanda local, garantizar la seguridad y fomentar programas que incentiven a los jóvenes a integrarse al ramo agrícola. La expansión de especialidades en centros de capacitación para satisfacer la demanda actual, así como el fomento de una conciencia ambiental son aspectos cruciales para el desarrollo sostenible.

Por último, la normativa ejidal y los incentivos para el comercio local requieren atención para garantizar que las comunidades rurales y los pequeños productores puedan beneficiarse y contribuir efectivamente al ecosistema agro biotecnológico de León. Estos recursos intangibles son la base sobre la cual se puede construir un sector más innovador, inclusivo y sostenible.

5. Identificación de fuentes de fondeo presentes

En el ecosistema agro biotecnológico de León, los recursos financieros representan un eje central para su desarrollo y sostenibilidad. A través de diversas modalidades de financiamiento, los participantes del sector pueden acceder a los fondos necesarios para impulsar sus proyectos e innovaciones. En la identificación de estos recursos se destacan varias categorías de fondeo, desde apoyos gubernamentales hasta inversiones privadas.

- a. Recursos financieros presentes y disponibles en el ecosistema agro biotecnológico de León
  - i. Grants o subvenciones: El Fondo Guanajuato e Idea Guanajuato surgen como iniciativas estatales de apoyo directo a emprendedores y empresas que buscan mejorar su competitividad. La Secretaría de Desarrollo Agroalimentario y Rural del Estado de Guanajuato (SDAyR) ofrece recursos destinados a potenciar el sector agroalimentario, mientras que FIMA y el Ayuntamiento también proveen subvenciones para distintos tipos de proyectos. La SDAyR complementa esos esfuerzos con programas enfocados en el desarrollo rural.
  - ii. Deuda con Bancos o instituciones crediticias: instituciones como BanBajío, Banorte, Coppel, Banco Azteca y Caja Popular Mexicana representan las principales fuentes de financiamiento bancario. Estas instituciones financieras ofrecen créditos adaptados a las necesidades del sector, permitiendo a los agricultores y empresas agro biotecnológicas la posibilidad de invertir en tecnología, infraestructura y expansión.
  - iii. Incubadoras: los Parques de Innovación y CONACYT brindan un apoyo fundamental para las startups y emprendimientos emergentes, no solo con capital sino también con mentoría y asesoría técnica para el desarrollo de proyectos viables y sostenibles.
  - iv. Aceleradoras: instituciones educativas como la Universidad La Salle, el Tecnológico de Monterrey y la Universidad Iberoamericana (Ibero) junto con Agrobioteg y Pro empleo, proporcionan programas de aceleración que fomentan el crecimiento acelerado de empresas a través de financiamiento, redes de contacto y desarrollo de habilidades empresariales.
  - v. Microfinanzas: Fondos específicos para jóvenes y esquemas de financiamiento para proveedores son ejemplos de microfinanzas que permiten a los pequeños emprendedores y agricultores acceder a recursos para sus operaciones y proyectos a pequeña escala.
  - vi. Inversión de impacto: La Kirchner Impact Foundation y Atta Impact Capital son ejemplos de entidades que invierten en empresas y proyectos que buscan generar un impacto social positivo, alineándose con los objetivos de desarrollo sostenible y de mejora en el sector agro biotecnológico de León.
  - vii. Ángeles inversionistas / Private Equity: Empresarios locales, como los de "Quesos la Puerta", se han convertido en inversionistas

clave, proporcionando no sólo capital sino también experiencia y redes de contacto que son vitales para el crecimiento y la innovación en el ecosistema.

Es crucial destacar que la falta de fondeo es uno de los problemas más apremiantes dentro del ecosistema. Los participantes del taller identifican esta área como un punto crítico de dolor que, si se resuelve, podría catalizar un avance significativo en el ecosistema. La disponibilidad de recursos financieros adecuados y a tiempo es vital para la supervivencia y el crecimiento de las empresas y proyectos en el ecosistema agro biotecnológico de León. Al abordar este desafío, se podría desbloquear el potencial latente y acelerar la transformación hacia un sector más dinámico, innovador y productivo.

6. Identificación de conexiones existentes y faltantes entre distintos elementos del ecosistema

Una vez identificados los elementos dentro del ecosistema agro biotecnológico se realizó una discusión profunda acerca de las conexiones entre los elementos del ecosistema, algunas de las principales conclusiones fueron:

- a. Identificación de elementos y conectividad en el ecosistema

El ecosistema agro biotecnológico de León, en su estado actual, muestra una vasta gama de elementos que componen su estructura orgánica. Una discusión detallada y analítica entre los participantes del taller reveló que la conectividad entre estos elementos es subóptima. Se identificó que la red de interconexiones no solo está lejos de alcanzar su máximo potencial, sino que existe un desconocimiento significativo entre los actores sobre la totalidad de recursos y capacidades disponibles dentro del propio ecosistema.

- b. Necesidad de colaboración e intercambio de conocimientos

La colaboración entre los distintos actores es esencial y debe fundamentarse en un intercambio de conocimientos y en la formación de relaciones mutuamente beneficiosas. Los líderes empresariales reconocen cada vez más que pensar en términos de ecosistema es crucial. La colaboración dentro del ecosistema no solo propicia la innovación, sino que fortalece la resiliencia de este ante eventos disruptivos futuros, generando un bien colectivo que redunde en beneficios individuales.

- c. Desafíos en la colaboración del ecosistema

La colaboración exitosa en un ecosistema agro biotecnológico requiere habilidades específicas, ya que, a diferencia de los modelos tradicionales, en un ecosistema se cocrea sin que exista una autoridad central que dicte las reglas del juego. Para fomentar un compromiso genuino entre los socios, se deben responder preguntas fundamentales:

- ¿Cómo construimos nuestra colaboración y compartimos el valor generado?
- ¿Cómo se integran las diferentes actividades de las distintas organizaciones?
- ¿Qué organización y procedimientos deberán adaptarse para acoger las prácticas de los demás?

d. Falta de interconectividad en el ecosistema agro biotecnológico de León

La insuficiente interconectividad es un problema palpable en el ecosistema agro biotecnológico de León. Aunque en toda colaboración del ecosistema hay al menos una organización que asume el liderazgo, ser líder no implica ser el mejor orquestador. El orquestador ideal debe:

- Ser considerado un miembro esencial del ecosistema y controlar recursos críticos para su viabilidad.
- Ocupar una posición central con fuertes interdependencias con otros actores, y una alta capacidad y necesidad de coordinación efectiva.
- Ser percibido como un socio justo o neutral por los demás miembros, y no como una amenaza competitiva.
- Ser probablemente el jugador con mayores beneficios netos del ecosistema y, por tanto, con una alta capacidad para asumir las inversiones iniciales grandes.

e. Replanteamiento del modelo de operación y colaboración

El replanteamiento de cómo operamos es imperativo. La competencia, aunque necesaria para el crecimiento, no es el único modo de operación; los modelos colaborativos pueden superar a los puramente competitivos. Comprender cuándo y cómo integrar estos enfoques aparentemente opuestos podría ser la clave del éxito en un mundo complejo y en constante cambio.

La colaboración es también crítica para abordar problemas globales como el cambio climático, donde la conjunción de tecnologías como las plataformas en la nube y las capacidades de *blockchain* de Azure

han permitido un seguimiento del carbono preciso y a prueba de manipulaciones.

Para cosechar completamente los beneficios de la colaboración, las empresas deben implementar modelos de negocios de ecosistema de manera efectiva, lo cual no se logra de la noche a la mañana. Estas prácticas deben estar arraigadas en la cultura organizacional.

f. Perspectiva futura y llamado a la acción

Los líderes empresariales que buscan aprovechar las tecnologías emergentes, superar al mercado y abordar cuestiones sociales urgentes deben subirse al tren de los ecosistemas. El futuro de la competencia es la colaboración. Si logramos conectar mejor los elementos dentro de León, se potenciará el ecosistema en su conjunto y servirá de modelo para toda la región. La tarea que tenemos por delante no solo es valiosa, sino también urgente y requiere una acción coordinada y decidida por parte de todos los actores involucrados.

Tras evaluar meticulosamente los insumos y retroalimentaciones de los participantes en el taller, hemos desarrollado una serie de recomendaciones estratégicas para programas que podrían impulsar significativamente el ecosistema agro biotecnológico de León. Estas sugerencias están directamente alineadas con las necesidades expresadas por los actores involucrados y buscan abordar los desafíos y oportunidades identificados en las distintas áreas de recursos materiales, humanos, inmateriales y financieros. A continuación, se desglosan estas recomendaciones en las secciones venideras del plan, asegurándonos de proporcionar un esquema detallado para la implementación y el seguimiento de cada programa propuesto.

## Formulación de propuestas y recomendaciones

### 1.1.1. Líneas estratégicas

Tras un exhaustivo proceso de talleres y entrevistas en comunidades rurales del municipio de León, hemos llegado a una conclusión integral sobre los factores críticos que actualmente limitan la optimización del ecosistema agro biotecnológico. Identificamos cuatro líneas estratégicas de acción que, de ser atendidas, podrían catalizar significativamente el crecimiento y desarrollo del sector: capacitación, financiamiento, resiliencia e interconexión.

#### **1.1.1.1. Capacitación**

La formación y actualización de habilidades es un pilar fundamental para el avance de cualquier industria. Los participantes del ecosistema han reconocido una carencia en la capacitación y extensión que les permita producir con mayor eficiencia y calidad. En particular, señalan la necesidad de programas de formación que además de abordar las técnicas de producción más avanzadas, también incluyan estrategias de comercialización y ventas. El conocimiento especializado en estas áreas es esencial para que productores y emprendedores maximicen sus rendimientos y posicionar mejor sus productos en el mercado.

#### **1.1.1.2. Financiamiento**

El acceso a recursos financieros adecuados es un obstáculo significativo para los agricultores y empresarios del sector. Existe una demanda clara por opciones de financiamiento que permitan la adquisición de tecnología avanzada y la implementación de prácticas innovadoras en el campo de la agro biotecnología. Inversiones en equipamiento y tecnología no solo incrementarían la producción, sino que también mejorarían la calidad del producto y aspecto cada vez más demandado en los mercados locales e internacionales.

#### **1.1.1.3. Resiliencia**

Frente a los retos impuestos por el cambio climático y las condiciones climáticas cada vez más desafiantes en el centro de México, se hace patente la necesidad de desarrollar programas que ayuden a los agricultores y productores agrícolas a estar mejor preparados. Estos programas deben enfocarse en estrategias para gestionar eficientemente los recursos hídricos, técnicas para mitigar los efectos de la sequía, y métodos de cultivo que sean resilientes ante variaciones climáticas extremas. La implementación de prácticas agrícolas sostenibles y el uso de tecnologías avanzadas para la predicción y adaptación a condiciones climáticas adversas son vitales. Estos esfuerzos no solo aumentarán la capacidad de los productores para enfrentar los desafíos del clima, sino que también contribuirán a la sostenibilidad a largo plazo del ecosistema agro biotecnológico en la región.

#### **1.1.1.4. Interconexión**

Finalmente, resalta la necesidad de crear espacios y programas de encuentro que faciliten la interacción y colaboración entre los distintos actores del ecosistema. La creación de redes es vital para el intercambio de conocimiento, experiencias y recursos. Se identifica la urgencia de establecer puntos de conexión que fomenten alianzas estratégicas y cooperación transversal entre académicos, empresarios, productores y entidades gubernamentales.

Con base en estas conclusiones, es imperativo centrar las políticas y estrategias futuras en diseñar e implementar soluciones concretas que aborden estas líneas.

## 1.1.2. Objetivos estratégicos

Basados en estas líneas estratégicas se identificaron los siguientes objetivos estratégicos para este PLAN ESTRATÉGICO PARA LA ARTICULACIÓN DEL ECOSISTEMA AGRO BIOTECNOLÓGICO DE LEÓN, con base a la identificación de necesidades previamente citadas y en alineamiento con los Objetivos, Estrategias y Acciones correspondientes al Plan Municipal de Desarrollo León 2045 a continuación citados:

### 1.1.2.1. Capacitación

Plan Municipal de Desarrollo de León 2045

#### Piedra Angular: Territorio Sustentable y Ciudad Resiliente

**Pilar: Acceso y sostenibilidad del agua, con una sociedad sensible para su uso y cuidado**

Objetivo: Garantizar el acceso eficiente al agua, asequible en cantidad y calidad, requerida para los sectores doméstico, industrial, comercial, servicios y agrícola

**Estrategia: Corresponsabilidad en el aseguramiento del recurso**

**Acciones:**

Aumentar la superficie agrícola de riego tecnificado y agricultura protegida para el mejor aprovechamiento del recurso; reducir la vulnerabilidad en la extracción de pozos agrícolas y fomentar el uso de agua tratada para aumentar la seguridad alimentaria

CATEGORIA

PROYECTO DE GRAN VISIÓN

#### Piedra Angular: Economía Competitiva y Sostenible

**Pilar: Desarrollo rural sustentable**

Objetivo: Aumentar la productividad y la eficiencia del sector agroalimentario, consolidando un modelo de desarrollo rural sostenible, incluyente y articulado

**Estrategia: Fortalecimiento del sector agroalimentario y del abasto local**

**Acciones:**

Desarrollar alternativas innovadoras de producción y comercialización alimentaria con carácter estratégico en materia agrícola y ganadera

CATEGORIA

PROYECTO DE GRAN VISIÓN

Fomentar prácticas agroecológicas que aumenten la cantidad de materia orgánica en los suelos

PRIORIDAD MEDIA

Orientar a productores agropecuarios en distintos modelos de negocio, financiamiento y la articulación del sector

PRIORIDAD MEDIA

Impulsar la transferencia de tecnología e investigación, para la incorporación de técnicas de cultivo acordes con los distintos productos y condiciones físicas y naturales

PRIORIDAD MEDIA

Desarrollar un parque agroindustrial y tecnológico en el sur del municipio con capacidad de generar, procesar y empacar productos agrícolas

PRIORIDAD MEDIA

<b>Estrategia: Consolidación económica de los polos de desarrollo rural</b>	
<b>Acciones:</b>	<b>CATEGORIA</b>
Desarrollar sistemas de producción y cultivo con enfoque sustentable en los Polos Rurales Agrícolas	ACCIÓN DE ALTA PRIORIDAD

**Pilar: Entorno para el emprendimiento y la innovación**

**Objetivo: Fomentar la inversión en la innovación, el desarrollo tecnológico y el emprendimiento como ente principal de competitividad**

<b>Estrategia: Desarrollo e innovación empresarial</b>	
<b>Acciones:</b>	<b>CATEGORIA</b>
Impulsar a micro empresas tradicionales para articular las cadenas productivas de pequeñas y medianas empresas	PRIORIDAD MEDIA
Incentivar la educación continua y profesional en habilidades digitales de la fuerza laboral y directiva para la transformación de las MIPyMES	PRIORIDAD MEDIA

Promover la implementación e integración de las tecnologías en los procesos de producción y trabajo remoto en las MIPyMES	ACCIÓN DE ALTA PRIORIDAD
Fomentar la adopción de nuevas tecnologías para la diversificación, modernización y automatización de procesos productivos, así como para el comercio y la prestación de servicios	PRIORIDAD MEDIA

<b>Estrategia: Fortalecimiento del ecosistema emprendedor</b>	
<b>Acciones:</b>	<b>CATEGORIA</b>
Consolidar el ecosistema de emprendimiento e innovación de la iniciativa privada de sectores tradicionales y de alto impacto	ACCIÓN DE ALTA PRIORIDAD
Desarrollar programas de pasantía y capacitación para el emprendimiento, con énfasis en las juventudes	PRIORIDAD MEDIA
Promover el emprendimiento social y de economía circular mediante un fondo de apoyo para la diversificación oportuna de productos y servicios	PRIORIDAD MEDIA
Apoyar y acompañar el proceso de emprendimiento desde las fases de ideación, contenido y prototipado hasta las fases de vinculación e incubación, con énfasis en las juventudes	PRIORIDAD MEDIA
Desarrollar modelos ágiles de apertura e implementación de empresas, con procesos de formalización económica gradual de acuerdo con su nivel de consolidación	PRIORIDAD MEDIA



## Piedra Angular: Sociedad Incluyente

### Pilar: Educación equitativa, pertinente y de calidad

Objetivo: Promover el aprendizaje equitativo, pertinente y de calidad a lo largo de la vida

#### Estrategia: Formación continua para la vida y el trabajo

##### Acciones:

Promover la oferta educativa no escolarizada que responda a los cambios tecnológicos y demanda de los modelos de empleo del futuro

CATEGORIA

ACCIÓN DE ALTA PRIORIDAD

Fomentar alianzas con organizaciones de la sociedad civil que ofrecen educación no formal y capacitación para el trabajo

PRIORIDAD MEDIA

Promover la vinculación con la academia y centros de investigación para diseñar e implementar programas de desarrollo de habilidades, capacidades técnicas y profesionales

PRIORIDAD MEDIA

Fortalecer y promover los esquemas de capacitación y formación dual en el municipio, impulsados principalmente con el sector empresarial

PRIORIDAD MEDIA

Desarrollar y promover el acceso a plataformas en línea de fomento al conocimiento, que funja como un centro de acceso a la oferta de capacitación de contenidos educativos y de formación

PRIORIDAD MEDIA

## Piedra Angular: Nuevo Modelo de Gobernanza

### Pilar: Co-creación: colaboración y participación ciudadana

Objetivo: Generar canales de innovación pública y social para el involucramiento efectivo de la ciudadanía y de las juventudes, en el proceso de cambio y en la toma de decisiones de interés colectivo

#### Estrategia: Articulación y fortalecimiento de las organizaciones de la sociedad civil

##### Acciones:

Diseñar e impulsar programas de profesionalización y formalización de las organizaciones de la sociedad civil con orientaciones para la diversificación de sus ingresos

CATEGORIA

PRIORIDAD MEDIA

### 1.1.2.2. Financiamiento

## Plan Municipal de Desarrollo de León 2045

## Piedra Angular: Economía Competitiva y Sostenible

### Pilar: Desarrollo rural sustentable

Objetivo: Aumentar la productividad y la eficiencia del sector agroalimentario, consolidando un modelo de desarrollo rural sostenible, incluyente y articulado

#### Estrategia: Fortalecimiento del sector agroalimentario y del abasto local

##### Acciones:

Orientar a productores agropecuarios en distintos modelos de negocio, financiamiento y la articulación del sector

CATEGORIA

PRIORIDAD MEDIA

#### Estrategia: Consolidación económica de los polos de desarrollo rural

##### Acciones:

Promover la diversificación económica y productiva de los Polos Rurales Mixtos, con actividades que sean compatibles con su entorno y que estén asociadas con la economía y el turismo de León

CATEGORIA

PRIORIDAD MEDIA

## Pilar: Entorno para el emprendimiento y la innovación

Objetivo: Fomentar la inversión en la innovación, el desarrollo tecnológico y el emprendimiento como ente principal de competitividad

### Estrategia: Desarrollo e innovación empresarial

#### Acciones:

Impulsar a micro empresas tradicionales para articular las cadenas productivas de pequeñas y medianas empresas

CATEGORIA

PRIORIDAD  
MEDIA

Incentivar la educación continua y profesional en habilidades digitales de la fuerza laboral y directiva para la transformación de las MIPYMES

PRIORIDAD  
MEDIA

Promover la implementación e integración de las tecnologías en los procesos de producción y trabajo remoto en las MIPYMES

ACCIÓN DE ALTA  
PRIORIDAD

Fomentar la adopción de nuevas tecnologías para la diversificación, modernización y automatización de procesos productivos, así como para el comercio y la prestación de servicios

PRIORIDAD  
MEDIA

### Estrategia: Fortalecimiento del ecosistema emprendedor

#### Acciones:

Apoyar y acompañar el proceso de emprendimiento desde las fases de ideación, contenido y prototipado hasta las fases de vinculación e incubación, con énfasis en las juventudes

CATEGORIA

PRIORIDAD  
MEDIA

Desarrollar modelos ágiles de apertura e implementación de empresas, con procesos de formalización económica gradual de acuerdo con su nivel de consolidación

PRIORIDAD  
MEDIA



## Pilar: Fortalecimiento de sectores estratégicos y de la economía local

Objetivo: Impulsar los sectores que muestran un alto potencial de desarrollo favoreciendo la diversificación y el fortalecimiento de la economía local

### Estrategia: Consolidación de nuevas vocaciones

#### Acciones:

Generar sinergias entre gobierno-academia-empresas, para impulsar la investigación y desarrollo de los sectores estratégicos hacia la transformación y diversificación de la cadena de valor de estos sectores

CATEGORIA

PRIORIDAD  
MEDIA

Impulsar la renovación y transformación de sectores con potencial de crecimiento, fomentando la inversión en el desarrollo de las capacidades humanas, desarrollo de tecnologías y procesos productivos

PRIORIDAD  
MEDIA



### 1.1.2.3. Resiliencia

## Plan Municipal de Desarrollo de León 2045

### Piedra Angular: Economía Competitiva y Sostenible

#### Pilar: Desarrollo rural sustentable

Objetivo: Aumentar la productividad y la eficiencia del sector agroalimentario, consolidando un modelo de desarrollo rural sostenible, incluyente y articulado

Estrategia: Fortalecimiento del sector agroalimentario y del abasto local

Acciones:

Fomentar prácticas agroecológicas que aumenten la cantidad de materia orgánica en los suelos

CATEGORIA

PRIORIDAD  
MEDIA

Estrategia: Consolidación económica de los polos de desarrollo rural

Acciones:

Desarrollar sistemas de producción y cultivo con enfoque sustentable en los Polos Rurales Agrícolas

CATEGORIA

ACCIÓN DE ALTA  
PRIORIDAD

### Piedra Angular: Territorio Sustentable y Ciudad Resiliente

#### Pilar: Acceso y sostenibilidad del agua, con una sociedad sensible para su uso y cuidado

Objetivo: Garantizar el acceso eficiente al agua, asequible en cantidad y calidad, requerida para los sectores doméstico, industrial, comercial, servicios y agrícola

Estrategia: Accesibilidad al agua para todos

Acciones:

Explorar nuevas fuentes alternas como la infiltración, captación de agua de lluvia e intercambio de agua tratada y agrícola, para asegurar el abastecimiento de agua potable y el aprovechamiento sostenible del recurso hídrico

PROYECTO DE  
GRAN VISIÓN

Impulsar e implementar el Plan Maestro de Desarrollo Hidráulico Municipal a través de los ejes estratégicos de agua potable y alcantarillado, tratamiento, reúso pluvial e hidrometeorología

PRIORIDAD  
MEDIA

Estrategia: Corresponsabilidad en el aseguramiento del recurso

Acciones:

Aumentar la superficie agrícola de riego tecnificado y agricultura protegida para el mejor aprovechamiento del recurso; reducir la vulnerabilidad en la extracción de pozos agrícolas y fomentar el uso de agua tratada para aumentar la seguridad alimentaria

CATEGORIA

PROYECTO DE  
GRAN VISIÓN

#### Pilar: Sustentabilidad ante el cambio climático

Objetivo: Aprovechar de manera racional y sustentable los recursos naturales a favor de la mitigación y adaptación ante el cambio climático

Estrategia: Conservación y regeneración de los recursos naturales

Acciones:

Regenerar los suelos de vocación agrícola para crear ecosistemas sustentables que permitan una mayor resiliencia de los agricultores contra los desajustes climáticos

CATEGORIA

PRIORIDAD  
MEDIA

**Estrategia: Generación, producción y almacenamiento de eco energías**

**Acciones:**

Generar estímulos para el sector agroalimentario e incentivos para la implementación y el uso de la agricultura regenerativa mediante la plantación de cultivos de cobertura, el uso de la agricultura de conservación, plantación de pastos perennes y manejo holístico del ganado en agostaderos

CATEGORIA

PROYECTO DE GRAN VISIÓN

**Pilar: Gestión integral de residuos sólidos urbanos**

Objetivo: Consolidar el modelo para la gestión y manejo integral de los residuos sólidos, desde su recolección hasta su disposición final

**Estrategia: Reducción y reciclaje de residuos**

**Acciones:**

Crear políticas públicas que incentiven a la población a la separación de residuos orgánicos para crear composta y nutrir los suelos de la zona rural

CATEGORIA

PRIORIDAD MEDIA

### 1.1.2.4. Interconexión

## Plan Municipal de Desarrollo de León 2045

### Piedra Angular: Economía Competitiva y Sostenible

**Pilar: Desarrollo rural sustentable**

Objetivo: Aumentar la productividad y la eficiencia del sector agroalimentario, consolidando un modelo de desarrollo rural sostenible, incluyente y articulado

**Estrategia: Fortalecimiento del sector agroalimentario y del abasto local**

**Acciones:**

Impulsar la transferencia de tecnología e investigación, para la incorporación de técnicas de cultivo acordes con los distintos productos y condiciones físicas y naturales

CATEGORIA

PRIORIDAD MEDIA

Modernizar y ampliar el sistema de centros de abasto y promover su articulación con mercados públicos y centros de comercialización rural para promover el consumo local

PROYECTO DE GRAN VISIÓN

**Estrategia: Fortalecimiento del ecosistema emprendedor**

**Acciones:**

Desarrollar programas de pasantía y capacitación para el emprendimiento, con énfasis en las juventudes

CATEGORIA

PRIORIDAD MEDIA

### 1.1.3. Líneas de acción

Dentro de cada línea estratégica se cita las siguientes líneas específicas de acción propuestas:

#### 1.1.3.1. Capacitación

Curso "BioInnova: Diseñando el futuro de la Tierra"

Curso intensivo de inmersión diseñado para estudiantes universitarios con miras a descubrir el potencial oculto en el vasto campo de la

agricultura. A lo largo de dos fines de semana dinámicos, los participantes descubrirán cómo sus habilidades únicas pueden catalizar la innovación en el sector agrícola y agro biotecnológico, enfrentar retos globales y generar un impacto positivo en el mundo sin importar sus antecedentes previos o área de estudio. Desde la exploración de tecnologías revolucionarias hasta el desarrollo de proyectos emprendedores sostenibles, los estudiantes se embarcarán en un viaje de aprendizaje interdisciplinario, culminando con la creación de soluciones reales para la seguridad alimentaria y el desarrollo sostenible. Este curso no solo pretende inspirar una nueva ola de talento hacia la agroindustria, sino también equipar a los jóvenes con la visión y las herramientas necesarias para convertirse en líderes transformadores en la esfera agro biotecnológica.

Curso "BioMarket: Tendencias, marketing de nicho y estrategias en línea de comercialización para agricultores"

Taller dinámico de dos días diseñado para dotar a agricultores y emprendedores agrícolas con las últimas tendencias en marketing de nicho, estrategias directas al consumidor y plataformas de venta en línea. Este curso ofrece una guía para aprovechar nuevas oportunidades de mercado, entender las tendencias de los consumidores y establecer una presencia en línea potente para expandir el alcance e incrementar las ventas. Los asistentes saldrán con estrategias aplicables para posicionar y comercializar eficazmente sus productos en el mercado digital actual.

### **1.1.3.2. Financiamiento**

Curso: "BioFondeo: Preparación para el fondeo"

Este programa se enfocaría en proporcionar a los agricultores y emprendedores las habilidades y conocimientos necesarios para preparar sus proyectos para el fondeo por múltiples fuentes. Incluiría talleres sobre desarrollo de planes de negocios, educación financiera y requisitos legales para la solicitud de fondos. El objetivo sería asegurar que cuando estas personas se acerquen a bancos, fondos gubernamentales o inversionistas, tengan propuestas sólidas y comprendan las expectativas de los organismos fondeadores.

Base de datos integral de fuentes de fondeo

Se establecería una plataforma digital con información actualizada sobre opciones de crédito disponibles de cajas populares, bancos locales y subvenciones gubernamentales. La plataforma ofrecería herramientas de búsqueda para conectar a agricultores y emprendedores con las mejores opciones de financiamiento para sus necesidades específicas y ayudarles a navegar los procesos de solicitud. Esta base se mantendría con

Programa: "Ferias de encuentros financieros"

Organizar eventos periódicos donde los agricultores y emprendedores biotecnológicos puedan conocer diversas ofertas crediticias y de fondeo por parte de bancos, cajas populares y fondos gubernamentales. Estas ferias también incluirían sesiones sobre cómo crear solicitudes efectivas y negociaciones, proporcionando una plataforma para el *networking* e interacción directa con posibles financiadores.

Programa: "Asesoría y pre-vinculación de fondeo"

Este programa proporcionaría a los agricultores y emprendedores una revisión y asesoría antes de presentar sus solicitudes de crédito o financiamiento. Este servicio suele ser brindado por empresas intermediarias que cuentan con un equipo de asesores con experiencia en financiamiento agrícola y biotecnológico y ayudarían a preparar y perfeccionar las solicitudes de crédito, asegurándose de que se cumplan todos los requisitos necesarios y que la documentación esté completa y correctamente presentada. Esto incluiría la verificación de planes de negocio, proyecciones financieras, permisos legales, y cualquier otro requisito solicitado por bancos, cajas populares o entidades de financiamiento gubernamental. El objetivo es facilitar la "pre-certificación" de las solicitudes de crédito, aumentando significativamente las posibilidades de aprobación al presentar una solicitud completamente formada y verificada previamente.

### **1.1.3.3. Resiliencia**

Curso "BioTech: Capacitación para agricultores en prácticas agrícolas modernas"

Este curso práctico y aplicado está diseñado para agricultores rurales, ofreciendo una inmersión profunda en las tecnologías y tendencias agrícolas de vanguardia que pueden revolucionar las operaciones de cultivo. Durante dos fines de semana los participantes aprenderán cómo integrar herramientas y técnicas modernas en las prácticas agrícolas tradicionales, mejorando la productividad, sostenibilidad y rentabilidad. Desde la agricultura de precisión hasta la irrigación inteligente y más allá, "BioTech" no es solo una experiencia de aprendizaje, es un movimiento de

empoderamiento hacia una comunidad agrícola más eficiente y productiva.

Curso: "BioResiliencia: Estrategias climáticamente inteligentes para una agricultura sostenible"

Este curso intensivo de un día está diseñado para proporcionar a los agricultores técnicas prácticas de agricultura climáticamente inteligente para mejorar la resiliencia de sus granjas ante el cambio climático, sequías y otros eventos extremos ambientales o sociales. El curso tiene como objetivo empoderar a los participantes con el conocimiento y las herramientas necesarias para asegurar su producción y contribuir a la seguridad alimentaria de la región.

Programa: "Parcelas innovadoras: Vitrina de avances agroindustriales"

El programa es una iniciativa colaborativa en la que se invita a empresas locales, nacionales e internacionales a participar en la creación de un espacio vivo de demostración y aprendizaje. El programa tiene como objetivo exhibir las últimas innovaciones en productos, tecnologías y técnicas agrícolas, con un enfoque en la mejora de la eficiencia, la sustentabilidad y la productividad agrícola. A cada empresa participante se le asigna una parcela dentro de un campo agrícola designado donde pueden cultivar sus propios productos utilizando sus tecnologías y técnicas más avanzadas. Estas empresas son responsables del mantenimiento y cuidado de sus parcelas, asegurando así que las demostraciones reflejen el potencial real de sus ofertas.

Cumbre de innovación agro biotecnológica de León

Convocar anualmente a agricultores, biotecnólogos, emprendedores, inversores y políticos de la región para compartir conocimientos, exhibir innovaciones y explorar oportunidades colaborativas. La cumbre contará con discursos magistrales, talleres, presentaciones de innovaciones y sesiones estructuradas de *networking* que fomenten la formación de asociaciones y proyectos conjuntos

#### **1.1.3.4. Interconexión**

Clúster agro biotecnológico León

Formar un clúster para vincular a los distintos actores del sector biotecnológico agrícola, incluyendo instituciones educativas, compañías, centros de investigación y entidades gubernamentales. Este clúster buscará alinear objetivos estratégicos, compartir recursos y promocionar a la región como centro de excelencia en biotecnología agrícola.

## Sesiones trimestrales de *networking* agro biotecnológico

Llevar a cabo eventos de *networking* de manera regular donde profesionales del ámbito agro biotecnológico puedan encontrarse en un ambiente distendido para intercambiar ideas, solicitar consejos y establecer nuevos contactos. Estos eventos pueden realizarse en diversos puntos de León e incluir ponentes invitados o sesiones de pitch para resaltar las innovaciones locales.

## Programa de mentoría agro biotecnológica

Conectar a las empresas de agro biotecnología emergentes y ya establecidas con mentores con experiencia en áreas relacionadas. Estos mentores brindarán guía sobre desarrollo empresarial, innovación tecnológica y cómo navegar los desafíos regulatorios, incentivando la transferencia de conocimientos y apoyando el crecimiento de los *startups* en el área agro biotecnológica.

## Asociaciones educativas agro biotecnológicas

Establecer alianzas con universidades y escuelas técnicas de la localidad para integrar desafíos reales de agro biotecnología en sus programas educativos, proporcionando a los estudiantes experiencia práctica en la resolución de problemas de la industria. Estas iniciativas podrían abarcar pasantías, proyectos de investigación conjuntos y competencias de innovación que alienten a los estudiantes a desarrollar soluciones para las empresas agro biotecnológicas del área.

De acuerdo con el modelo de priorización propuesto por La Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) para la identificación de prioridades de las estrategias de desarrollo productivo territorial, se realizó una tabla en donde se priorizan cada una de las líneas de acción sugeridas para este plan integral.

Líneas estratégicas	Línea de acción	Prioridad	Tipo de iniciativa
Resiliencia	Curso "BioTech: Capacitación para Agricultores en Prácticas Agrícolas Modernas"	Urgente	Acción
Financiamiento	Curso: "BioFondeo: Preparación para el fondeo"	Urgente	Acción
Financiamiento	Base de Datos Integral de fuentes de fondeo	Urgente	Proyecto

Financiamiento	Programa: "Asesoría y Pre-Vinculación de FONDEO"	<i>Urgente</i>	Proyecto
Interconexión	Cluster Agro biotecnológico León	<i>Urgente</i>	Medida
Capacitación	Curso "BioMarket: Tendencias, Marketing de Nicho y Estrategias en Línea de comercialización para Agricultores"	<i>Importante</i>	Acción
Resiliencia	Curso: "BioResiliencia: Estrategias Climáticamente Inteligentes para una Agricultura Sostenible"	<i>Importante</i>	Acción
Resiliencia	Programa: "Parcelas Innovadoras: Vitrina de Avances Agroindustriales"	<i>Importante</i>	Proyecto
Financiamiento	Programa: "Ferias de Encuentros Financieros"	<i>Importante</i>	Acción
Resiliencia	Cumbre de Innovación agro biotecnológica de León:	<i>Importante</i>	Acción
Interconexión	Sesiones trimestrales de <i>Networking</i> agro biotecnológico	<i>Importante</i>	Acción
Capacitación	Curso "BioInnova: Diseñando el Futuro de la Tierra"	<i>Complementaria</i>	Acción
Interconexión	Programa de mentoría agro biotecnológica	<i>Complementaria</i>	Proyecto
Interconexión	Asociaciones educativas agro biotecnológicas	<i>Complementaria</i>	Proyecto

**Tabla 10.** Líneas estratégicas de acción propuestas para catalizar significativamente el crecimiento y desarrollo del sector.

## Diseño de modelo educativo y competencias funcionales de BIONODO

### 1.1.4. Identificación de las necesidades de formación y profesionalización de la comunidad rural

Con los procesos anteriormente descritos se ha identificado como necesidad de la comunidad rural influyente en el BIONODO la formación relacionada principalmente con la producción y venta.

La formación y profesionalización enfocada en el eslabón de la cadena de valor agro biotecnológica es necesaria para obtener productos de mayor calidad y de forma más eficiente, originado de la aplicación y beneficio de técnicas de producción avanzadas y prácticas innovadoras. Además de la formación en el manejo de estas técnicas, se requiere la capacitación en búsqueda y solicitud de

financiamientos y entidades de apoyo que faciliten la adquisición del equipamiento necesario y la capacitación en sí misma. Para cubrir esta necesidad se deben poner a disposición cursos y programas como los anteriormente propuestos:

- Curso "BioTech: capacitación para agricultores en prácticas agrícolas modernas"
- Curso: "BioResiliencia: estrategias climáticamente inteligentes para una agricultura sostenible"
- Curso: "BioFondeo: preparación para el fondeo"
- Programa: "asesoría y previnculación de fondeo"

Por otro lado, también es importante la formación referente al eslabón de ventas, ya que los conocimientos en estrategias de comercialización y venta son generalmente obtenidos de forma empírica, quedando rezagados frente a las estrategias actuales, que incluyen desde el aprovechamiento del internet y la explotación de los recursos digitales, hasta reconocer y adaptarse a las tendencias del mercado. Para ello, es ineludible el apoyo de cursos y programas como:

- Curso "BioMarket: tendencias, marketing de nicho y estrategias en línea de comercialización para agricultores"
- Programa: "asesoría y previnculación de fondeo"

La capacidad de crecimiento de la comunidad en el ámbito agro biotecnológico se verá favorecida al complementar con la profesionalización de los miembros interesados, la cual puede ser a través de las instituciones y carreras afines mencionadas en la sección 2.3.2 y demás disponibles en el municipio o sus alrededores, que deberán ser promovidas en la comunidad y facilitar la información para el ingreso a dichos programas.

Estas posibilidades educativas deben ser promovidas a nivel municipal con el objetivo principal de fortalecer la participación y la formación de los integrantes de la comunidad. Así mismo, la capacitación continua incrementará las probabilidades de involucramiento en proyectos y actividades formativas, permitiendo a la comunidad consolidar sus funciones y convertirse en protagonista en las decisiones locales que conlleven al crecimiento propio y municipal en el área agro biotecnológica.

### **1.1.5. Identificación de las necesidades de personal y capital humano de las unidades económicas**

Para implementar y sostener efectivamente el plan que incluye Capacitación, Financiamiento, Resiliencia e Interconexión en el sector agro biotecnológico de León, es esencial un equipo multidisciplinario de profesionales. Profundizando en los roles mencionados anteriormente, podemos detallar las contribuciones específicas y las calificaciones requeridas para cada perfil:

#### **1.1.5.1. Educadores y formadores en agro biotecnología**

Expertos en técnicas agrícolas modernas y tecnologías, con una sólida base en conocimiento teórico y aplicaciones prácticas. Deben tener experiencia en educación para adultos y desarrollo de habilidades, capaces de diseñar y dictar programas de capacitación accesibles para personas con diferentes niveles educativos. Su rol implica mantenerse al día con los últimos desarrollos en agro-biotecnología y traducirlos en conocimientos y habilidades aplicables para agricultores y trabajadores agrícolas.

#### **1.1.5.2. Expertos financieros y especialistas en microfinanzas**

Profesionales con un profundo entendimiento de las necesidades financieras y desafíos únicos del sector agrícola. Responsables de desarrollar modelos de financiamiento innovadores, como microcréditos, subsidios y ayudas, específicamente adaptados para pequeñas y medianas empresas agrícolas. Su experiencia en evaluación de riesgos, estructuración de préstamos y comprensión de la dinámica del mercado agrícola será crucial para hacer los servicios financieros más accesibles para los agricultores.

#### **1.1.5.3. Científicos climáticos y agrónomos**

Con el creciente impacto del cambio climático, estos individuos juegan un papel vital para la viabilidad del ecosistema. Deben poseer experiencia en prácticas agrícolas sostenibles, ciencia del suelo, gestión de recursos hídricos y estrategias de adaptación al clima. Su tarea implica realizar investigaciones, desarrollar guías y asesorar a los agricultores sobre cómo implementar técnicas de cultivo resilientes adaptables a patrones climáticos cambiantes y condiciones ambientales.

#### **1.1.5.4. Expertos en tecnología e innovación**

Individuos expertos en los últimos desarrollos en tecnología agrícola, como aplicaciones IoT, tecnología de drones, agricultura de precisión y biotecnología. Deben tener la capacidad de evaluar la practicidad de nuevas tecnologías en

contextos agrícolas locales y ayudar en la integración de estas innovaciones en las prácticas agrícolas existentes, impulsando así la eficiencia y productividad.

#### **1.1.5.5. Tomadores de decisiones en políticas públicas y funcionarios gubernamentales**

Estos individuos juegan un papel fundamental en la creación de un marco regulatorio de apoyo. Necesitan tener un conocimiento profundo del sector agrícola, junto con percepciones sobre cómo las políticas pueden impactar el crecimiento económico, la sostenibilidad y el bienestar social. Sus responsabilidades incluyen redactar e implementar políticas, asegurar financiamiento y garantizar que el ambiente legal y regulatorio sea propicio para el crecimiento del ecosistema agro biotecnológico.

#### **1.1.5.6. Líderes comunitarios y representantes de agricultores**

Esenciales para cerrar la brecha entre la planificación de alto nivel y la implementación en el campo. Estos representantes proporcionan perspectivas sobre los desafíos y oportunidades reales dentro de las comunidades agrícolas. Deben tener fuertes habilidades de comunicación y una profunda conexión con sus comunidades, lo que les permite movilizar apoyo, recopilar comentarios y asegurar que las iniciativas estén alineadas con las necesidades y capacidades de los agricultores locales.

#### **1.1.5.7. Consultores en negocios**

Estos profesionales deben tener experiencia en identificar oportunidades de mercado, desarrollar planes de negocio y crear modelos de negocio sostenibles para productos agrícolas. Juegan un papel crucial en la comercialización de innovaciones, guiando a *startups* y empresas establecidas en el sector agro biotecnológico y ayudándoles a navegar las complejidades del mercado.

#### **1.1.5.8. Facilitadores de redes y colaboración**

Su rol principal es construir y mantener redes entre diversos actores, incluyendo instituciones académicas, organismos de investigación, agencias gubernamentales y actores del sector privado. Deben poseer fuertes habilidades interpersonales y diplomáticas, fomentando entornos de colaboración y beneficio mutuo.

#### **1.1.5.9. Profesionales de marketing y ventas**

Con conocimientos en investigación de mercado, comportamiento del consumidor y marketing digital, estas personas ayudan a identificar tendencias de mercado, desarrollar estrategias de marketing efectivas y crear marcas que

resuenen con los públicos objetivo. Juegan un papel crucial en asegurar que los productos agrícolas estén posicionados competitivamente tanto en mercados locales como internacionales.

Cada uno de los roles mencionados desempeña una función esencial, contribuyendo significativamente al éxito y la sostenibilidad del ecosistema agrobiotecnológico de León. Estos perfiles, al trabajar en conjunto, asegurarán no sólo la viabilidad económica y el avance tecnológico del sector, sino también su capacidad para adaptarse y prosperar en un entorno desafiante, marcado por cambios ambientales rápidos y un mercado global en constante evolución.

### 1.1.6. Identificación de aliados académicos y de formación para generar los programas educativos correspondientes

Líneas estratégicas	Línea de acción	Potenciales líderes, interesados y aliados
Resiliencia	Curso "BioTech: Capacitación para Agricultores en Prácticas Agrícolas Modernas"	Universidades públicas y privadas con actividades relevantes en el área agro biotecnológica y centros de extensionismo gubernamental (SDAyR y SADER)
Financiamiento	Curso: "BioFondeo: Preparación para el fondeo"	Banco mercantil con actividades de capacitación
Financiamiento	Base de Datos Integral de fuentes de fondeo	Empresas de gestoría de créditos al avío y refaccionarios con enfoque agrícola
Financiamiento	Programa: "Asesoría y Pre-Vinculación de Fondeo"	Empresas de gestoría de créditos al avío y refaccionarios con enfoque agrícola
Interconexión	Clúster Agro biotecnológico León	Actores relevantes del ecosistema agroalimentario de León, incluyendo iniciativa privada, pública y academia
Capacitación	Curso "BioMarket: Tendencias, Marketing de Nicho y Estrategias en Línea de comercialización para Agricultores"	Universidades públicas y privadas con actividades relevantes en al área de mercadotecnia y comercio
Resiliencia	Curso: "BioResiliencia: Estrategias Climáticamente Inteligentes para una Agricultura Sostenible"	Universidades públicas y privadas con actividades relevantes en al área agro biotecnológica y

Líneas estratégicas	Línea de acción	Potenciales líderes, interesados y aliados
		centros de extensionismo gubernamental (SDAyR y SADER)
Resiliencia	Programa: "Parcelas Innovadoras: Vitrina de Avances Agroindustriales"	Empresas de insumos y tecnología agrícolas
Financiamiento	Programa: "Ferias de Encuentros Financieros"	Empresas de fondeo con enfoque agrícola y fondos gubernamentales (FIRA, Fondos Guanajuato)
Resiliencia	Cumbre de Innovación agro biotecnológica de León:	Actores relevantes del ecosistema agroalimentario de León, incluyendo iniciativa privada, pública y academia
Interconexión	Sesiones trimestrales de <i>Networking</i> agro biotecnológico	Actores relevantes del ecosistema agroalimentario de León, incluyendo iniciativa privada, pública y academia
Capacitación	Curso "BioInnova: Diseñando el Futuro de la Tierra"	Universidades públicas y privadas con actividades relevantes en al área agro biotecnológica
Interconexión	Programa de mentoría agro biotecnológica	Emprendedores en etapas tempranas, Actores relevantes del ecosistema agroalimentario de León, incluyendo iniciativa privada, pública y academia
Interconexión	Asociaciones educativas agro biotecnológicas	Universidades públicas y privadas con actividades relevantes en al área agro biotecnológica, Emprendedores en etapas tempranas, Actores relevantes del ecosistema agroalimentario de León, incluyendo iniciativa privada, pública y academia

**Tabla 11.** Potenciales líderes, interesados y aliados para desarrollar las líneas estratégicas de acción propuestas

### 1.1.7. **Benchmarking de los centros regionales de referencia**

Las diferencias potenciales de BIONODO en comparación con otros centros regionales de referencia como el Parque de Innovación del Tecnológico de

Monterrey, Parque de Innovación de la Universidad La Salle y Parque Tecnológico Innovación Querétaro incluyen:

Enfoque especializado en sostenibilidad agrícola y agricultura

Énfasis único de BIONODO en abordar desafíos globales en sostenibilidad agrícola, como el cambio climático y la escasez de recursos hídricos con interés en producción primaria.

Enfoque holístico

Su estrategia integral que combina tecnología avanzada con conocimiento experto puede ofrecer soluciones innovadoras específicamente adaptadas a la agricultura.

Metodología adaptativa e iterativa

El enfoque de BIONODO en el aprendizaje continuo y la adaptabilidad asegura que sus soluciones permanezcan relevantes y efectivas en el campo de tecnología agrícola en rápida evolución.

Perspectiva global

Con una misión orientada hacia el avance agrícola global, BIONODO podría ofrecer implicaciones más amplias para la eficiencia, resiliencia y sostenibilidad en la agricultura mundial.

Estos aspectos posicionan a BIONODO como un modelo pionero para abordar los desafíos agrícolas del siglo XXI, ofreciendo soluciones más especializadas en este sector en comparación con los enfoques más amplios de los otros centros.

## Desarrollo de una propuesta de programa de trabajo multianual

El lanzamiento del BIONODO puede surgir como una respuesta vital a los desafíos contemporáneos que enfrenta la sostenibilidad agrícola. En un contexto global donde la escasez de recursos, el cambio climático y la creciente demanda de alimentos plantean amenazas sin precedentes, este centro se posiciona como un faro de esperanza y transformación. Al redefinir las prácticas agrícolas con enfoques y soluciones modernas, el plan quinquenal del centro destaca por su compromiso con la innovación y la adaptabilidad.

Este plan no es solo un conjunto de objetivos y estrategias; representa una profunda dedicación a remodelar y mejorar la agricultura tal como la conocemos. Con un fundamento basado en análisis exhaustivos y diagnósticos meticulosos, el plan abraza una fusión de tecnología avanzada y conocimientos expertos, amalgamando estos elementos con colaboraciones estratégicas. Estas alianzas, que abarcan desde instituciones académicas hasta entidades gubernamentales y sectores privados, son cruciales para infundir nuevas perspectivas y recursos en el sector agrícola.

El centro no solo buscará mejorar las prácticas agrícolas actuales, sino que también se enfocará en asegurar un futuro sostenible para la agricultura. Este objetivo se persigue a través de un enfoque iterativo y colaborativo, enfatizando la importancia de la adaptabilidad y el aprendizaje continuo. Al establecer un ciclo de retroalimentación constante, donde los programas y estrategias se evalúan y refinan regularmente, el centro se compromete a generar un impacto duradero y significativo. Esta metodología no solo garantiza la relevancia y efectividad de las soluciones implementadas, sino que también asegura que el centro permanezca a la vanguardia de la innovación agrícola.

En resumen, el BIONODO se erige como un modelo pionero para el avance global de la agricultura. Su enfoque holístico y su compromiso con la sostenibilidad representan un cambio paradigmático en cómo abordamos los retos agrícolas del siglo XXI, prometiendo no solo mejorar la eficiencia y productividad, sino también fortalecer la resiliencia, rentabilidad y sostenibilidad del sector agrícola a nivel mundial.

## **Plan multianual para la articulación del ecosistema agro biotecnológico de León (BIONODO)**

### **Año 1: Fundación y lanzamiento**

Formación de alianzas estratégicas

- Establecer alianzas con universidades locales, organismos gubernamentales, empresas agrícolas y organizaciones internacionales.
- Firmar Memorandos de Entendimiento (MoUs) y acuerdos para formalizar colaboraciones.

Transferencia inicial de tecnología y programas piloto

- Identificar tecnologías clave que puedan ser adoptadas inmediatamente en prácticas agrícolas locales.
- Implementar programas piloto para probar estas tecnologías en granjas seleccionadas.

Lanzamiento de los cursos "BioInnova" y "BioMarket"

- Desarrollar e iniciar las primeras sesiones de estos cursos, enfocándose en la participación de estudiantes y agricultores.

Monitorear y evaluar los cursos para retroalimentación y mejora.

Construcción del marco de apoyo público

- Involucrar a las agencias gubernamentales para asegurar financiamiento y apoyo a las actividades del centro.
- Desarrollar una base de datos de fuentes de financiamiento e iniciar el curso "BioFondeo".

Iniciativa de compromiso comunitario

- Realizar talleres y seminarios para fomentar la innovación y creatividad entre las comunidades locales.

Establecimiento de mecanismos de monitoreo y evaluación

- Establecer indicadores clave de rendimiento (KPIs) y mecanismos de retroalimentación para todos los programas.

## **Año 2: Expansión y profundización de programas**

Adopción de tecnología mejorada

- Escalar programas piloto de tecnología exitosos.
- Iniciar nuevos proyectos de transferencia de tecnología basados en los resultados del Año 1.

Segunda iteración de cursos con mejoras

- Refinar y relanzar los cursos "BioInnova" y "BioMarket" basados en la retroalimentación del año anterior.
- Explorar ofertas adicionales de cursos basadas en necesidades identificadas.

Desarrollo de proyectos productivos

- Lanzar proyectos específicos con un enfoque en innovación y sostenibilidad en la agricultura.
- Proporcionar apoyo y recursos a emprendedores y agricultores para el desarrollo de proyectos.

Programas de creación de empleo y desarrollo de habilidades

- Iniciar programas orientados a la creación de empleo y mejora de habilidades en el sector agrícola.

Fortalecimiento de alianzas estratégicas

- Fortalecer alianzas existentes y establecer nuevas colaboraciones, particularmente para tecnología e innovación.

## **Año 3: Consolidación e integración comunitaria**

Integración total de tecnología

- Implementar soluciones tecnológicas en una gama más amplia de prácticas agrícolas.
- Facilitar el acceso de los agricultores a tecnologías agrícolas modernas.

Cursos y talleres avanzados

- Ofrecer módulos avanzados en los cursos "BioInnova" y "BioMarket".

- Iniciar talleres especializados para diferentes segmentos de la comunidad agrícola.
- Maximización del apoyo público y programas
- Mejorar la utilización de fondos públicos, subvenciones y recursos.
  - Organizar eventos "Ferias de encuentros financieros" a mayor escala.
- Escalado de proyectos productivos
- Escalar proyectos exitosos de las fases iniciales.
  - Proporcionar apoyo y recursos adicionales para la expansión de proyectos.
- Enfoque en el empleo
- Revisar los resultados de empleo y ajustar estrategias para la creación de trabajo.

#### **Año 4: Innovación y crecimiento sostenible**

- Vitrinas de Innovación
- Organizar un evento importante "Cumbre de innovación agro biotecnológica de León".
  - Mostrar proyectos y tecnologías exitosas en la cumbre.
- Ampliación de iniciativas educativas
- Expandir programas educativos para incluir temas más diversos y grupos de participantes.
  - Desarrollar programas conjuntos con instituciones educativas.
- Adopción de tecnología avanzada
- Centrarse en tecnologías avanzadas como IA, IoT y agricultura de precisión.
  - Realizar sesiones de capacitación para la utilización de tecnología avanzada.
- Fortalecimiento de alianzas estratégicas
- Aprovechar alianzas para mayores oportunidades de innovación y financiamiento.
  - Enfocarse en colaboraciones internacionales para un impacto más amplio.

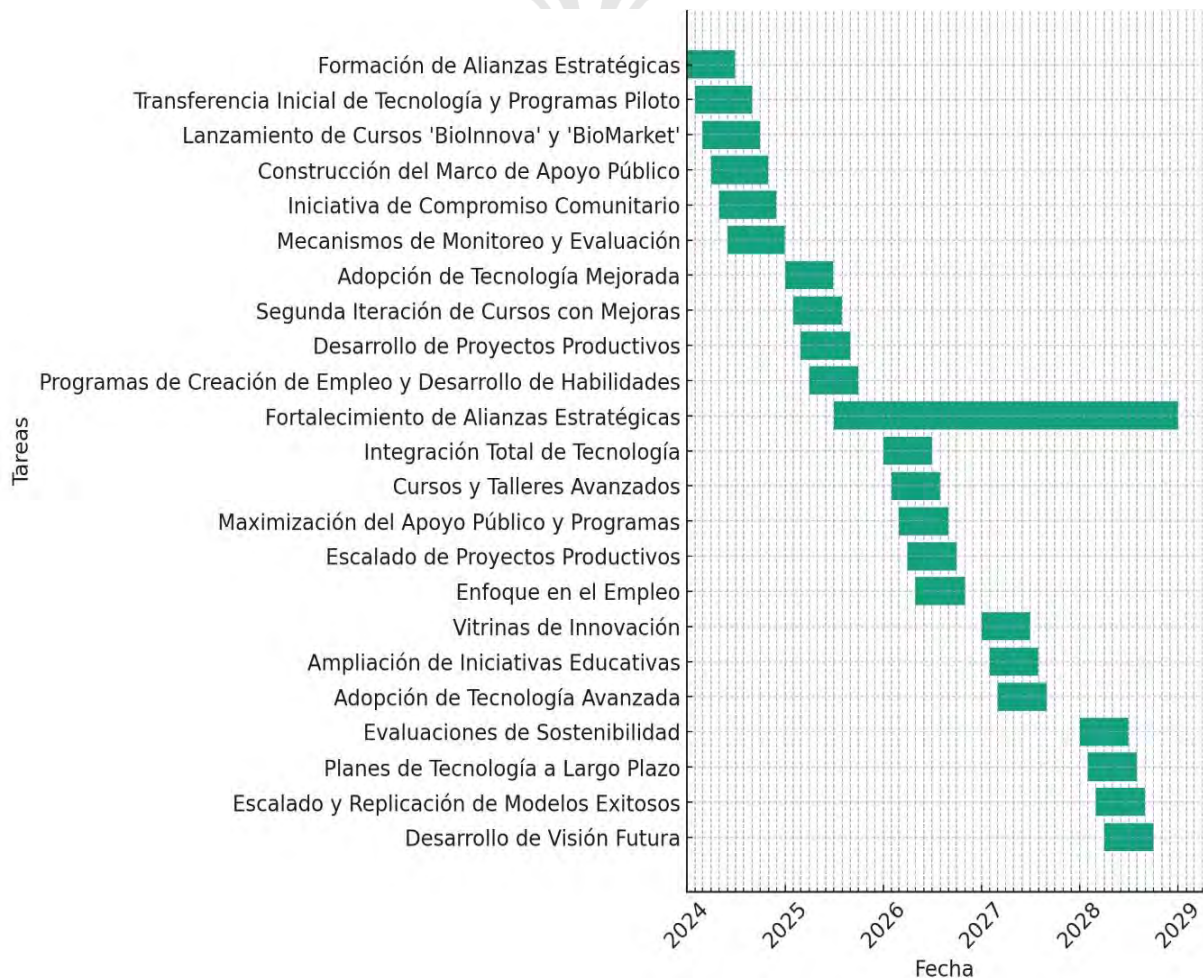
#### **Año 5: Sostenibilidad y planificación futura**

- Evaluaciones de sostenibilidad
- Realizar evaluaciones exhaustivas de todos los programas para la sostenibilidad.
  - Implementar estrategias para la sostenibilidad ambiental, económica y social en todos los proyectos.
- Planes de tecnología a largo plazo
- Desarrollar planes a largo plazo para la adaptación y adopción continua de tecnología.
  - Planificar futuros avances tecnológicos y su integración.
- Escalado y replicación de modelos exitosos

- Identificar modelos y estrategias exitosas para su replicación en otras regiones o contextos.
  - Expandir el alcance de influencia del Centro de Innovación.
- Desarrollo de visión futura
- Desarrollar un plan de 10 años basado en los resultados y aprendizajes de los primeros 5 años.
  - Explorar nuevas áreas de crecimiento e innovación en la agricultura.

A lo largo de estos cinco años, el monitoreo continuo, la recolección de retroalimentación y la mejora iterativa de todos los programas serán cruciales. Este enfoque por fases permite construir una base sólida en los primeros años y progresivamente enfocarse en la expansión, consolidación y sostenibilidad, asegurando el impacto y éxito a largo plazo del BIONODO.

### Plan de articulación del ecosistema agro biotecnológico de León (BIONODO) (2024-2028)



## 1. Alianzas estratégicas

La formación de alianzas estratégicas es un pilar fundamental en el plan de 5 años para el desarrollo del BIONODO. Estas colaboraciones serán esenciales para impulsar la innovación en el sector agrícola, integrando conocimientos, tecnología y recursos de diversas fuentes.

### a. Modelos de asociación

#### *Entidades privadas*

Las alianzas con empresas privadas se basarán en modelos de colaboración mutuamente beneficiosos. Estas asociaciones se enfocarán en el intercambio de tecnología, financiamiento de proyectos de investigación y desarrollo, y la creación de oportunidades de prácticas y empleo para estudiantes y profesionales. Las empresas aportarán experiencia en tecnologías avanzadas y gestión de mercado, mientras que el centro proporcionará conocimiento técnico y acceso a nuevas investigaciones y talento emergente.

#### *Universidades públicas*

Las colaboraciones con universidades públicas se centrarán en la investigación conjunta y el intercambio de conocimientos. Estas alianzas permitirán el acceso a laboratorios, recursos de investigación y una amplia base de talento académico. Las universidades participarán activamente en el desarrollo de programas para los cursos ofrecidos por el centro, garantizando que la enseñanza esté alineada con las últimas tendencias y descubrimientos en el campo de la agricultura.

### b. Compromiso de los interesados

#### *Sector privado*

Las empresas del sector agrícola y tecnológico desempeñarán un papel crucial en la aplicación práctica de las innovaciones. Proveen recursos financieros y técnicos para pilotar nuevas tecnologías en entornos reales. Además, participarán en programas de mentoría, ofreciendo su experiencia en negocios y tecnología a los emprendedores emergentes del centro.

#### *Universidades públicas*

Los académicos y estudiantes de universidades públicas serán partícipes activos en proyectos de investigación. Los académicos aportarán su experiencia en áreas específicas de la agricultura, mientras que los

estudiantes tendrán la oportunidad de participar en proyectos de investigación aplicada, proporcionando una valiosa experiencia práctica.

#### *Otros interesados*

Gobiernos locales y nacionales, organizaciones no gubernamentales (ONG) y la comunidad agrícola local también serán parte integral de estas alianzas. Los gobiernos podrán facilitar políticas y regulaciones favorables, además de proporcionar apoyo financiero. Las ONG jugarán un papel importante en la sensibilización sobre prácticas agrícolas sostenibles y en la movilización de la comunidad. Los agricultores locales serán tanto beneficiarios como colaboradores clave, proporcionando retroalimentación directa sobre la aplicabilidad y eficacia de las nuevas tecnologías y prácticas.

### **c. Gestión de alianzas**

La gestión eficaz de estas alianzas requerirá un enfoque coordinado y transparente. Se establecerán comités de dirección conjuntos para cada alianza, compuestos por representantes de todas las entidades involucradas. Estos comités serán responsables de establecer objetivos claros, asignar recursos y supervisar el progreso de las colaboraciones. Además, se realizarán reuniones regulares para evaluar el avance, resolver desafíos y adaptar estrategias según sea necesario.

El establecimiento y mantenimiento de estas alianzas estratégicas será fundamental para el éxito del BIONODO. A través de estos esfuerzos colaborativos, el centro se convertirá en un catalizador de innovación y sostenibilidad en la agricultura, beneficiando no solo a la comunidad local, sino también contribuyendo a la transformación agrícola a nivel global. El sistema de alianzas estratégicas establece un marco sólido para el intercambio de conocimientos, recursos y experiencias, asegurando un impacto significativo y duradero en el mundo de la agricultura moderna.

## **2. Transferencia y adopción de tecnología**

La transferencia y adopción de tecnología son aspectos críticos en el plan de 5 años para el BIONODO. Esta sección se centra en cómo identificar, adaptar e implementar tecnologías agrícolas de vanguardia, y en la formación de asociaciones con empresas tecnológicas e instituciones de investigación.

## **a. Estrategias para la identificación y adaptación de tecnología**

### Evaluación de necesidades y tendencias

El primer paso en la identificación de tecnologías relevantes es realizar una evaluación exhaustiva de las necesidades actuales y futuras de la agricultura. Esto incluye el análisis de tendencias emergentes, desafíos climáticos y ambientales, y las demandas específicas del mercado agrícola. Esta evaluación será una colaboración entre expertos del centro, académicos y representantes del sector agrícola.

### Colaboración con Institutos de investigación

Establecer colaboraciones con instituciones de investigación líderes para acceder a las últimas innovaciones en agricultura. Estas alianzas permitirán la adquisición de nuevas tecnologías y conocimientos, y facilitarán la realización de proyectos de investigación conjunta.

### Programas de prueba y adaptación

Se desarrollarán programas de prueba para evaluar la viabilidad y efectividad de las tecnologías seleccionadas en condiciones locales. Esto incluirá adaptaciones específicas para asegurar que la tecnología sea adecuada para el contexto agrícola específico de la región.

## **b. Asociaciones con empresas tecnológicas**

### Asociaciones para la transferencia de tecnología

Se formarán asociaciones estratégicas con empresas tecnológicas líderes. Estas colaboraciones no solo facilitarán la transferencia de tecnologías avanzadas al sector agrícola, sino que también permitirán el intercambio de conocimientos y habilidades entre los profesionales del centro y las empresas.

### Desarrollo conjunto de soluciones

Se buscará el trabajo en conjunto con empresas tecnológicas para desarrollar soluciones personalizadas que aborden los desafíos específicos de la agricultura local. Estas soluciones pueden incluir desde sistemas de riego inteligentes hasta drones para la gestión de cultivos y tecnologías de agricultura de precisión.

## **c. Implementación y adopción de tecnología**

### Programas de capacitación y sensibilización

Se implementarán programas de capacitación para agricultores y personal del centro, enfocándonos en el uso y mantenimiento de las nuevas tecnologías. Estos programas también se enfocarán en la sensibilización sobre los beneficios de adoptar prácticas agrícolas tecnológicamente avanzadas.

Monitoreo y evaluación continua

Es necesario establecer mecanismos de monitoreo y evaluación para seguir el progreso y el impacto de las tecnologías adoptadas. Esto incluirá la recopilación de retroalimentación de los usuarios y la adaptación continua de las tecnologías para maximizar su eficacia y eficiencia.

La estrategia de transferencia y adopción de tecnología en el BIONODO está diseñada para ser dinámica y adaptable, asegurando que las tecnologías más avanzadas y relevantes sean accesibles para la comunidad agrícola. A través de una combinación de colaboraciones estratégicas, programas de prueba y adaptación, y un fuerte enfoque en la capacitación y el desarrollo, el centro está posicionado para liderar una revolución tecnológica en la agricultura, brindando soluciones sostenibles y efectivas para los desafíos del presente y del futuro.

#### **d. Desarrollo de actividades que detonen la creatividad e innovación en etapas tempranas para jóvenes y población en general**

El BIONODO implementará una estrategia integral de cinco años destinada a fomentar la creatividad y la innovación en la agricultura, con un enfoque especial en la juventud y la población en general. Esta estrategia incluirá iniciativas como "BioInnova" y talleres comunitarios, diseñados para involucrar y estimular mentes jóvenes y adultos en la innovación agrícola.

### **3. Involucramiento juvenil**

Iniciativa "BioInnova"

"BioInnova" será un programa emblemático en BIONODO, orientado a captar el interés de los jóvenes en la innovación agrícola. Este programa ofrecerá talleres, competencias y programas de mentoría, donde los jóvenes podrán aprender sobre las últimas tecnologías y tendencias en agricultura. La iniciativa buscará inspirar y equipar a los jóvenes con las habilidades y el conocimiento necesario para contribuir a la agricultura del futuro.

Programas educativos en escuelas y universidades

BIONODO establecerá colaboraciones con escuelas y universidades para integrar módulos de agricultura innovadora en sus currículos. Estos programas educativos estarán diseñados para despertar el interés en la agricultura desde una edad temprana y fomentar un enfoque práctico hacia la solución de problemas agrícolas.

#### **4. Talleres comunitarios**

Fomento de la resolución creativa de problemas

Se organizarán talleres comunitarios para incentivar la resolución creativa de problemas en la agricultura. Estos talleres estarán abiertos a agricultores, empresarios y al público en general, y se centrarán en temas como la agricultura sostenible, la tecnología agrícola y la gestión de recursos.

Colaboraciones con expertos y líderes del sector

Los talleres contarán con la participación de expertos y líderes del sector agrícola, quienes compartirán sus conocimientos y experiencias. Esto proporcionará una plataforma para el intercambio de ideas y la generación de soluciones innovadoras a los desafíos agrícolas.

#### **5. Fomento de una cultura de innovación**

Creación de espacios de innovación

BIONODO desarrollará espacios dedicados a la innovación, donde individuos y grupos podrán colaborar, experimentar y desarrollar nuevas ideas. Estos espacios estarán equipados con recursos y tecnología de vanguardia, facilitando un entorno propicio para la creatividad.

Eventos y competencias de innovación

Se organizarán eventos y competencias regulares para promover la innovación en la agricultura. Estos eventos ofrecerán oportunidades para que individuos y equipos presenten soluciones innovadoras a problemas agrícolas reales, fomentando así un espíritu competitivo y colaborativo.

La estrategia de BIONODO para fomentar la creatividad y la innovación en la agricultura se centrará en involucrar activamente a la juventud y a la comunidad en general a través de programas educativos, talleres y espacios de innovación. Esta estrategia no sólo promoverá el desarrollo de nuevas soluciones para los desafíos agrícolas, sino que también contribuirá a la formación de una nueva generación de innovadores y líderes en el sector agrícola. La combinación de educación, participación comunitaria y espacios de colaboración asegurará que BIONODO se convierta en un catalizador para el cambio y la innovación en la agricultura a nivel local y global.

**a. Integrar los esfuerzos previos encaminados a detonar la innovación en el campo, como resultados de proyectos demostrativos u otras iniciativas de carácter similar**

El BIONODO desarrollará una estrategia integral de 5 años centrada en la integración de esfuerzos previos dirigidos a fomentar la innovación en la agricultura. Esta estrategia se basará en la continuidad y mejora de proyectos demostrativos y otras iniciativas similares. Los estudios de casos de proyectos exitosos pasados servirán como valiosas fuentes de aprendizaje y orientación.

## **6. Continuación y mejora de proyectos demostrativos**

Identificación de proyectos relevantes

Se llevará a cabo un análisis exhaustivo de proyectos demostrativos previos relacionados con la innovación agrícola. Se identificarán proyectos que estén alineados con los objetivos actuales del centro.

Incorporación de mejoras

Los proyectos seleccionados serán sometidos a una evaluación detallada para identificar áreas de mejora para implementar mejoras significativas en estos proyectos, incluyendo la incorporación de tecnologías de vanguardia y mejores prácticas agrícolas.

Escalado de proyectos exitosos

Si se identifican proyectos demostrativos que hayan tenido un impacto positivo, se buscará comunicarlos para llegar a un público más amplio. Esto podría implicar la expansión geográfica o la replicación del modelo en otras regiones.

## 7. Estudios de casos de proyectos exitosos pasados

### Documentación y análisis

Se llevarán a cabo estudios de casos completos sobre proyectos pasados que hayan logrado un éxito notable en la promoción de la innovación agrícola. Estos estudios documentarán lecciones aprendidas, desafíos superados y estrategias efectivas empleadas.

### Aplicación del conocimiento

Las lecciones aprendidas de los estudios de casos se aplicarán en la planificación y ejecución de proyectos futuros. Esto garantizará que las mejores prácticas identificadas se integren de manera sistemática en las actividades del centro.

#### a. ANNIT: una innovación local en avicultura

##### Introducción a ANNIT

Al reconocer como innovador y prometedor el proyecto de avicultura tecnificada ANNIT, desarrollado localmente en León, se buscará su adaptación como parte integral del proyecto del BIONODO. Este sistema ha demostrado el potencial para aumentar significativamente la producción avícola, agregar valor a los productos avícolas y apoyar a las familias locales.

##### Integración de ANNIT

BIONODO colaborará con los desarrolladores de ANNIT para integrar este innovador sistema de avicultura en sus programas e iniciativas. Esto implica brindar soporte técnico, capacitación y recursos para permitir que más agricultores adopten el sistema ANNIT.

#### b. Verde Compacto: agricultura vertical para una producción de alimentos controlada

##### Introducción a Verde Compacto

Se reconoce el sistema Verde Compacto, una solución de agricultura vertical que permite una producción de alimentos controlada. Este sistema representa un enfoque innovador desarrollado localmente para la agricultura, ofreciendo un control preciso sobre las condiciones de cultivo.

##### Implementación de Verde Compacto

BIONODO explorará colaboraciones y alianzas para implementar el sistema *Hípster* de Verde Compacto dentro de sus iniciativas. Este sistema se utilizará para demostrar los beneficios de la agricultura vertical y garantizar la producción de alimentos con un alto control y eficiencia.

La estrategia futura de BIONODO para integrar esfuerzos previos en la innovación agrícola abarca la continuidad y mejora de proyectos demostrativos, estudios de casos detallados sobre iniciativas exitosas pasadas y la incorporación de innovaciones desarrolladas localmente como ANNIT y Verde Compacto. Al construir sobre estas bases, BIONODO tiene como objetivo impulsar la innovación en la agricultura, mejorar la producción de alimentos y empoderar a las comunidades locales en León y más allá.

## 8. Proyectos productivos

El BIONODO llevará a cabo una estrategia de 5 años centrada en el desarrollo de proyectos productivos en el campo agrícola. Esta estrategia abarca desde la concepción de nuevas ideas de proyectos hasta su implementación exitosa. Además, se ofrecerán mecanismos de apoyo financiero, técnico y educativo para respaldar estos proyectos.

### a. Desarrollo de proyectos

Pasos para la concepción de ideas

Se fomentará la generación de nuevas ideas de proyectos agrícolas a través de la colaboración con agricultores, emprendedores y expertos en el campo. Se establecerán procesos para identificar oportunidades y necesidades en la agricultura local.

Evaluación de viabilidad

Cada idea de proyecto será sometida a una evaluación exhaustiva para determinar su viabilidad técnica, económica y social. Los proyectos que demuestren un potencial significativo serán seleccionados para su desarrollo.

Planificación detallada

Se elaborarán planes detallados para los proyectos seleccionados, incluyendo cronogramas, presupuestos y recursos necesarios. La planificación también considerará la sostenibilidad y el impacto ambiental de los proyectos.

## Implementación eficiente

El personal del BIONODO supervisará de cerca la implementación de los proyectos, asegurando que se lleven a cabo de manera eficiente y de acuerdo con los planes establecidos. Se brindará apoyo técnico para superar desafíos que puedan surgir durante la implementación.

### **b. Mecanismos de apoyo**

#### Apoyo financiero

El BIONODO podrá facilitar el acceso a financiamiento para proyectos agrícolas a través de alianzas con instituciones financieras y programas de subvenciones. Se proporcionarán orientación y asesoramiento para la obtención de fondos (Curso BioFondeo y Programa "Asesoría y Pre-Vinculación de Fondeo).

#### Apoyo técnico

Los proyectos recibirán asistencia técnica de expertos en agricultura y tecnología agrícola. Esto incluirá capacitación en nuevas técnicas y tecnologías, así como la resolución de problemas técnicos específicos (Programa de mentoría agro biotecnológica).

#### Apoyo educativo

Se ofrecerán programas educativos y de capacitación para los equipos de proyecto, brindándoles las habilidades necesarias para gestionar y operar sus proyectos de manera efectiva (Curso BioTech).

#### Evaluación continua

BIONODO llevará a cabo una evaluación continua de los proyectos en desarrollo, brindando retroalimentación y ajustando los planes según sea necesario. La retroalimentación de los agricultores y la comunidad será fundamental en este proceso.

La estrategia de BIONODO para el desarrollo de proyectos productivos en el sector agrícola busca impulsar la innovación y el crecimiento sostenible. A través de la concepción, planificación e implementación efectiva de proyectos, respaldados por mecanismos de apoyo integral, se espera que estos proyectos contribuyan al fortalecimiento de la agricultura local y al bienestar de las comunidades agrícolas en León y más allá.

## 9. Empleo

BIONODO desarrollará una estrategia de 5 años enfocada en el empleo en el ámbito agrícola. Esta estrategia se centrará en analizar cómo las posibles iniciativas de BIONODO pueden impactar en el mercado laboral y en el desarrollo de programas de formación y capacitación para preparar una fuerza laboral altamente competente.

### a. Impacto en el mercado laboral

Evaluación de la generación de empleo

En este escenario, BIONODO llevaría a cabo una evaluación exhaustiva para determinar el potencial de creación de empleo a través de sus proyectos y programas. Se identificarán áreas específicas en la agricultura que podrían experimentar un aumento en la demanda de empleo como resultado de las acciones del BIONODO.

Diversificación de oportunidades de empleo

Se buscará ampliar y diversificar las oportunidades de empleo en el sector agrícola, garantizando que personas de diversos géneros, edades y antecedentes tengan acceso hipotético a empleos en áreas como la tecnología agrícola, la gestión de proyectos y la producción agrícola.

Supervisión continua

BIONODO establecerá sistemas de seguimiento y supervisión para evaluar constantemente el impacto en el empleo. Esto permitiría realizar ajustes y mejoras en función de la dinámica hipotética del mercado laboral local.

### b. Programas de desarrollo de competencias

Capacitación especializada

BIONODO podrá implementar programas de capacitación especializada para equipar a la fuerza laboral con las habilidades necesarias para aprovechar las oportunidades de empleo en la agricultura moderna. Esto incluiría la formación en tecnologías agrícolas avanzadas, gestión de proyectos y emprendimiento agrícola.

Educación continua

Se fomentará la educación continua y el aprendizaje a lo largo de toda la vida, brindando a los trabajadores agrícolas la oportunidad de mejorar y actualizar sus habilidades a medida que evoluciona la industria.

Enfoque en la comunidad

BIONODO colaboraría estrechamente con las comunidades locales para identificar las necesidades específicas de desarrollo de competencias y adaptar los programas en consecuencia.

La estrategia de BIONODO centrada en el empleo no solo buscaría crear empleos en el sector agrícola, sino también elevar la calidad de dichos empleos mediante el desarrollo de competencias. El análisis del impacto en el mercado laboral y los programas de formación contribuirían a fortalecer la fuerza laboral agrícola y a mejorar hipotéticamente las perspectivas de empleo en León y sus alrededores.

## 10. Apoyos y programas públicos

Dentro del marco de la estrategia del BIONODO, el acceso a apoyos y programas públicos desempeña un papel crucial en el éxito de las iniciativas agrícolas. A continuación, se detalla cómo se navegará y aprovechará los recursos públicos, así como su colaboración con organismos gubernamentales para obtener apoyo político y financiero.

### a. Navegación y aprovechamiento de recursos públicos

Identificación de fuentes de financiamiento público

BIONODO llevará a cabo una identificación exhaustiva de las fuentes de financiamiento público disponibles a nivel local, estatal y federal. Esto incluirá la exploración de subvenciones, fondos de inversión y programas de apoyo gubernamental relacionados con la agricultura y la innovación.

Acceso a subvenciones y programas de financiamiento

BIONODO trabajará en la presentación de propuestas y solicitudes de financiamiento público, asegurando el cumplimiento de los requisitos y regulaciones establecidos por las autoridades correspondientes. Se establecerán equipos dedicados para la gestión de solicitudes y la ejecución de proyectos financiados por el sector público.

Gestión eficiente de recursos públicos

BIONODO se comprometerá a una gestión eficiente y transparente de los recursos públicos obtenidos, garantizando su uso óptimo para el beneficio de las iniciativas agrícolas y la comunidad en general.

## **b. Colaboración con organismos gubernamentales**

### Apoyo político y estratégico

BIONODO establecerá colaboraciones estratégicas con organismos gubernamentales a nivel local y estatal. Esto incluirá la promoción de políticas favorables a la agricultura sostenible y la innovación agrícola. Se buscará el apoyo político para garantizar un entorno propicio para el desarrollo de proyectos agrícolas.

### Obtención de fondos gubernamentales

BIONODO explorará oportunidades para asegurar fondos gubernamentales destinados a iniciativas agrícolas. Se establecerán diálogos constantes con las autoridades pertinentes para negociar acuerdos de financiamiento y colaboración.

### Alianzas estratégicas

La colaboración con organismos gubernamentales se basará en la formación de alianzas estratégicas. BIONODO trabajará en conjunto con estas entidades para alinear objetivos y recursos en beneficio de la agricultura sostenible y la innovación en León.

La estrategia del BIONODO en relación con apoyos y programas públicos tiene como objetivo maximizar los recursos disponibles y asegurar la colaboración efectiva con el gobierno. Esto permitirá el desarrollo exitoso de iniciativas agrícolas innovadoras y sostenibles, contribuyendo al crecimiento y desarrollo de la agricultura en la región. A continuación, se citan algunos de los programas más representativos que otorgan apoyos financieros para emprendedores.

**Tabla 12.** Opciones de financiamiento y subsidios de carácter productivo y en I+D+i en la región

Nombre del Programa o Fondo	Institución que lo lanza	Descripción y temas clave	Sujeto de Apoyo	Monto de Apoyo	Enlace
Link Up	IDEA GTO	Apoyo a proyectos de desarrollo tecnológico, innovación en vinculación con empresas estatales	Centros de Investigación, Universidades y Parques Tecnológicos.	\$1,000,000.00 (Un millón de pesos 00/100)	<a href="#">Convocatoria</a>
I+D en sectores productivos	IDEA GTO	Apoyo para proyectos que detecten o que diagnostiquen problemas en empresas del Estado susceptibles de resolverse a partir del desarrollo tecnológico e innovación.	Centros de Investigación, Universidades y Parques Tecnológicos.	\$138,000.00 (Ciento treinta y ocho mil pesos 00/100)	<a href="#">Convocatoria</a>
Infraestructura para Agricultura Protegida	SDAyR	Apoyo para instalación de: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Invernadero</li> <li>2. Macro túnel</li> <li>3. Rehabilitación de macro túnel</li> </ol>	Personas Físicas o Morales de Guanajuato	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 1,000,000.00 por hectárea</li> <li>2. \$120,000.00 por hectárea</li> <li>3. \$60,000.00 por hectárea</li> </ol>	<a href="#">Convocatoria</a>

Nombre del Programa o Fondo	Institución que lo lanza	Descripción y temas clave	Sujeto de Apoyo	Monto de Apoyo	Enlace
Mi Ganado Productivo	SDAyR	Servicio de asistencia y capacitación para adopción, innovación tecnológica, administrativa, financiera, comercial y desarrollo empresarial.	Grupos ganaderos de al menos 17 personas	Valor del servicio por \$24,000.00 mensuales en un máximo de 10 meses de servicio	<a href="#">Convocatoria</a>
Mi Riego Productivo	SDAyR	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tecnificación con sistemas de riego de la superficie agrícola</li> <li>2. Nivelación de la Superficie Agrícola,</li> <li>3. Instalación de capacitores en pozos agrícolas,</li> <li>4. Construcción o rehabilitación de estanques</li> </ol>	Personas físicas o morales	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Hasta \$27,000.00 por hectárea sin rebasar las 28.</li> <li>2. \$2,500.00 por hectárea sin rebasar las 30</li> <li>3. \$15,000.00 por unidad de producción</li> <li>4. \$100,000.00 por estanque</li> </ol>	<a href="#">Convocatoria</a>
Kirchner Food Fellowship	Kirchner Impact Foundation	Apoyo a empresas que tengan ventas y apoyen la seguridad alimentaria mundial con sus productos o servicios.	Personas morales	\$50,000.00 USD	<a href="#">Programa</a>

Nombre del Programa o Fondo	Institución que lo lanza	Descripción y temas clave	Sujeto de Apoyo	Monto de Apoyo	Enlace
México AgTech Summit	<i>Kirchner Impact Foundation</i>	Premio a proyectos relacionados a tecnologías agrícolas que cuenten con impacto social, innovación y madurez para recibir inversión privada	Emprendedores, empresas e investigadores	\$5,000.00 USD	<a href="#">Convocatoria</a>



# BIBLIOGRAFIA

- AFI Escuela. (2021). Obtenido de ¿Qué son las megatendencias y cómo influyen estas en la inversión temática y en la gestión de activos? <https://www.afiescueladefinanzas.es/megatendencias-inversion-tematica>
- Bianchi, F., van Beef, C., de Winter, D., & Lammers, E. (2020). Opportunities and barriers of circular agriculture insights from a synthesis study of the food & business research program.
- BioSolutions. (2020). Bioplásticos a base de fibra de agave. <https://www.biosolutions.mx/>
- Borrego, E. M., & Pérez, J. L. H. (2019). Integración comercial de los agricultores de la Zona Metropolitana de León, en Guanajuato. *Política y Cultura*, núm. 52, 9-37.
- Centro internacional de mejoramiento de maíz y trigo. (CIMMYT). (2021). León, un municipio con amplio potencial para producir forraje. <https://idp.cimmyt.org/leon-un-municipio-con-amplio-potencial-para-producir-forraje/>
- Chariguamán, J. (2015). Caracterización de bioplástico de almidón elaborado por el método de casting reforzado con albedo de maracuyá (*Passiflora edulis* spp.). Escuela Agrícola Panamericana.
- College of Agriculture and Life Science, Cornell University. (2004). Agricultural biotechnology: What are the issues? The Land Grant University Brochure.
- Consejo Nacional de Humanidades, Ciencia y Tecnología. (2023). Padrón de Beneficiarios del Sistema Nacional de Investigadores. Ciudad de México, Ciudad de México, México.
- Damián Huato, M. Á., Gil Muñoz, A., Sangerman- Jarquín, D. M., & Cruz León, A. (2020). Producción y consumo de maíz entre milperos: entre la utopística y la utopía agroecológica. *Revista Mexicana de Ciencias agrícolas*, 11(8), 1929-1941. <https://doi.org/10.29312/remexca.v11i8.1682>
- De Clerq, M., Vats, A., & Biel, Á. (2018). Agriculture 4.0: The Future of Farming Technologies. World Government Summit and Oliver Wyman.
- Evangeline, J. (2023). Industry Outlook. Obtenido de Top Three Challenges In Agricultural Biotechnology: <https://www.theindustryoutlook.com/services->

and-consulting/panorama/top-three-challenges-in-agricultural-biotechnology-nwid-3660.html

Gobierno del Estado de Guanajuato. (2020). Ecosistema de Negocios Agroindustrial. Obtenido de Gobierno del Estado de Guanajuato <https://invierte.guanajuato.gob.mx/agroindustrial/#:~:text=GUANAJUATO%20ES%20LÍDER%20EN%20EL,CON%20USO%20EFICIENTE%20DEL%20AGUA>.

Heled, Y. (2015). Regulatory competitive shelters as incentives for innovation in agrobiotech. *Legal Studies Research Paper*, 2015(34), 553 - 557.

Henao Ramirez, A. M., Escobar Calderon, J. V., Alzate Quintero, E., & Ortiz Echeverri, C. J. (2022). Agrobiotecnología: Desafíos actuales y perspectivas de futuro. *Revista Encuentro SENNOVA del Oriente Antioqueño*, 26-27.

INFOAGRO. (2016). El mundo de la plasticultura en el agro mexicano. *Revista InfoAgro México*. <https://mexico.infoagro.com/el-mundo-de-la-plasticultura-en-el-agro-mexicano/>

Instituto Estatal de la Capacitación (IECA). (2021). Coordina IECA ponencia del uso de la tecnología en la agricultura. *Boletines Dependencias*. <https://boletines.guanajuato.gob.mx/2021/08/16/coordina-ieca-ponencia-del-uso-de-la-tecnologia-en-la-agricultura/>

Instituto Municipal de Planeación (IMPLAN). (2018). Frontera agrícola Zona Sur, segunda etapa. *Gob.Mx*. [https://implan.gob.mx/pdf/estudios/cambios/frontera\\_agricola\\_zona\\_sur\\_2da\\_etapa.pdf](https://implan.gob.mx/pdf/estudios/cambios/frontera_agricola_zona_sur_2da_etapa.pdf)

Instituto Municipal de Planeación (IMPLAN). (2019). Prospectiva León, Análisis y proyección del territorio. [https://implan.gob.mx/pdf/planeacion/IMPLAN\\_DIAGNOSTICO\\_PROSPECTIVA\\_LEON\\_2019.pdf](https://implan.gob.mx/pdf/planeacion/IMPLAN_DIAGNOSTICO_PROSPECTIVA_LEON_2019.pdf)

Instituto Municipal de Planeación (IMPLAN). (2020). Programa Municipal de Desarrollo Urbano y de Ordenamiento Ecológico y Territorial de León, Gto. Versión abreviada (PMDUOET). [https://implan.gob.mx/pdf/planeacion/PMDUOET\\_Version\\_abreviada.pdf](https://implan.gob.mx/pdf/planeacion/PMDUOET_Version_abreviada.pdf)

Instituto Municipal de Planeación (IMPLAN). (2021). Plan municipal de desarrollo, León hacia el futuro León visión 2045. <https://implan.gob.mx/pdf/planeacion/programa-gobierno.pdf>

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2020). [Data set]. Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENOE). <https://www.inegi.org.mx/programas/enoe/15ymas/>

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. INEGI. (2019). Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. (2023). Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas. Obtenido de Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática: <https://www.inegi.org.mx/app/mapa/denue/default.aspx>

Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal (INAFED). (2020). Gob.Mx. <https://www.gob.mx/inafed>

Jogeneel, R. (2019). Wageningen University & Research. Obtenido de Circular agriculture: a new perspective for Dutch agriculture.

León Ayuntamiento 2021-2024. (2021). Programa de Gobierno municipal, de León, Guanajuato 2021-2024.

Mosquera Solano, J. E., & Zhapan Fajardo, M. Y. (2019). Obtención de fibras textiles a partir de residuos agrícolas. Universidad del Azuay.

National Research Council (US). (2008). Global Challenges and Directions for Agricultural Biotechnology: Workshop Report. Obtenido de Challenges and Future Considerations in Realizing the Global Potential of Agricultural Biotechnology.: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK207923/>

National Research Council of the National Academies. (2002). Knowledge and Diplomacy Science Advice in tteh United Nations System. Washington D.C.: The National Academies Press.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2013). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). Obtenido de Oficina Regional para América Latina y el Caribe Santiago de Chile.

Quiñones Osorio, T. (2023). Linkedin. Obtenido de Ocho tendencias tecnológicas podrían tener un impacto en la agricultura en 2023. [https://es.linkedin.com/pulse/ocho-tendencias-tecnológicas-podrían-tener-un-impacto-quiñones?trk=article-ssr-frontend-pulse\\_more-articles\\_related-content-card](https://es.linkedin.com/pulse/ocho-tendencias-tecnológicas-podrían-tener-un-impacto-quiñones?trk=article-ssr-frontend-pulse_more-articles_related-content-card)

Ritchie, H., & Roser, M. (2018). Our World in Data. Obtenido de Urbanization: <https://ourworldindata.org/urbanization>

Schouten, C. (2020). International Food Policy Research Institute. Obtenido de Circular agriculture: A vision for sustainability: <https://www.ifpri.org/blog/circular-agriculture-vision-sustainability>

Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER). (2019). Programa de concurrencia con las entidades federativas, Compendio de indicadores 2018 Guanajuato.

Secretaría de Desarrollo, Agroalimentario y Rural del Estado de Guanajuato (SDAyR). (2021). Diagnóstico Agrologístico del Estado de Guanajuato. Celaya, Guanajuato: Grupo RELME, S.A. de C.V.

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). (2022). Estadística de producción. Datos Abiertos. <http://infosiap.siap.gob.mx/gobmx/datosAbiertos.php>

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. (SIAP). (2022). Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Obtenido de Acciones y Programas. Avance de Siembras y Cosechas.: [https://nube.siap.gob.mx/avance\\_agricola/](https://nube.siap.gob.mx/avance_agricola/)

Shahbandeh, M. (2021). Statista. Obtenido de Genetically modified crops - statistics & facts: <https://www.statista.com/topics/2062/genetically-modified-crops/#topicOverview>

Sistema Nacional de Información Municipal (SNIM). (2020). Gob.Mx. <http://snim.rami.gob.mx/index.php>

TechNavio. (2022). TechNavio. Obtenido de Agricultural Biotechnology Market by Technology, Application, and Geography - Forecast and Analysis 2022-2026: <https://www.technavio.com/report/agricultural-biotechnology-market-industry-analysis>

United States Department of Agriculture. (2006). Opportunities and Challenges in Agricultural Biotechnology: The Decade Ahead. USDA Advisory Committee on Biotechnology and 21st Century Agriculture.

World Intellectual Property Organization. (2023). WIPO Green Database. Obtenido de Farming & Forestry: <https://wipogreen.wipo.int/wipogreen-database/category/10>