

LA IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN EN EMBRAPA Y AGROSAVIA PARA EL
DESARROLLO AGRÍCOLA DE AMÉRICA LATINA



WILLIAM ALEXANDER CASTRO PÉREZ



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS AGROPECUARIAS
VILLAVICENCIO
2024

LA IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN EN EMBRAPA Y AGROSAVIA PARA EL
DESARROLLO AGRÍCOLA DE AMÉRICA LATINA

WILLIAM ALEXANDER CASTRO PÉREZ

Monografía de Seminario Internacional de Profundización (Sistematización de experiencias)
como requisito para optar al título de Administrador de Empresas Agropecuarias

Asesor

Mg. AMABLE JOSÉ PÉREZ

Magíster Scientiarum en Ciencias Administrativas

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS AGROPECUARIAS
VILLAVICENCIO

2024

Autoridades Académicas

P. JOSÉ ANTONIO BALAGUERA CEPEDA, O.P.

Rector General

P. Mauricio Antonio CORTÉS GALLEGO, O.P.

Vicerrector Académico General

P. José Antonio BALAGUERA CEPEDA, O.P.

Rector Seccional Villavicencio

P. Adrián Mauricio GARCÍA PEÑARANDA, O.P.

Vicerrector Académico Seccional Villavicencio

Mg. Julieth Andrea SIERRA TOBÓN

Secretaria General Seccional Villavicencio

Mg. Mario Fernando PRIETO DELGADILLO

Decano de la Facultad de Administración de Empresas Agropecuarias

Dedicatoria

A mis padres, cuyo amor incondicional y apoyo constante han sido la base de mis logros. Su fe en mí me ha impulsado a superar cada desafío en este camino hacia mi graduación.

A mis profesores y mentores, quienes con su sabiduría y dedicación han iluminado mi camino, brindándome las herramientas necesarias para comprender el mundo de la administración de empresas agropecuarias. Su pasión por la enseñanza ha dejado una huella imborrable en mi vida. Y, especialmente, a mis compañeros de clase, con quienes he compartido risas, aprendizajes y momentos inolvidables. Juntos hemos enfrentado retos y celebrados éxitos, y cada uno de ustedes ha contribuido a hacer de esta experiencia algo verdaderamente especial.

Esta monografía es un reflejo de nuestro esfuerzo colectivo y un homenaje a todos los que han creído en mí. ¡Gracias!

Agradecimientos

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas e instituciones que han hecho posible la realización de esta monografía. En primer lugar, agradezco a mis padres por su apoyo incondicional y por brindarme la oportunidad de perseguir mis sueños. Su aliento y confianza en mis capacidades han sido fundamentales en este proceso.

A mis profesores y mentores, quienes han compartido su conocimiento y experiencia, guiándome en cada etapa de este viaje académico. Sus valiosas sugerencias y críticas constructivas han enriquecido mi trabajo y me han permitido crecer tanto académica como personalmente.

Agradezco especialmente a mis compañeros de clase, quienes han sido un pilar de apoyo y motivación. La colaboración y el intercambio de ideas han hecho que este proceso sea mucho más enriquecedor y ameno. Quiero reconocer también a las instituciones que facilitaron el acceso a recursos y literatura necesaria para el desarrollo de esta monografía. Su disposición para compartir información y materiales ha sido crucial para la realización de este trabajo.

Finalmente, agradezco a todas las personas que participaron en la recolección de datos y en la revisión de este documento. Su ayuda ha sido invaluable y ha contribuido a la calidad de este trabajo.

Contenido

		Pág.
	Resumen	10
	Prólogo	13
1	Introducción.....	14
2	Objetivos	17
2.1	Objetivo general	17
2.2	Objetivos específicos.....	17
3	EMBRAPA y AGROSAVIA	18
3.1	Historia y Contexto	18
3.1.1	Historia de EMBRAPA	18
3.1.2	Historia de AGROSAVIA.....	20
3.1.3	Contexto actual.....	22
3.2	Contribuciones de EMBRAPA y AGROSAVIA en la Agricultura y Ganadería	24
3.2.1	Contribuciones de EMBRAPA en Brasil	24
3.2.2	Contribuciones de AGROSAVIA en Colombia.....	26
3.3	Comparación de Enfoques de Investigación	27
3.3.1	Enfoques de investigación de EMBRAPA.....	27
3.3.2	Enfoques de investigación de AGROSAVIA	33
3.3.3	Comparación y análisis	38
3.4	Fortalecimiento de la Colaboración Regional	42
3.4.1	Importancia de la colaboración	42
3.4.2	Acciones para fortalecer la colaboración	43
3.4.3	Estudios de caso de colaboración exitosa.....	45
4	Conclusiones	47
5	Referencias	48
6	Anexos.....	56

Lista de Figuras

Figura 1. <i>Relaciones de EMBRAPA con organismos externos</i> . EMBRAPA (2024).....	32
Figura 2. Pilares de fundamentos de AGROSAVIA. (AGROSAVIA, 2024a).	34
Figura 3. Flujo de la agenda dinámica corporativa de I+D+i. (AGROSAVIA, 2017).....	35

Lista de Tablas

Tabla 1. Trabajos de investigación realizados por EMBRAPA	25
Tabla 2. Algunos proyectos realizados y en ejecución de AGROSAVIA.....	28
Tabla 3. Unidades de Investigación Descentralizadas de EMBRAPA.....	29
Tabla 4. Centros de Investigación, sedes y fincas experimentales de AGROSAVIA.....	36
Tabla 5. Posición de AGROSAVIA en Rankings de Investigación Agrícola en Latinoamérica.	40

Lista de Anexos

Anexo 1. imagen de drones	56
Anexo 2. Investigación de sistemas de riesgo en ambientes controlados	56
Anexo 3. sistemas integrados	57
Anexo 4. Sistema de báscula y recolección de datos en campo	57
Anexo 5. Sala de ordeño 100% automatizada	57
Anexo 6. Imagen de asistencia	58

Resumen

Esta monografía analiza la importancia de la investigación agropecuaria realizada por EMBRAPA en Brasil y AGROSAVIA en Colombia para el desarrollo agrícola de América Latina. Se exploran las contribuciones de estas instituciones a la mejora de la productividad agrícola y ganadera, sus enfoques de investigación y la relevancia de la colaboración regional. El estudio identifica que tanto EMBRAPA como AGROSAVIA han desempeñado un papel crucial en el avance tecnológico del sector agropecuario, promoviendo la sostenibilidad y competitividad en sus respectivos países y en la región. Los resultados muestran que la colaboración entre estas entidades ha facilitado la transferencia de conocimientos y tecnologías innovadoras, beneficiando a una amplia gama de productores agrícolas. Las conclusiones subrayan que la investigación agropecuaria es fundamental para enfrentar desafíos como el cambio climático y la deforestación, así como para mejorar la resiliencia agrícola. Se destaca la necesidad de fortalecer la cooperación internacional y aumentar la inversión en investigación y desarrollo para asegurar un futuro agrícola sostenible en América Latina. De esta manera, se promueve la seguridad alimentaria y se impulsa el crecimiento económico, beneficiando a los productores locales y contribuyendo al bienestar general de la sociedad.

Palabras clave: Agrosavia, Embrapa, Agropecuaria, Colaboración Científica, Innovación

Abstract

This monograph analyzes the importance of agricultural research conducted by EMBRAPA in Brazil and AGROSAVIA in Colombia for agricultural development in Latin America. It explores the contributions of these institutions to improving agricultural and livestock productivity, their research approaches and the relevance of regional collaboration. The study identifies that both EMBRAPA and AGROSAVIA have played a crucial role in the technological advancement of the agricultural sector, promoting sustainability and competitiveness in their respective countries and in the region. The results show that the collaboration between these entities has facilitated the transfer of knowledge and innovative technologies, benefiting a wide range of agricultural producers. The conclusions underline that agricultural research is fundamental to face challenges such as climate change and deforestation, as well as to improve agricultural resilience. It highlights the need to strengthen international cooperation and increase investment in research and development to ensure a sustainable agricultural future in Latin America. In this way, food security is promoted and economic growth is boosted, benefiting local producers and contributing to the general welfare of society.

Keywords: Agrosavia, Embrapa, Agropecuaria, Scientific Collaboration, Innovation

Resumo

Esta monografía analiza a importância da pesquisa agrícola conduzida pela EMBRAPA no Brasil e pela AGROSAVIA na Colômbia para o desenvolvimento agrícola na América Latina. Ela explora as contribuições dessas instituições para a melhoria da produtividade agrícola e pecuária, suas abordagens de pesquisa e a relevância da colaboração regional. O estudo identifica que tanto a EMBRAPA quanto a AGROSAVIA têm desempenhado um papel crucial no avanço tecnológico do setor agrícola, promovendo a sustentabilidade e a competitividade em seus respectivos países e na região. Os resultados mostram que a colaboração entre essas entidades facilitou a transferência de conhecimento e de tecnologias inovadoras, beneficiando uma ampla gama de produtores agrícolas. As conclusões destacam que a pesquisa agrícola é fundamental para enfrentar desafios como as mudanças climáticas e o desmatamento, bem como para melhorar a resiliência agrícola. Destaca a necessidade de fortalecer a cooperação internacional e aumentar o investimento em pesquisa e desenvolvimento para garantir um futuro agrícola sustentável na América Latina. Dessa forma, a segurança alimentar é promovida e o crescimento econômico é impulsionado, beneficiando os produtores locais e contribuindo para o bem-estar geral da sociedade.

Palavras-chave: Agrosavia, Embrapa, Agropecuária, Colaboração Científica, Inovação

Prólogo

La Empresa Brasileña de la Investigación Agropecuaria (EMBRAPA) y el Centro de Investigación en Agropecuaria de Colombia (AGROSAVIA), desempeñan un papel crucial en el desarrollo agrícola y ganadero de América Latina. La presente monografía se basa en una experiencia internacional en el mes Junio de 2023, que incluyó visitas a diversas instituciones de investigación en Brasil. Durante estas visitas, se estudiaron los avances y metodologías empleadas por EMBRAPA, con un enfoque particular en sus impactos en la agricultura y ganadería. La investigación abordó cómo EMBRAPA ha implementado innovaciones tecnológicas que han sido transferidas a otros países latinoamericanos y cómo AGROSAVIA ha mejorado las prácticas agropecuarias en Colombia. Se documentaron casos de éxito y desafíos encontrados durante el viaje, que ofrecen una perspectiva valiosa sobre la colaboración internacional en la investigación agrícola y ganadera.

1 Introducción

La agricultura y la ganadería han sido una de las principales actividades económicas de la humanidad. La agricultura fue la base y el punto clave para que la especie humana se asentara y pasara de ser nómadas cazadores para conformar comunidades y asentarse en un solo lugar hace aproximadamente 12 mil años (Crespo, 2022). La agricultura les proporcionaba el alimento necesario para subsistir, dando lugar luego también a domesticación, ganadería y cría de otros animales para alimentación. Así hablar de la historia de la humanidad, es hablar de la historia de la agricultura, mostrando la indudable relación que tiene esta práctica con el desarrollo humano.

La contribución de la agropecuaria al desarrollo económico de un país se ha llegado subestimar y descuidar (Loizou et al., 2019). Siendo vista solo como una fuente de “excedentes” como mano de obra, divisas y ahorro interno para impulsar el desarrollo de otros sectores como el industrial (Norton, 2024) y no como una fuente de crecimiento económico como tal. A pesar de esto, los estudios económicos, los resultados de las políticas agrarias de diferentes países y en general el panorama global han llevado a que haya un acuerdo en que el crecimiento del sector agropecuario es necesario para el crecimiento de la economía global (Norton, 2024).

En resumen, se puede decir que el sector agropecuario aporta a la economía de cinco maneras:

- Como sustento de materias primas para los demás sectores de la economía.
- Aportando factores productivos del propio sector agrario a los demás sectores. Trabajo, capital y recursos naturales.
- Contribuyendo más efectivamente a la disminución de la pobreza que cualquier otro sector.
- Como fuente de mercado interno para la producción industrial y de servicios.
- Constituyéndose el sector agroexportador como fuente de divisas (Bula, 2020, p.5).

Esta importante contribución se ve también reflejada en la opinión del Banco Mundial (2024a), quién afirma que la agricultura puede ayudar a “reducir la pobreza, aumentar los ingresos y mejorar la seguridad alimentaria del 80% de las personas en situación de pobreza” (párr. 1). Afirmando también que actualmente el crecimiento de la agricultura tiene la capacidad de aumentar el ingreso de los más pobres de forma más eficiente, en hasta cuatro veces más en comparación de otra actividad económica.

Es importante resaltar que es la población más pobre aquella que depende directamente en mayor medida de la agropecuaria, por lo que la FAO (2005) ha afirmado en múltiples ocasiones que el apoyo y crecimiento de la agropecuaria es el principal medio para salir de la pobreza y el hambre. Teniendo en cuenta que a pesar del grave problema de hambre que sufre el mundo, Alrededor de 2500 millones de personas se encuentran en inseguridad alimentaria aguda (Banco Mundial, 2024a), la agropecuaria mundial tiene la capacidad de proveer el alimento necesario para mantener a toda la población (Johns Hopkins Center, 2024), siendo realmente el problema del hambre causado por la mala distribución y administración de esos alimentos por parte de las grandes empresas privadas y los estados.

Según datos del Banco Mundial (2024b) el indicador “Agricultura, silvicultura y pesca” en 2023 en América Latina tuvo una participación del 6,6% del PIB. En Colombia específicamente fue del 8,7%, en Brasil del 6,2%, en Chile del 3,5%, Argentina en 6,1%, México en 4,0%, Guatemala en 9,2%, Honduras 12,0%, Perú 7,1%, entre otros. Esta base de datos consultada del Banco Mundial permite observar que casualmente aquellos países con mayor porcentaje de la Agricultura en su PIB son típicamente aquellos catalogados como en vía de desarrollo o más pobres. Esta relación o las causas de porqué el sector del Agro representa mayor porcentaje en la economía de países pobres en comparación de países más ricos, se sale del alcance de este trabajo y no se expondrá el tema y sus razones. Sin embargo, es importante conocer estos datos y esta posible relación, para confirmar la importancia que tiene una administración y gestión del Agro.

Lo anteriormente expuesto, los datos y razones dadas tienen el propósito de dar una visión general y fundamentada de la importancia de gestionar correcta y eficientemente las actividades agropecuarias en un país. Ahora, la eficiencia viene de la mano con la investigación, la creación de métodos, insumos y conocimiento que mejoren cada vez más las actividades del agro. Es la investigación la que hace posible que el mundo avance y haya cada vez mejores procesos y productos. Por tanto, la importancia del crecimiento del sector agropecuario está ligado a la importancia de la investigación en el agro. Mas específicamente, en la presente monografía se analizarán los esfuerzos realizados en de Colombia y Brasil para alcanzar niveles de eficiencia y desarrollo superiores en esta área. En cada uno de estos países tienen una entidad encargada de estas funciones.

En Colombia existe AGROSAVIA, la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria de carácter científico y técnico, y cuyo propósito superior es presentado como

“Transformamos de manera sostenible el sector agropecuario colombiano con el poder del conocimiento para mejorar la vida de productores y consumidores.” (AGROSAVIA, 2024a, párr. 2). De la misma manera, en Brasil existe EMBRAPA cuya misión es “viabilizar soluciones de investigación, desenvolvimiento e innovación para la sustentabilidad de la agricultura, en beneficio de la sociedad brasileña” (EMBRAPA, 2024).

La presente monografía tiene como objetivo analizar la importancia de EMBRAPA y AGROSAVIA en el desarrollo agrícola de América Latina. Presentando para esto la historia y contribuciones de cada una de estas entidades a su país y a la Agropecuaria en general, analizando sus enfoques y metodologías de investigación y dilucidando la importancia del fortalecimiento de la colaboración regional en investigación y desarrollo del agro. Adicionalmente, se presentan como Anexo diversas fotografías y evidencias de la visita realizada a EMBRAPA en Brasil.

2 Objetivos

2.1 Objetivo general

Analizar la importancia de EMBRAPA y AGROSAVIA en el desarrollo agrícola de América Latina.

2.2 Objetivos específicos

- Explorar las contribuciones de EMBRAPA y AGROSAVIA en la mejora de la agricultura y ganadería tanto en Brasil como en Colombia.
- Comparar los enfoques de investigación de EMBRAPA y AGROSAVIA y su efectividad en el contexto latinoamericano.
- Identificar acciones para fortalecer la colaboración entre ambas instituciones y otros países de la región.

3 Embrapa y Agrosavia

3.1 Historia y Contexto

3.1.1 *Historia de EMBRAPA*

Durante la década de 1930 el gobierno brasileño buscaba crear una institución de investigación nacional que fuese capaz de coordinar y gestionar todos los estudios relacionados con la agropecuaria en el País. Un reto por sí mismo difícil teniendo en cuenta el tamaño de Brasil y la diversidad de climas, regiones, cultivos y población. Desde ese momento hasta 1970 diferentes órganos fueron creados sin mayor éxito. El 7 de diciembre de 1972 con la Ley N°5851 se daba por extinguido la institución predecesora DNPA y se autorizaba la creación de EMBRAPA (Silva e Mello, 2014). Unos meses después el 28 de marzo de 1973 comienza a regir el primer estatuto de EMBRAPA, estableciendo su sede principal en la capital brasileña Brasilia, para posteriormente el 26 de abril del mismo año iniciar sus actividades, asumiendo los institutos de investigación, las estaciones experimentales y todos los proyectos que estaban en desarrollo.

Así, EMPRAPA dio inicio con 9 institutos regionales, 70 estaciones experimentales, 11 inmuebles y 2 centros nacionales, sin embargo, en ese mismo año crearon Unidades de Ejecución de Investigación de Ámbitos Estatales (UEPAEs) en los estados dónde aún no tenían presencia (Silva e Mello, 2014). En cuanto a su estructura, estaba estructurada en tres niveles: órganos de administración superior, órganos regionales y órganos locales. Pero dos años más tarde, en 1975 un nuevo estatuto fue aprobado y pasó a estar estructura en dos grupos: órganos de administración superior y órganos descentralizados, estos últimos encargados de la programación, coordinación y ejecución de los proyectos como tal.

Inicialmente, la función de esta institución fue aumentar la producción de alimentos para hacer frente al crecimiento población y el problema de abastecimiento del país, por lo que sus acciones iban encaminadas a expandir y adaptar nuevas tierras hacia las amazonas y la zona sur principalmente. La región de las amazonas recibió en estos primeros años de EMPRAPA una inversión de 25 millones de dólares para esto, pues era considerada una región estratégica para la expansión agropecuaria moderna. Teniendo en cuenta claramente que la institución debía desarrollar métodos de producción y cultivos mediante la investigación que minimizaran los

efectos ambientales negativos en esta región tan importante para el medio ambiente. Así, la misión de EMBRAPA dejó de ser meramente productiva y pasó a incorporar el cuidado del medio ambiente como un objetivo paralelo. De esta manera, sus proyectos debían y deben estar volcados hacia el desarrollo agropecuario y la preservación ambiental.

En los últimos 25 años de EMBRAPA, esta institución ha generado una ganancia 12 veces mayor que su inversión. Siendo su inversión en los últimos 25 años de R\$104 billones, y retornando ganancias de R\$ 1,2 trillones (Agroinsight, 2022).

Los logros de EMBRAPA en Brasil han sido innumerables, esta importante institución ha ayudado de manera directa a: desarrollar sistemas alternativos agropecuarios más económicos (Fioravanti, 2023); desarrollar prácticas sustentables para el manejo de bosques naturales en la Amazonas (Fioravanti, 2023); aumentar la economía del país debido a la exportación de productos agropecuarios (Fioravanti, 2023); desarrollo de tecnologías agropecuarias sustentables (Barbosa et al., 2018); aumento de la competitividad del agro brasileño en relación al extranjero (Fioravanti, 2023); desarrollo de prácticas de conservación del suelo y el agua (Fioravanti, 2023); desarrollo de cultivos resistentes y adaptados a las condiciones climáticas brasileñas; apoyo en el avance de la biotecnología en la agricultura (Barbosa et al., 2018); reducción de la pobreza en el campo a través de tecnologías accesibles para pequeños productores (Fioravanti, 2023); reducción del uso de agrotóxicos (Silva e Mello, 2014); creación de bancos genéticos de unas 300.000 muestras de 1.096 especies vegetales, 115 mil muestras de semen de animales y 70 mil microorganismos (Silva e Mello, 2014); producción de carne con bajos niveles de emisión de contaminantes; aumento de la variedad de cultivos en Brasil (Silva e Mello, 2014); entre muchas otras. Proyectos más específicos serán presentados en una sección más adelante del documento.

Pero también la influencia de EMBRAPA va más allá, de manera indirecta esta institución a generado alrededor de 1.656.023 empleos nuevos, tanto en sus sedes directamente como en empresas relacionadas con sus actividades. Sin embargo, el impacto de esta entidad en Brasil ha sido tal en cuanto a generación de conocimientos y tecnología, que es casi imposible lograr estimar con exactitud estas cifras, pudiendo ser mucho mayores. Es importante resaltar que durante los últimos 25 años de funcionamiento EMBRAPA ha recibido 1,104 premios y homenajes realizadas por 17.207 acciones sociales (Agroinsight, 2022).

3.1.2 *Historia de AGROSAVIA*

AGROSAVIA es la entidad pública de Colombia adscrita al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia encargada del desarrollo científico y tecnológico agropecuario. Esta es una entidad de carácter científico y técnico, con participación de inversión mixta y sin ánimo de lucro. Su objetivo es,

trabajar en la generación del conocimiento científico y el desarrollo tecnológico agropecuario a través de la investigación científica, la adaptación de tecnologías, la transferencia y la asesoría con el fin de mejorar la competitividad de la producción, la equidad en la distribución de los beneficios de la tecnología, la sostenibilidad en el uso de los recursos naturales, el fortalecimiento de la capacidad científica y tecnológica de Colombia y, contribuir a elevar la calidad de vida de la población. (AGROSAVIA, 2024a, párr. 1)

En el año 1962 se crea en Colombia el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) mediante el Decreto 1562 del 15 de Junio, cuya misión era “Coordinar e intensificar las labores de investigación, enseñanza y extensión de las ciencias agropecuarias, para el desarrollo de todas las actividades del sector y especialmente para facilitar la reforma social agraria” (ICA, 2024, párr. 2). Bajo la administración del ICA durante 1970 a 1975 la producción agrícola aumentó un 5,1% así como las exportaciones de este tipo de productos en un 13,8%. Luego durante los años 80 ya se contaba con 65 variedades y seis híbridos de 20 cultivos de especies como maíz, frijol y arroz. También durante la década de 1980 la infraestructura para investigación del agro aumentó con nuevos centros de investigación, estaciones experimentales, laboratorios, centros de diagnósticos, estaciones de cuarentena, entre otros.

Entrando en la década de los 90, en 1992 el ICA dividió sus funciones y se creó CORPOICA. Así el ICA quedó con funciones relacionadas al control y vigilancia de la sanidad animal y vegetal, la inspección, la inocuidad de alimentos, la regulación de estos, el certificado y registro de exportaciones e importaciones, el desarrollo de políticas sanitarias y fitosanitarias públicas y la capacitación y asesoría a productores. Mientras que CORPOICA adquirió las funciones de investigación científica y desarrollo tecnológica del sector agropecuario, la innovación, la transferencia de tecnología, la asesoría técnica, la creación de alianzas y colaboraciones con entidades nacionales e internacionales, y la conservación de recursos genéticos (AGROSAVIA, 2022a).

Al inicio de sus labores CORPOICA no creó nuevos proyectos, sin que continuó y dio fin a aquellos ya iniciados por el ICA. Luego con el tiempo fueron estableciendo nuevos proyectos y se establecieron cuatro macrorregiones: Costa Atlántica Colombiana, Suroccidente Colombiano y Orinoquia y Amazonia Colombiana (Olarte, 2009). Haciendo además que el proceso de investigación fuera descentralizado y considerando dos tipos de investigación. Una fue la investigación estratégica encargada del desarrollo tecnológico de manera genérica y la segunda fue la investigación aplicada encargada de generar conocimiento más específico. Durante sus años de funcionamiento CORPOICA enfrentó diversas dificultades, dónde la falta de presupuesto fue una de las principales. Por primera vez en el año 2014, 190 mil millones de pesos de recursos para la investigación fueron enviados directamente a CORPOICA, lo que permitió dar continuidad a los proyectos que habían estado presentando déficits de inversión (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia, 2015). En este punto el agro colombiano estaba muy atrasado en materia tecnológica y era necesario solucionar este problema.

En el 2018 el CORPOICA cambio a la actual AGROSAVIA. Pero este cambio fue una reforma de fondo que dio inicio hacia el 2010 liderado por Juan Lucas Restrepo (Wasserman, 2018). Uno de los principales cambios fue que ahora AGROSAVIA es una entidad pública, descentralizada e indirecta, asegurando un presupuesto nacional. Otros cambios importantes se dieron a nivel de los laboratorios, pasando a estar interconectados entre sí y abiertos al público. Hacia el 2018 la rentabilidad de la nueva AGROSAVIA era de 1,73 pesos por cada peso invertido. (Wasserman, 2018).

Desde el 2018 hacia adelante, esta nueva entidad AGROSAVIA se ha encargado de todos los proyectos iniciados por CORPOICA y ha desarrollado nuevos proyectos y alianzas con el fin de mejorar el Agro colombiano. Entre los servicios o logros de AGROSAVIA se pueden nombrar: el mantenimiento de bancos de microorganismos de interés agrícola; investigaciones en sistemas agropecuarios sostenibles; la investigación sobre el crecimiento de plantas como el Eucaliptus sp. y el *Cenchrus clandestinus*, entre muchas otras (AGROSAVIA, 2024a); la conservación y crecimiento del Banco de Germoplasma (González, 2020); apoyo en la creación de la Resolución 464 de 2017 que establece los lineamientos estratégicos de la política pública para la Agricultura Campesina, Familiar y Comunitaria (ACFC) (FAO, 2021); investigación en cultivo y desarrollo de cacao (AGROSAVIA, 2022b); Aumento del rendimiento del cultivo de papa en Santander y Norte de Santander (AGROSAVIA, 2022b); desarrollo de modelos de producción sostenible de

cebolla de bulbo en Ocaña (ARGOSAVIA, 2022b); la creación de espacios para enseñar a pequeños campesinos a cómo potencial el rol de la agricultura familiar en sistemas sostenibles (Lodoño, 2022); mitigación de los niveles de cadmio en la producción cacaotera (MundoCacao, 2022).

Así mismo, AGROSAVIA ofrece una gran cantidad de tecnologías, productos y servicios que han sido fruto del proceso investigativo a través de los años y que tienen utilidad para el agro colombiano impactando positivamente en la economía del país. Según el DANE, en el 2023 el sector agropecuario aumentó un 1,8%, mostrando una recuperación luego de la pandemia. Así mismo, durante el último trimestre del 2023 “los indicadores económicos de agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca aumentaron un 6% comparado con el mismo periodo de 2022” (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia, 2024, párr. 3), que se dio gracias al crecimiento de la producción de café en un 23,7%, cultivos agrícolas diferentes en un 7,2% y la ganadería en un 3,2%.

Así, la contribución de AGROSAVIA a la sociedad colombiana en aspectos investigativos y científicos y en la aplicación de tecnologías en el campo real, han traído consecuentemente beneficios a la economía nacional como se ha mostrado anteriormente, lo que también se traduce en un retorno e impacto sociales importante. Según el Balance Social 2023 de AGROSAVIA (2023) hubo un retorno social de \$3,52 pesos de beneficio social por cada peso invertido, así como \$1,049 billones de beneficio social para los productores.

3.1.3 Contexto actual

Actualmente EMPRABA con más de 50 años de funcionamiento, está organizada en 47 unidades de investigación: 18 centros especializados, 12 unidades organizacionales estratégicas y 17 unidades ecorregionales. Además de tener 5 unidades de servicio y un área dedicada a la cooperación internacional y gestión corporativa (Figueiredo, 2016).

Durante toda su vida institucional EMPRABA ha desempeñado un papel clave en la política agrícola en Brasil y en el sistema de investigación agrícola, llevando a un aumento en la productividad e innovación del sector agropecuario del país. Además de promover el desarrollo sustentable de tecnología e innovación agropecuaria. Para el 2023 esta institución contaba con 2.201 investigadores y un presupuesto de 3.600 millones de reales, y aunque su presupuesto ha

aumentado paulatinamente, podría hacerse más con uno mayor. Además, su planta de personal se ha reducido casi en un 40% desde sus inicios (Fioravanti, 2023).

En cuanto a AGROSAVIA, actualmente con un poco más de 30 años de historia cuenta 13 centros de investigación, 9 sedes, 2 fincas experimentales (AGROSAVIA, 2023) y con más de 1900 personas vinculadas y más de 600 científicos (AGROSAVIA, 2022b). Además, su trabajo se basa en siete redes de innovación basadas en: hortalizas y plantas aromáticas, ganadería, cacao, cultivos frutales, cultivos perennes, raíces y tubérculos y cultivos anuales e industriales. Por otra parte, actualmente cuenta con un presupuesto anual de alrededor de US\$ 70 millones para sus labores de investigación e Innovación y más de 200 proyectos en ejecución en todo el país (FAO, 2024b). Más específicamente, durante el año 2023 tuvo una inversión total de COP\$311.734.747.868, generando un beneficio social total por COP\$1.098.978.742.811 según el Balance Social (AGROSAVIA, 2023). Otros datos relevantes sobre la actualidad de AGROSAVIA es que cuenta con 1891 empleados de planta al finalizar el año 2023, habiendo realizado durante el último año alrededor de 1.660 capacitaciones o eventos de intercambio de conocimiento y 113 alianzas tanto de tipo co-ejecutoras como financiadoras (AGROSAVIA, 2023).

Los resultados de AGROSAVIA en el país están siendo muy positivos y vale la pena incluir de manera textual un pequeño párrafo del documento del balance social del último año, en dónde se evidencia los evidentes resultados de esta entidad:

Se estima que durante el año 2023 estas tecnologías se utilizaron en 722.366 hectáreas en producción o cosechadas de cultivos, en 175.027 bovinos y en 757 hornillas para la producción de panela; por más de 100.000 productores agropecuarios y agroindustriales de 29 departamentos del país. Frente al impacto económico que generó su uso, se estima un beneficio adicional para los productores de \$1.939.541 millones de los cuales el 54,12%, es decir, \$1.049.585 millones es atribuible a AGROSAVIA². De este beneficio, el 60,7% fue gracias al aumento de productividad en las actividades; el 17,1% al incremento de valor agregado en los productos agropecuarios, que llevó a que alcanzaran un mejor precio; el 14,9% a ganancias en actividades agropecuarias nuevas, establecidas en áreas donde antes no eran tecnológicamente viables; y el 7,3% a disminución en los costos de producción (AGROSAVIA, 2023, p. 8)

3.2 Contribuciones de EMBRAPA y AGROSAVIA en la Agricultura y Ganadería

3.2.1 Contribuciones de EMBRAPA en Brasil

Como dicho anteriormente, el impacto de EMBRAPA en el desarrollo económico y social de Brasil es tan amplio y variado que es difícil calcularlo cuantitativamente, es decir, saber cuántas ganancias ha generado en su totalidad, cuántos empleos a propiciado, o a cuántas personas ha impactado. Todos estos beneficios a raíz de su trabajo de investigación, a continuación, se presentan diversos trabajos, investigaciones y tecnologías que han desarrollado en esta institución.

Al hablar de los trabajos de EMBRAPA es imposible dejar de nombrar la llamada “Conquista del Cerrado”. Un trabajo catalogado por el mundo como uno de los mayores logros en la investigación agrícola. El bioma del Cerrado es una extensa área hacia el centro del país con suelos naturalmente infértiles. EMBRAPA junto con otras agencias públicas y privadas comenzaron un proyecto de investigación a mediados de la década de 1970 para hacer este suelo fértil y productivo, logrando que Brasil aumentara su productividad agrícola (de Jesús Boaventura, Da Silva & Dutra, 2023). Diversas técnicas y estudios fueron realizados como añadir fósforo, determinar las dosis y profundidades de incorporación de caliza, la fijación biológica de hidrógeno, el manejo de materia orgánica, entre muchas otras. Entre los cultivos más importantes del Cerrado brasileño está el maíz, el trigo, el frijol, la yuca, pastos forrajeros y principalmente la Soja. Convirtiendo a Brasil en el segundo mayor productor de soja en el mundo (Vidal, 2015). Esta región infértil antes de EMBRAPA, ahora es la principal área de producción de granos de ese país (de Jesús Boaventura, Da Silva & Dutra, 2023) concentrando el 86% de la producción de algodón, 50% de soja, 43% de frijol y 34% de la producción nacional de carne (Fioravanti, 2023).

Durante sus 50 años (cumplidos en el 2023), EMBRAPA ha desarrollado cultivos eficientes y sostenibles de una gran cantidad y variedad de frutas sumando en total unas 419 variedades (Fioravanti, 2023): 72 cultivares de naranja, 53 de durazno, 44 de uva, 24 de cupuaçú, 22 de banana y maracuyá y 10 de ananá y melón, entre muchas otras.

También se pueden nombrar proyectos como el “cerdo light” con menor porcentaje de grasa desarrollado desde 1996, el desarrollo de 140 cultivares de café, técnicas de producción de carne con bajas emisiones de CO₂ y metano (Fioravanti, 2023). Así mismo se pueden seguir nombrando proyectos como (Agroinsight, 2022): co-inoculación de dos bacterias buenas en

semillas de soja que mejoraron en 2,7% su productividad; el aumento de la producción de trigo haciendo de Brasil un exportador de este para Asia y África; el programa “Balde Cheio” en 1998 que aumentó la producción de leche en 19 estados brasileños; desarrollo de plantas de tratamiento para riego de hortalizas; el sistema SATVeg que monitorea el uso del suelo en toda Sudamérica; el uso de la fotónica en la agricultura. También pueden presentarse investigaciones y programas como: El programa de mejoramiento de guaraná iniciado desde 1976 y que ha lanzado 19 variedades de esta fruta (Atroch & Do Nascimento, 2018). En total, EMBRAPA cuenta con una cartera de aproximadamente 1106 productos o tecnologías (Fioravanti, 2023).

Esto demuestra los numerosos estudios científicos que se han realizado desde EMBRAPA y en colaboración con otras instituciones públicas y privadas, así como universidades. En la Tabla 1 se da un listado de trabajos realizados sobre diferentes compuestos, siendo esta solo una pequeña muestra o resumen.

Tabla 1
Trabajos de investigación realizados por EMBRAPA

Área o cultivo	Nombre	Referencia
Mandioca	BRS 396, BRS 397, BRS 398 e BRS 399: novas cultivares de mandioca de mesa com coloração da polpa das raízes amarela e creme	Vieira et al. (2020)
Maracujá	Banco de germoplasma de Passiflora L. ‘Flor da Paixão’: caracterização fenotípica, diversidade genética, fotodocumentação e herborização	Faleiro et al. (2020)
Café	Desempenho agrônômico de genótipos de Café Arábica resistentes a ferrugem no Cerrado Central	Veiga et al. (2020)
Palma de Aceite	Custo médio da irrigação localizada no cultivo de palma de óleo no cerrado	Antonini et al. (2020)
Fertilizantes	Sorghum hybrids grown in hydroponics contrast for phosphorus use efficiency.	Silva et al. (2024)
Girasol	Adaptabilidade e estabilidade de híbridos de girassol de segunda safra de verão no Brasil, anos agrícolas 2016 e 2017	Amabile et al. (2020)
Maiz	Plantas de cobertura do solo recomendadas para a entressafra de milho em Sistema Plantio Direto no cerrado	Moreira et al. (2018)
Trigo	Eficiência de agentes de controle biológico no manejo do brusone do trigo no campo	Sussel & de Melo (2019)
Genética	Isolamento, Cultivo e Criopreservação de Células Somáticas de Mamíferos Silvestres para Formação de um Banco de Germoplasma	Martins et al. (2013)

3.2.2 *Contribuciones de AGROSAVIA en Colombia*

Al igual como EMBRAPA, es muy difícil calcular a ciencia cierta las contribuciones totales que AGROSAVIA ha traído al sector agropecuario colombiano y a la sociedad en general, especialmente a los pequeños campesinos y productores. A pesar de los estudios realizados en los balances sociales, el impacto de un estudio, tecnología, producto o innovación puede ir mucho más allá de lo que sea posible medir. Los proyectos de AGROSAVIA en Colombia son ejecutados durante un tiempo prudencial en dónde se puedan ver resultados y pueda hacerse la transferencia de tecnología.

Entre los múltiples proyectos de AGROSAVIA se pueden presentar algunos importantes llevados a cabo durante los últimos años. El proyecto “Protocolo para la polinización con abejas *Apis mellifera* en cultivos de importancia económica” (AGROSAVIA, 2023), es una estrategia que aprovecha el efecto polinizador para mejorar el rendimiento de cultivos frutales en Boyacá y Cundinamarca. Este proyecto ayudó a aumentar en un 20% la exportación de arándanos y gulipa y aumentó el rendimiento en cultivos de café de un 16%. Con una estimación de un impacto del 60% de AGROSAVIA, se puede decir que generó COP\$8.024 millones.

El proyecto llamado “Sistemas integrados de cultivos, forrajes y forestales para el desarrollo de una ganadería competitiva en la Orinoquía” iniciado en 2007 (AGROSAVIA, 2023), en dónde se usa un cultivo transitorio para la renovación de una pradera además de incorporar los bovinos en una estrategia de pastoreo. Este proyecto a ayudado a aumentar la productividad y sostenibilidad en la cría de estos animales con un impacto de COP\$289 millones durante el 2023.

En el área de cultivos transitorios y agroindustriales se ejecutó el proyecto “Inoculación con bacterias fijadoras de nitrógeno en soya”, que inició en 1989 (AGROSAVIA, 2023), y en el que se recomienda el uso de bacterias simbióticas para la fijación de nitrógeno con el fin de aumentar el rendimiento y disminuir los requerimientos de fertilizantes en el cultivo de soya en Meta y Vichada. Este proyecto mostró un aumento en el rendimiento de 21% más que sin su uso representando un beneficio adicional de COP\$1,6 millones por hectárea en un ciclo en 2023.

Otro proyecto importante de AGROSAVIA que ha estado funcionando desde 1996 es el de “Variedad de caña de azúcar CC 93-7711” (AGROSAVIA, 2023), en dónde se desarrolló una variedad de este producto con un elevado rendimiento y resistencia a enfermedades, además de su excelente calidad para la producción de panela en Santander, Boyacá y Antioquia. Con un impacto

estimado del 45% se estima una generación de beneficios adicionales de COP\$5.362 millones en el 2023 para alrededor de 1.070 productores.

Así como estos se han desarrollado múltiples proyectos en esta institución con la colaboración de entidades públicas, privadas, universidades y la comunidad. Algunos ejemplos son presentados en la Tabla 2.

3.3 Comparación de Enfoques de Investigación

3.3.1 Enfoques de investigación de EMBRAPA

La labor de EMBRAPA tiene como objetivo la eficiencia productiva, la excelente científica, la producción sustentable y la inclusión productiva. Para lograr esto su metodología se apoya en varios pilares fundamentales como: la investigación científica y el desarrollo tecnológico, la colaboración y asociaciones con entidades públicas y privadas; la construcción de una red de centros de investigación en todo Brasil; la transferencia de tecnología al campo; la innovación abierta, la sostenibilidad y cuidado ambiental y la responsabilidad social.

La investigación y desarrollo de esta entidad la ha llevado a tener activos y tecnologías en diferentes campos, de manera más específica EMBRAPA cuenta con portafolios de áreas como: biotecnología, colección biológica, metodologías técnico-científicas, enzimas y catalizadores, estirpes y cepas aisladas, producción vegetal y animal, agropecuaria digital, bebidas y alimentos, residuos, sistemas integrados, máquinas y equipos, entre otros.

El Sistema de Gestión de EMBRAPA (SEG) agrupa un conjunto de portafolios, que abarcan dentro de sí un conjunto de proyectos con temas y objetivos compartidos. EMBRAPA cuenta con 34 portafolios entre los que se encuentran: seguridad y nutrición alimentaria, Amazonas, carnes, convivencia con la sequía, bosques, Fruticultura tropical, integración cultivos-ganadería-bosques, insumos biológicos, granos, cambio climático, pastos, salud animal, servicios ambientales, producción ecológica, etc.

Dentro de estos portafolios a su vez se encuentran los programas, que agrupan también ciertos proyectos según sus características, origen, objetivos o financiamiento. Manejar de manera coordinada un conjunto de proyectos bajo estos programas permite aumentar el impacto de los resultados, en comparación si fueran gestionados individualmente.

Tabla 2*Algunos proyectos realizados y en ejecución de AGROSAVIA*

Área	Título	Año de Inicio	Breve Explicación
Frutales	Clon lulo La Selva	2001	Clon de lulo que mejora la productividad y calidad del cultivo.
Frutales	Estrategia de reactivación productiva con clones de naranja Margaritera en la depresión momposina	2014	Reactivación de cultivos de naranja afectados por eventos climáticos con clones mejorados.
Hortalizas Aromáticas	y Variedades de arveja Obonuco San Isidro y Obonuco Andina	2000	Variedades de arveja de alto rendimiento y calidad culinaria para fortalecer la economía familiar.
Cacao	Esquema para el manejo integrado de la moniliasis en cacao	2005	Manejo de la moniliasis en cacao para mejorar la producción y calidad del grano.
Cacao	Protocolo de renovación/rehabilitación de plantaciones improductivas de cacao	2013	Renovación de plantaciones de cacao para aumentar la productividad.
Cultivos Permanentes	Estrategia para la renovación y nuevas siembras de plantaciones de chontaduro	2013	Estrategia para revitalizar plantaciones de chontaduro afectadas por plagas y clima.
Cultivos Permanentes	Cultivar híbrido O × G Corpoica El Mira de palma de aceite	2010	Híbrido de palma de aceite con alta resistencia a enfermedades y alto rendimiento.
Raíces Tubérculos	y Minitubérculos, semilla de papa de alta calidad	2013	Producción de papa con semilla de alta calidad genética para mejorar rendimientos.
Raíces Tubérculos	y Variedad de yuca Corpoica Tai	2004	Variedad de yuca de alto rendimiento adaptada a la región Caribe.
Cultivos Transitorios Agroindustriales	y Modelos de hornillas paneleras ecoeficientes tipo Cimpa	1987	Hornillas ecoeficientes para reducir costos y mejorar la producción de panela.

Nota: Adaptado de: (AGROSAVIA, 2023).

Existen actualmente cinco programas que son: Programas de apoyo a políticas públicas, programas de mejoramiento genético, programas de desarrollo institucional, programas internacionales y programas cofinanciados. Luego se encuentran los proyectos, que son catalogados como la unidad básica del SEG, y estos pueden definirse como esfuerzos orientados a generar productos, profesos o algún resultado útil.

En cuanto al organigrama de EMBRAPA, su parte administrativa está compuesta por la presidencia y unidades administrativas conocidas como como “*directorias*”: de gobernanza y gestión, de negocios, de investigación e innovación, de personal, servicios y finanzas. Además de órganos como la Defensoría del Pueblo de EMBRAPA (*Ouvidoria*) y la Asesoría de Auditoría Interna. Además de órganos como el Consejo de Administración (Consad), El consejo asesor nacional (Can), el Consejo Fiscal (Confis), entre otros. Por otra parte, se tienen las unidades operativas como tal, que son unidades investigativas descentralizadas y que están ubicadas en diferentes partes del país. Cada una de ellas tiene un enfoque específico de acuerdo con su ubicación y necesidades. La Tabla 3 muestra algunas de ellas y sus enfoques.

La colaboración y asociaciones con entidades públicas y privadas es fundamental para el desarrollo del trabajo de EMBRAPA, pues el trabajo en equipo y colaborativo garantiza que los objetivos se alcancen más rápido y se utilicen todos los recursos tanto en conocimiento como monetarios. La Figura 1 muestra las entidades con las que EMBRAPA tiene relación. Entre estas se resalta la cooperación con organizaciones internacionales, las cuales son gerenciadas por la Oficina de Relaciones Internacionales (ARIN).

Tabla 3*Unidades de Investigación Descentralizadas de EMBRAPA*

Nombre	Ubicación	Enfoque de Investigación
EMBRAPA Acre	Acre, Rio Branco	Investigación agropecuaria general
EMBRAPA Agricultura Digital	São Paulo, Campinas	Tecnología de información aplicada al agronegocio
EMBRAPA Agrobiología	Rio de Janeiro, Seropédica	Fijación Biológica de Nitrógeno y agricultura orgánica
EMBRAPA Agroenergía	Distrito Federal, Brasilia	Investigación en energía de biomasa
EMBRAPA Agroindustria Tropical	Ceará, Fortaleza	Investigación en agroindustria tropical
EMBRAPA Agroindustria de Alimentos	Rio de Janeiro, Rio de Janeiro	Calidad y seguridad de los alimentos
EMBRAPA Agropecuária Oeste	Mato Grosso do Sul, Dourados	Sistemas integrados de producción

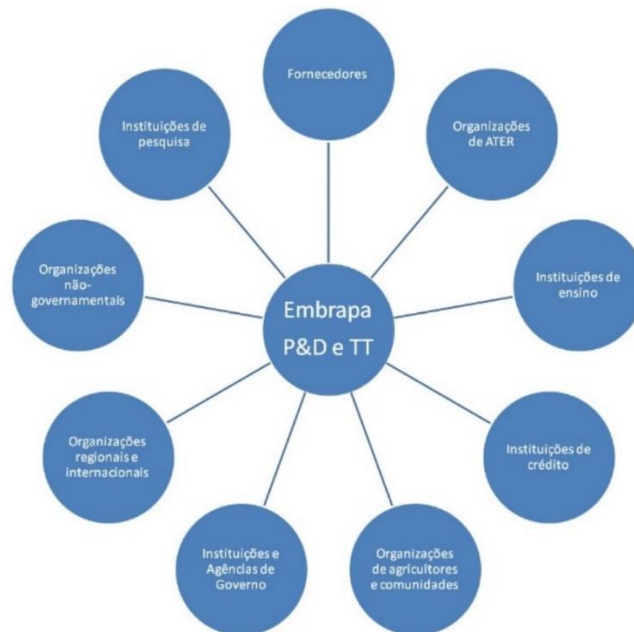
Tabla 3*Continuación*

EMBRAPA Agrossilvipastoril		Mato Grosso, Sinop	Sistemas de producción integrados
EMBRAPA Algodão		Paraíba, Campina Grande	Investigación sobre algodón
EMBRAPA Alimentos e Territórios		Alagoas, Maceió	Desarrollo de productos agroalimentarios
EMBRAPA Amapá		Amapá, Macapá	Investigación agropecuaria general para la Amazonía
EMBRAPA Amazônia Occidental		Amazonas, Manaus	Investigación agropecuaria general para la Amazonía
EMBRAPA Amazônia Oriental		Pará, Belém	Investigación y biodiversidad de la Amazonía
EMBRAPA Arroz e Feijão		Goiás, Santo Antônio de Goiás	Desarrollo de cultivares de arroz y frijol
EMBRAPA Café		Distrito Federal, Brasília	Investigación en caficultura
EMBRAPA Caprinos e Ovinos		Ceará, Sobral	Investigación sobre caprinos y ovinos
EMBRAPA Cerrados		Distrito Federal, Brasília	Investigación sobre biomas del cerrado
EMBRAPA Clima Temperado		Rio Grande do Sul, Pelotas	Tecnologías para agroecosistemas del Sur de Brasil
EMBRAPA Cocais		Maranhão, São Luís	Investigación agropecuaria general
EMBRAPA Florestas		Paraná, Colombo	Investigación en el sector forestal
EMBRAPA Gado de Corte		Mato Grosso do Sul, Campo Grande	Investigación en ganadería de corte
EMBRAPA Gado de Leite		Minas Gerais, Juiz de Fora	Investigación en ganadería de leche
EMBRAPA Hortaliças		Distrito Federal, Brasília	Investigación en hortalizas
EMBRAPA Instrumentação		São Paulo, São Carlos	Tecnologías de instrumentación para el agronegocio
EMBRAPA Mandioca e Fruticultura		Bahía, Cruz das Almas	Investigación en yuca y fruticultura
EMBRAPA Meio Ambiente		São Paulo, Jaguariúna	Investigación en la interfaz agricultura y medio ambiente
EMBRAPA Meio-Norte		Piauí, Teresina	Investigación agropecuaria general para el Medio Norte de Brasil
EMBRAPA Milho e Sorgo		Minas Gerais, Sete Lagoas	Desarrollo de cultivares de maíz y sorgo

Tabla 3*Continuación*

EMBRAPA Pantanal	Mato Grosso do Sul, Corumbá	Investigación en el Pantanal
EMBRAPA Pecuária Sudeste	São Paulo, São Carlos	Investigación en ganadería de corte y leche
EMBRAPA Pecuária Sul	Rio Grande do Sul, Bagé	Investigación en ganadería de corte y leche
EMBRAPA Pesca e Acuicultura	Tocantins, Palmas	Investigación en acuicultura y pesca
EMBRAPA Recursos Genéticos e Biotecnología	Distrito Federal, Brasília	Investigación en recursos genéticos y biotecnología
EMBRAPA Rondônia	Rondônia, Porto Velho	Investigación agropecuaria general con énfasis en Rondônia
EMBRAPA Roraima	Roraima, Boa Vista	Investigación agropecuaria general para Roraima
EMBRAPA Semiárido	Pernambuco, Petrolina	Investigación para el desarrollo del Semiárido
EMBRAPA Soja	Paraná, Londrina	Investigación en soja tropical
EMBRAPA Solos	Rio de Janeiro, Rio de Janeiro	Investigación en suelos tropicales
EMBRAPA Suínos e Aves	Santa Catarina, Concórdia	Investigación en porcicultura y avicultura
EMBRAPA Tabuleiros Costeiros	Sergipe, Aracaju	Investigación en tableros costeros
EMBRAPA Territorial	São Paulo, Campinas	Investigación territorial
EMBRAPA Trigo	Rio Grande do Sul, Passo Fundo	Investigación en producción de granos en invierno
EMBRAPA Uva e Vinho	Rio Grande do Sul, Bento Gonçalves	Investigación en vitivinicultura y fruticultura de clima templado

Nota. Adaptado de: (EMBRAPA, 2024)

Figura 1. Relaciones de EMBRAPA con organismos externos

Nota. Adaptado de (EMBRAPA, 2024).

La transferencia de tecnología al campo garantiza que todo el trabajo investigativo sea aprovechado y puesto en práctica, para esto EMBRAPA cuenta con tres estrategias. La primera de ellas es la Transferencia de Tecnología (TT) como tal, en dónde se comunica a las comunidades interesadas los avances y servicios que se ofrecen, mediante eventos de promoción, jornadas de campo, cursos de capacitación, participación en ferias y eventos, vitrinas tecnológicas y demostraciones. La segunda estrategia es el intercambio de conocimientos (CI) en dónde tecnologías ya desarrolladas son adaptadas en función de los conocimientos tradicionales y empíricos, en función de las realidades específicas de la región. Y la tercera estrategia es la construcción colectiva del conocimiento (CC), que se define como un proceso de interacción basado en el dialogo en dónde la comunidad científica y la población local buscan soluciones de manera conjunta.

La responsabilidad social y el impacto en el desarrollo productivo y económico en Brasil por parte de EMBRAPA es presentado cada año en su Balance Social. Este es un informe, que ha sido mostrado desde hace 27 años, en dónde, la entidad muestra al público sus logros durante el último año. El último presentado es el del año 2023. En este se muestra una serie de logros y resultados que vale la pena resaltar (EMBRAPA, 2023):

- La ganancia social fue de \$85,12 billones, calculado a partir de la evaluación del impacto económico de una muestra de soluciones tecnológicas generadas por la empresa.
- Por cada R\$1 invertido en EMBRAPA, hubo un retorno a la economía brasileña de R\$21,23.
- Fueron creados 66.218 nuevos empleos de manera directa e indirecta.
- EMBRAPA realizó 1.100 acciones de interés social, en donde el 67% de ellas promovieron la equidad de género o raza.
- La entidad recibió 367 premios u homenajes.
- Hubo un aumento del 1000% en 4 años de la cantidad de hectáreas alcanzadas, casi 4 millones de hectáreas.
- Ayudó a que la producción de açaí creciera un 70% en los últimos 5 años.
- Ofertó 143 capacitaciones, entre ellas 119 gratuitas. Con un total de 206.435 inscripciones.
- EMBRAPA está entre las 10 principales instituciones de Brasil en producción de artículos científicos, con 31 mil artículos hasta 2022. Además de más de 205.651.543 descargas de sus publicaciones entre 2014 y 2023.

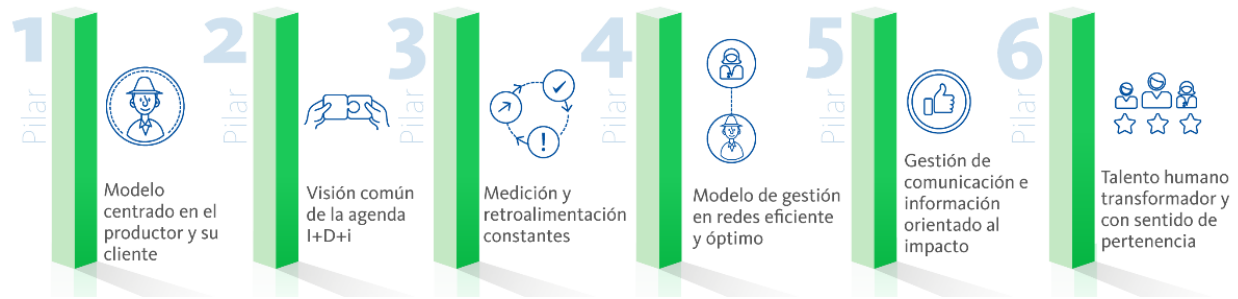
3.3.2 Enfoques de investigación de AGROSAVIA

El propósito superior de AGROSAVIA es “transformar de manera sostenible el sector agropecuario colombiano con el poder del conocimiento para mejorar la vida de productores y consumidores”. Y su metodología y trabajo está soportada en seis pilares como se muestra en la Figura 2.

En función de este propósito el enfoque metodológico de AGROSAVIA se basa: en la investigación participativa, es decir, tener una estrecha colaboración con agricultores, comunidades rurales, asociaciones productivas, empresas del sector privado, universidades, inversores e instituciones internacionales y otras partes interesadas; en la investigación aplicada y experimental a través de sus centros de investigación; en la transferencia de tecnología y conocimiento a través de la capacitación, talleres, visitas de campo, demostraciones y alianzas con

otras instituciones para poder aplicar esos conocimientos desarrollados; en la evaluación y monitoreo de sus proyectos y su impacto en la sociedad colombiana.

Figura 2. Pilares de fundamentos de AGROSAVIA



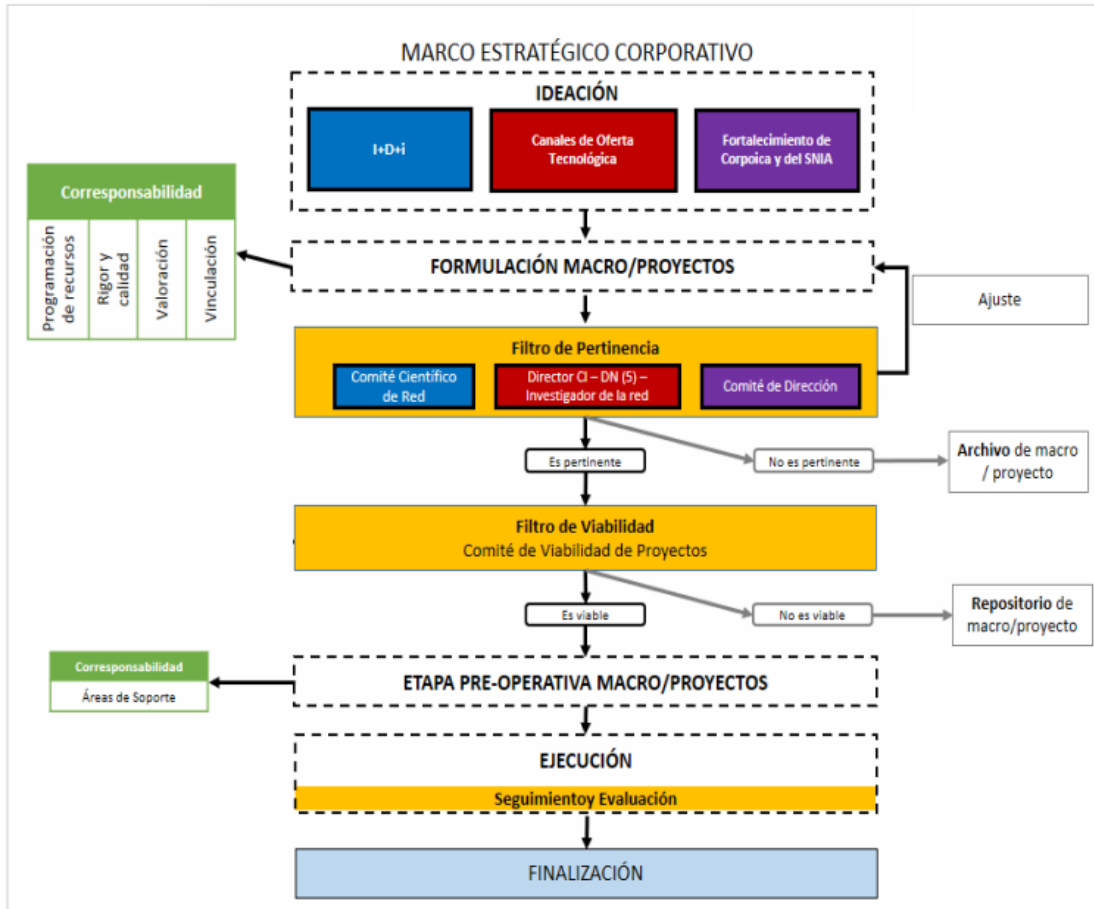
Nota. Adaptado de (AGROSAVIA, 2024a).

El Marco Estratégico Corporativo (MEC) para AGROSAVIA fue definido para dar inicio en el 2018 e ir hasta el 2028. Es decir, actualmente la entidad se rige por este MEC. Para este periodo se estableció un modelo de gestión del conocimiento definido por redes de innovación. Son estas siete redes las bases de la investigación y de las actividades operativas de la entidad, siendo: cacao, cultivos permanentes, cultivos transitorios y agroindustriales, frutales, ganadería y especies menores, hortalizas y plantas aromáticas, y raíces y tubérculos (AGROSAVIA, 2024b). A su vez, estas redes no operan de manera independiente, sino que se integran y articulan entre ellas a través de una arquitectura de redes que permite la participación de diferentes actores de diversas entidades. Dentro de estas redes se clasifican todas las tipologías de proyectos de AGROSAVIA: macroproyectos y proyectos de I-D-i, los proyectos de desarrollo de negocios y los proyectos de fortalecimiento del SNIA (AGROSAVIA, 2017). Dentro de los macroproyectos también se plantean diversos proyectos de menor alcance para lograr cubrir con los objetivos de este.

El proceso de los proyectos en AGROSAVIA siguen un flujo mostrado en la Figura 3, por tanto, se observa que inicialmente se pasa por un proceso de ideación en el cual se establecen las ideas y proyectos que irán a ser presentados. Luego estos pasan por un proceso de formulación tanto de macroproyectos como proyectos, para pasar por un filtro de pertinencia y de viabilidad. Una vez se establezca que el macro/proyecto es viable se inicia la etapa pre-operativa, seguida de

la de ejecución, seguimiento y evaluación y por último la finalización y cumplimiento del proyecto.

Figura 3. Flujo de la agenda dinámica corporativa de I+D+i.



Nota. Adaptado de (AGROSAVIA, 2017)

La estructura organizacional de AGROSAVIA permite que estos proyectos sean ejecutados de la mejor manera posible. La Figura 3 muestra la composición de esta entidad. Se observa que cuenta con órganos administrativos y órganos operativos como los centros de investigación (AGROSAVIA, 2024b). Actualmente como tal AGROSAVIA cuenta con 13 centros de investigación encargados de las labores operativas y de investigación y 9 sedes adscritas con funciones administrativas y de cooperación con diferentes actores (AGROSAVIA, 2023b). La Tabla 4 muestra el registro de los centros de investigación, sedes y centros experimentales.

Tabla 4*Centros de Investigación, sedes y fincas experimentales de AGROSAVIA*

Nombre	Ubicación	Enfoque de Investigación
Centro de Investigación Caribia	Zona Bananera, Magdalena	Frutales, Hortalizas, Recursos Genéticos Vegetales
Centro de Investigación Carimagua	Puerto Gaitán, Meta	Sistemas Agropastoriles, Manejo de Suelos
Centro de Investigación El Mira	Tumaco, Nariño	Frutales, Hortalizas, Palma de Aceite
Centro de Investigación El Nus	San Roque, Antioquia	Ganado, Cultivos Diversificados
Centro de Investigación La Libertad	Puerto López, Meta	Bovinos, Sistemas Agroforestales
Centro de Investigación La Selva	Rionegro, Antioquia	Frutales de Clima Frío, Hortalizas, Papa, Leguminosas
Centro de Investigación La Suiza	Rionegro, Santander	Ganadería, Cultivos de Clima Medio
Centro de Investigación Motilonia	Codazzi, Cesar	Algodón, Frijol, Ajonjolí, Silvopastoreo
Centro de Investigación Nataima	Espinal, Tolima	Algodón, Arroz, Sorgo, Maní, Frutales
Centro de Investigación Obonuco	Pasto, Nariño	Papa, Frutales, Leche
Centro de Investigación Palmira	Palmira, Valle del Cauca	Cítricos, Piña, Hortalizas
Centro de Investigación Tibaitatá	Mosquera, Cundinamarca	Diversificado: Biotecnología, Recursos Genéticos
Centro de Investigación Turipaná	Montería, Córdoba	Arroz, Maíz, Yuca, Pastos
Sede Cimpa	Barbosa, Santander	Panela
Sede El Carmen de Bolívar	El Carmen de Bolívar, Bolívar	Tropicales: Yuca, Ñame, Ganadería
Sede Cúcuta	Cúcuta, Norte de Santander	Validación Tecnológica
Sede Eje Cafetero	Manizales, Caldas	Diversificado: Agricultura y Ganadería
Sede Florencia	Florencia, Caquetá	Frutales, Ganadería
Sede Popayán	Popayán, Cauca	Hortalizas, Ganadería
Sede Tunja	Tunja, Boyacá	Ganadería, Agricultura Diversificada
Sede Yopal	Yopal, Casanare	Ganadería, Agricultura
Finca Experimental Taluma	Puerto López, Meta	Ganadería, Agricultura
Finca Experimental La Trinidad	Suán, Atlántico	Horticultura, Recursos Genéticos
Sede Central AGROSAVIA	Mosquera, Cundinamarca	Administrativo, Coordinación General

Nota. Adaptado de: (AGROSAVIA, 2024)

AGROSAVIA ofrece una gran cantidad de productos y servicios. En cuanto a la oferta tecnológica, se encuentra dividida en cuatro: línea agrícola, línea pecuaria, servicios de laboratorio y sistemas de información. Por ejemplo, la línea agrícola abarca las áreas de: cacao, cultivos permanentes, transitorios y agroindustriales, frutales, hortalizas y plantas aromáticas, raíces y tubérculos. Entre los que están variedades más resistentes y productivas de arveja, berenjena, cacao, marañón, palma de aceite, caña, guayaba, papa criolla, papa perla negra y Mary, sorgo, soya, yuca y muchos otros. También cuenta con servicio de laboratorio en áreas como: entomología, genética animal, microbiología agrícola, microbiología pecuaria y salud animal, producción vegetal, química analítica y reproducción animal (AGROSAVIA, 2024c).

Esta entidad centra su labor en el trabajo corporativo con diferentes tipos de entidades y socios. AGROSAVIA cuenta con una red fuerte de colaboradores compuestos por universidades, centros privados de investigación, instituciones del estado y gremios que apoyan sus funciones (AGROSAVIA, 2020b).

En AGROSAVIA desde el 2017 se ha realizado un Balance Social de manera anual. En este documento se resume el impacto y resultados que ha tenido la entidad durante ese último año. El último balance disponible actualmente es el del año 2023, y a continuación se muestra una serie de logros importantes para la entidad y para el país en general (AGROSAVIA, 2023):

- Retorno social de COP\$3,52 de beneficio social por cada peso invertido.
- El beneficio social para los productores fue de COP\$1,049 billones.
- Durante el 2023 fueron analizadas 30 tecnologías en ejecución.
- En promedio a AGROSAVIA se le atribuye un 60% de los beneficios entregados por sus tecnologías.
- Aproximadamente 35 instituciones nacionales e internacionales colaboraron con AGROSAVIA durante el 2023.
- Durante el 2023 el retorno social fue mayo a años anteriores, el cual ha ido en aumento, en el año 2022 fue de COP\$2,63 por cada peso, de COP\$2,55 en el 2021, de COP\$2,53 en el 2020, de \$2,51 para el 2019, de COP\$1,82 en el 2018 y de COP\$1,73 para el 2017.

Otros logros importantes de mencionar de AGROSAVIA durante su funcionamiento ha sido el constante fortalecimiento de sus centros de investigación y la modernización y ampliación de sus laboratorios. Además, se destaca también aquellos programas relacionados con la

implementación del Acuerdo de Paz, entre los que se puede nombrar al convenio Bolsa de Semillas para la Paz y la articulación de esta entidad con el SENA para ofertar tecnologías y técnicas orientadas a las habilidades claves de los agropecuarios en el país (AGROSAVIA, 2020b).

3.3.3 Comparación y análisis

EMBRAPA de Brasil y AGROSAVIA de Colombia son dos entidades fundamentales en la investigación agropecuaria de sus respectivos países y que desempeñan roles cruciales en la mejora de la productividad agrícola y en el desarrollo de tecnologías sostenibles. Estas dos entidades comparten objetivos similares, pero tienen diferencias en su historia, origen, estructura organizacional, forma de manejar los proyectos, enfoques, recursos y nivel de impacto.

Como se observó en la historia de cada una de estas instituciones EMBRAPA inicia operaciones en 1973, aunque desde la década de 1930 el gobierno Brasileño inicia la creación de entidades encargadas de la investigación y desarrollo agropecuario. Por otra parte, AGROSAVIA da inicio como CORPOICA en 1992, sin embargo, la idea de una institución encargada de la investigación agropecuaria inicia con el ICA en 1962. Ya en este punto se puede ver que este proceso inicia en Brasil acerca de 30 años antes, lo que supone una ventaja y una experiencia mayor en este país frente a Colombia.

El desarrollo de ambas instituciones fue determinado por los cambios de gobierno y la situación social. EMBRAPA debió enfrentar dificultades políticas, gobiernos militares dictatoriales, problemas sociales agravados por el racismo, la pobreza y la desigualdad y el reto de gestionar la agropecuaria de un país 7.45 veces más grande que Colombia, y con una mayor cantidad de ecosistemas y biomas diferentes entre sí. Debido a su gran tamaño cuenta con condiciones ecuatoriales hacia la Amazonía y con condiciones que presentan variaciones más marcadas en las estaciones hacia la zona sur. Además, de la dificultad de acceder a gran parte del territorio brasileño y el problema del bioma llamado como “cerrado” una gran extensión de tierra en el centro del país naturalmente infértil. Por otra parte, AGROSAVIA debió enfrentar problemas sociales similares en cuanto a pobreza, desigualdad, problemas políticos, guerras internas y los estragos de la violencia bipartidista en el país, la violencia generada por las guerrillas, paramilitares, el narcotráfico y los carteles de la droga en el país. Esta entidad en Colombia ha enfrentado y sigue enfrentando problemas relacionados a la violencia, y al uso de tierras para

cultivos ilícitos, la falta de presupuesto, la corrupción y muchos problemas sociales. A pesar de que el contexto social y político de ambas entidades difiere, ambas han estado marcadas por los problemas sociales y políticos del país, lo que con seguridad ha retrasado sus actividades y ha evitado que desarrollen sus actividades de manera adecuada.

Sin embargo, Brasil tiene una ventaja frente a Colombia en cuanto a la importancia e inversión dada al área de investigación e Innovación, no solo en agropecuaria sino de manera general. La inversión en educación e investigación es mayor, claro teniendo en cuenta que Brasil es mucho más grande tanto en territorio como en población, de manera equivalente Colombia aún está muy por debajo. La diferencia en inversión es abismal, EMBRAPA cuenta con casi US\$1000 millones de presupuesto mientras que AGROSAVIA cuenta con US\$70 millones, es decir, el presupuesto de EMBRAPA es más de 14 veces mayor que el de AGROSAVIA. Ya de por sí esta gran diferencia muestra y explica los mayores resultados, logros, investigaciones, centros de investigación, cooperaciones, entre otros, que tiene Brasil en esta área. Claro está, que EMBRAPA ha logrado esto con su esfuerzo, dedicación e investigación a través de los años.

Aunque suene como excusa, no es algo aislado que el conflicto armado en Colombia hace que el trabajo sobre comunidades agrícolas sea extremadamente difícil y peligroso. Los investigadores y la comunidad de las zonas rurales (en dónde principalmente se mueven estos actores armados) corren múltiples riesgos, lo que hace que este proceso de investigación sea lento. Y por supuesto, la ineficiencia de las instituciones de Colombia hace que esto sea aún menos eficiente, como lo muestran diversos testimonios (AGROSAVIA, 2020b).

Claramente EMBRAPA es un ejemplo a seguir por AGROSAVIA, una muestra de que los países Latinoamericanos pueden desarrollar conocimiento científico que se adapte a sus condiciones, suelos y contexto y que al igual como Brasil, Colombia pueda volverse una potencia en producción agropecuaria y un fuerte exportador de este tipo de productos. Pero esto no es de ahora, desde hace muchos años AGROSAVIA ha visto el trabajo de EMBRAPA y ha tomado de allí inspiración. Un ejemplo de esto, son los Balances Sociales, un documento que muestra y cuantifica el impacto que los proyectos, acciones, tecnologías y productos de estas entidades han tenido sobre la sociedad. EMBRAPA ha implementado este tipo de informes con una metodología rigurosa desde hace 27 años, y AGROSAVIA siguiendo esta metodología lo ha implementado desde el 2017 (AGROSAVIA, 2020b).

Los enfoques investigativos es una similitud entre ambas entidades: la búsqueda de la eficiencia, la reducción de agrotóxicos, la mejora en las variaciones de semillas, el aumento en la eficiencia en ganadería, el desarrollo de sistemas productivos mejores, la conservación y la creación de bancos de microorganismos y semillas, entre otras. A pesar de que la gestión de proyectos y el manejo de estos se lleve administrativamente de manera diferente, ambas entidades también cuentan con centros de investigación descentralizados distribuidos por todo el país (En el caso de EMBRAPA a nivel internacional también) y que tienen sus especializaciones definidas según la región y lugar dónde se encuentren.

En 2023 se presentó un ranking realizado por Elsevier en dónde se evaluaron instituciones dedicadas a la investigación e innovación agrícola. En las que fueron evaluadas instituciones a nivel internacional, pero en el contexto de Latinoamérica fueron evaluadas 613 organizaciones científicas. La Tabla 5 muestra las posiciones de instituciones de varios países de Latinoamérica y sus posiciones tanto a nivel institucional como a nivel regional. En esta se observa a nivel de Latinoamérica EMBRAPA ocupa el puesto 30 mientras que AGROSAVIA el 160.

Por otra parte, en el informe de evaluación de desempeño institucional 2019-2023 de AGROSAVIA se hace una recomendación en cuanto al fortalecimiento del rol e imagen de AGROSAVIA a nivel internacional, como hace EMBRAPA en Brasil (AGROSAVIA, 2023b). Esto aprovechando la buena imagen de AGROSAVIA y su buena relación en redes de investigación internacional, para fortalecer la cooperación internacional, ofreciendo y aportando a países de interés para el Ministerio de relaciones exteriores de Colombia.

Tabla 5.

Posición de AGROSAVIA en Rankings de Investigación Agrícola en Latinoamérica.

Entidad	País	Ranking Internacional	Ranking Latinoamericano	% Mundial
Alianza Bioiversity	CIAT- Internacional	2312	33	28
EMBRAPA	Brasil	2210	30	27
INIA	Chile	4533	141	55
INTA	Argentina	4731	154	57
INIFAP	México	5580	236	67
INIA	Uruguay	5689	249	68
AGROSAVIA	Colombia	4783	160	57

Nota. Adaptado de: (AGROSAVIA, 2023b, p. 18)

El sector agrícola en América Latina se enfrenta a retos considerables, entre los que destacan el cambio climático, la pobreza y la desigualdad. La región de América Latina y el Caribe abarca el 23% de las tierras agrícolas y el 46% de los bosques tropicales a nivel mundial, lo que resalta su relevancia tanto en la producción global de alimentos como en los esfuerzos para mitigar el cambio climático (Cristini, 2023). Sin embargo, el aumento de las temperaturas y la variabilidad climática ya están afectando la productividad agrícola, ocasionando pérdidas en las cosechas y reduciendo la eficiencia en la ganadería. Las proyecciones indican que, aunque algunas áreas y tipos de cultivos podrían beneficiarse, otras regiones, especialmente las cercanas al Ecuador o aquellas afectadas por lluvias intensas o sequías, podrían sufrir una notable disminución en su productividad (Cristini, 2023).

Además de estos desafíos climáticos, existen problemas estructurales como la pobreza y la exclusión social, que limitan la capacidad de adaptación de los agricultores. La falta de acceso a servicios esenciales como seguros médicos, pensiones y otros beneficios básicos incrementa la vulnerabilidad del sector agrícola, particularmente en países como Colombia y Honduras (Ramírez, 2022). Por otro lado, la expansión de la frontera agrícola plantea un dilema significativo: aunque se busca aumentar la producción para satisfacer la demanda mundial, esta expansión podría acelerar la deforestación y la degradación del suelo, especialmente en Brasil y Argentina (Cristini, 2023).

Enfrentar estos desafíos requiere una transformación profunda del sector agrícola, lo cual implica la adopción de nuevas tecnologías, la mejora de las infraestructuras de riego, la implementación de políticas públicas que promuevan prácticas agrícolas sostenibles y sobre todo la inversión en investigación y desarrollo tecnológico. Además, es crucial fortalecer la cooperación internacional para abordar conjuntamente amenazas globales como el cambio climático y la inseguridad alimentaria (Cristini, 2022; Ramírez Vargas, 2022).

El progreso del sector agrícola en América Latina ha estado influenciado por factores como el avance técnico y la liberalización comercial. Así mismo, la incorporación de nuevas tecnologías y la apertura de los mercados han mejorado la competitividad del sector, aunque estos logros no han sido uniformes en todos los países. Además, según Evenson y Días (2010 citado por Pabón, 2018), el aumento de la productividad en la región ha sido inferior al de otras partes del mundo.

Este análisis de la situación Latinoamericana incluye sin lugar a duda a países como Colombia y Brasil. Ambos cuentan con similitudes en cuanto a ciertas regiones como las amazonas y otros ecosistemas. Además, ambos países deben enfrentar las graves consecuencias que el cambio climático ha traído y traerá a estos países en el sector agropecuario y que impactan a toda la sociedad en general, debido a fenómenos naturales como fuertes lluvias que ocasionan inundaciones. Así mismo, Brasil principalmente, enfrenta una lucha contra la deforestación, en dónde para algunos sectores conservacionistas, la agropecuaria y la influencia de entidades como EMBRAPA ahondan en este problema ambiental y no buscan soluciones realmente efectivas.

De la misma manera, Colombia y Brasil comparten una de las zonas naturales más importantes del mundo, la Amazonía. La cooperación científica, ambiental y política para la protección de este tipo de áreas es fundamental no solamente para su conservación, sino para la búsqueda de alternativas, que permita el crecimiento agropecuario, pero sin afectar el medio ambiente. Todo esto lleva a concluir que para lograr un mejor desempeño, es crucial que los países de la región incrementen sus inversiones en investigación y desarrollo, y fortalezcan sus políticas públicas para fomentar un crecimiento agrícola sostenible.

3.4 Fortalecimiento de la Colaboración Regional

3.4.1 Importancia de la colaboración

La cooperación en los ámbitos de la investigación y la innovación es clave para el progreso científico y el desarrollo tecnológico. Desde mediados del siglo XX, según se recoge en la literatura, la creación de conocimiento ha dependido cada vez más de redes colaborativas de investigadores que operan de manera conjunta, lo cual facilita el logro de metas comunes de forma más rápida y eficaz (González & Gómez, 2014). Además, la colaboración internacional en investigación también es esencial en la transferencia de conocimientos entre la ciencia y el sector empresarial y aplicado, y con esto propician cambios en los sistemas nacionales de innovación (Giachi, 2019).

En cuanto a la agropecuaria, la cooperación internacional resulta esencial para enfrentar los retos globales relacionados con la sostenibilidad y la seguridad alimentaria. En Colombia, por ejemplo, esta colaboración ha permitido importantes avances en el sector agrícola, principalmente

a través de redes científicas que incluyen a universidades, centros de investigación y organizaciones internacionales como el CIAT y el CGIAR, que desempeñan un papel fundamental en el desarrollo y difusión de innovaciones en el ámbito agrícola (Romero-Riaño y Pertuz-Comas, 2019).

Estas asociaciones promueven con su trabajo conjunto el intercambio de conocimientos y recursos contribuyendo a optimizar la productividad agrícola y a mejorar la gestión de los recursos naturales en los países en desarrollo. Además, la diversidad presente en estas redes de colaboración científica es un elemento clave que incrementa el impacto de los resultados de investigación, ya que permite una mayor diversidad en la creación de conocimiento y fortalece las relaciones internacionales, aumentando así el capital social de las instituciones participantes.

3.4.2 Acciones para fortalecer la colaboración

Cada país de Latinoamérica cuenta con entidades cuyo propósito es la investigación agropecuaria, y con cada una de ellas tanto EMBRAPA como AGROSAVIA tienen oportunidades de colaboración y de compartir conocimiento. Por ejemplo, instituciones como el INIA de Chile, INTA de Argentina, INIFAP de México, INIA de Uruguay y muchos otros. También EMPRABA y AGROSAVIA cuentan con colaboraciones con países de otros continentes como Japón, China, Holanda, Alemania, Corea del Sur y muchos otros.

Por ejemplo, AGROSAVIA realizó en los proyectos llamados “Modelos de hornillas paneleras ecoeficientes tipo Cimpa” y “Variedad de caña de azúcar RD 75-11” con colaboración del Gobierno de Holanda. Así como entidades internacionales como: Banco Interamericano de Desarrollo (BID), Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), Gobierno de Holanda, Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), entre otros.

Por otra parte, EMBRAPA ha realizado investigaciones y colaborado en varios países de África y en Venezuela. También ha realizado investigaciones y colaboraciones con países como China e India (ya que pertenece al BRICS), con Francia, y muchos otros países. También cabe resaltar que ha habido múltiples colaboraciones entre Brasil y Colombia, e incluso entre AGROSAVIA y EMBRAPA.

En cuanto a propuestas de acciones concretas para mejorar la colaboración entre EMBRAPA y AGROSAVIA, se puede decir:

- Crear proyectos colaborativos que aborden problemas comunes en agricultura y ganadería, como el manejo sostenible de recursos naturales, la mejora de cultivos resistentes a enfermedades y la adaptación al cambio climático. Estos proyectos pueden beneficiarse de la experiencia y capacidades complementarias de ambas instituciones.
- Implementar programas de intercambio de investigadores, técnicos y estudiantes entre EMBRAPA y AGROSAVIA para fomentar la transferencia de conocimientos, habilidades y experiencias. Este intercambio puede incluir estancias cortas y largas para trabajar en proyectos específicos, así como la participación en talleres y seminarios.
- Facilitar el acceso mutuo a infraestructuras de investigación, como laboratorios, invernaderos y estaciones experimentales. La compartición de estos recursos puede optimizar los costos de investigación y permitir un mayor alcance de los proyectos.
- Crear una plataforma digital conjunta para la gestión de datos de investigación, publicaciones y herramientas de colaboración en línea. Esta plataforma podría incluir repositorios de datos abiertos, herramientas de análisis y foros de discusión para facilitar la comunicación y coordinación entre los equipos de investigación de ambas organizaciones.
- Establecer redes de innovación que incluyan a agricultores, cooperativas, y actores del sector privado de ambos países. Estas redes pueden facilitar la transferencia de tecnología y buenas prácticas desarrolladas por EMBRAPA y AGROSAVIA a las comunidades rurales, asegurando que las innovaciones lleguen a los usuarios finales.
- Trabajar en conjunto con los gobiernos de Brasil y Colombia para fortalecer el marco de colaboración institucional entre EMBRAPA y AGROSAVIA. Esto puede incluir acuerdos bilaterales que promuevan la financiación conjunta de proyectos de investigación y desarrollo, así como incentivos para la innovación en el sector agropecuario.

3.4.3 *Estudios de caso de colaboración exitosa*

Diversos proyectos han sido realizados entre Colombia y Brasil, más específicamente en AGROSAVIA y EMBRAPA relacionados con la agropecuaria. El proyecto llamado “Clones mejorados de marañón para la altillanura” fue desarrollado entre estas dos instituciones, además de la Universidad de los Andes en Colombia, La Asociación de Productores de Marañones de la Sabana, entre otras (AGROSAVIA, 2023a). Este proyecto busca el desarrollo de clones adaptados de este producto a las condiciones agroecológicas de la altillanura colombiana, mientras se reaprovecha los residuos de estos cultivos en ellos mismos.

Otro proyecto es “Inoculación con bacterias fijadoras de nitrógeno en soya”, en dónde se usan bacterias simbióticas para fijar el nitrógeno del aire al suelo y de allí a la planta, aumentando el rendimiento en su cultivo y la disminución de fertilizantes para alcanzar los niveles de nitrógeno necesarios. Este proyecto fue realizado por AGROSAVIA en Colombia con aliados como EMBRAPA, la FAO, El Centro de Cooperación Internacional en Investigación Agronómica para el Desarrollo-Instituto de Investigaciones Agronómicas Tropicales y de Cultivos Alimenticios (CIRAD-IRAT), Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) y Empresa Brasileira de Investigación Agropecuaria (EMBRAPA) (AGROSAVIA, 2023a).

El informe de Balance Social de AGROSAVIA (2021) muestra que EMBRAPA colaboró en 31 publicaciones científicas con AGROSAVIA hasta ese año, las cuales cuentan contaban en ese momento con 1333 citaciones en bases de datos científicas como Scopus, Web of Science y Scielo. AGROSAVIA cuenta también con una alianza con EMBRAPA suscrita en 2012 en dónde se aislaron cepas de bacterias nativas que permiten producir biofertilizantes para sistemas silvopastoriles en la región caribe colombiano (AGROSAVIA, 2020a).

Por otra parte, se puede nombrar también un encuentro entre AGROSAVIA de Colombia, Epagri de Brasil y EMBRAPA se centró en evaluar dos cultivares de mandioquinha-salsa, Coqueiral e Inca, desarrollados por Epagri. Realizado en Campo Alegre, Santa Catarina, el 26 de septiembre y se enfocó en las cualidades de los cultivares, como su adaptabilidad a climas templados y alta productividad, alcanzando hasta 88 toneladas por hectárea. Los resultados destacaron el interés de AGROSAVIA en establecer una cooperación técnica futura con Epagri para intercambiar material vegetal y probar tecnologías de manejo en Colombia, mejorando así la producción agrícola en ambos países (EPAGRI, 2023).

Otra colaboración entre las dos entidades se centró en enfrentar la amenaza del hongo *Fusarium* raza 4 tropical (Foc R4T) en cultivos de banano y plátano (AGROSAVIA, 2022c). Janay Almeida dos Santos Serejo de EMBRAPA capacitó a investigadores de AGROSAVIA en técnicas biotecnológicas, como la propagación *in vitro* y el rescate de embriones de musáceas, para mejorar la resistencia a Foc R4T. Además, se revisaron protocolos para el cultivo de banano y se introdujeron genotipos resistentes.

También se puede nombrar una colaboración entre AGROSAVIA, AUGURA y EMBRAPA, que se enfoca en el manejo, contención y erradicación del marchitamiento por *Fusarium* Raza 4 Tropical (Foc R4T) en cultivos de banano. AGROSAVIA presentó avances en técnicas de detección temprana mediante PCR digital, caracterización genética del patógeno, estudios de dispersión y manejo del suelo. Además, se está trabajando en mejorar genéticamente los cultivos para resistir Foc R4T, introduciendo materiales resistentes y evaluando su adaptabilidad. EMBRAPA y AUGURA colaboran en la investigación y desarrollo de nuevas variedades resistentes mediante técnicas convencionales y biotecnológicas, enfocándose en proteger la producción bananera de exportación y local.

4 Conclusiones

A partir del desarrollo de la presente monografía se puede concluir que:

- Tanto EMBRAPA en Brasil como AGROSAVIA en Colombia han demostrado ser actores clave en el desarrollo agrícola de sus respectivos países. La investigación y el desarrollo en el sector agropecuario son esenciales para mejorar la productividad, la sostenibilidad y la competitividad en el mercado global.
- La colaboración entre EMBRAPA y AGROSAVIA ha resultado en significativos avances tecnológicos y científicos. Las alianzas estratégicas y los proyectos conjuntos han permitido la transferencia de tecnologías innovadoras y mejores prácticas, beneficiando no solo a Brasil y Colombia, sino también a otros países de la región.
- Ambos países enfrentan desafíos comunes como el cambio climático, la deforestación y la necesidad de aumentar la eficiencia y reducir el uso de agrotóxicos. Sin embargo, también existen oportunidades significativas para fortalecer la colaboración en la investigación y la implementación de nuevas tecnologías que mejoren la resiliencia agrícola frente a estos desafíos.
- Las actividades de EMBRAPA y AGROSAVIA han tenido un impacto económico significativo, generando beneficios sociales y económicos para los productores rurales. En Colombia, AGROSAVIA ha demostrado que la inversión en investigación agropecuaria puede traducirse en mejoras concretas en la productividad y en la calidad de vida de los agricultores.
- Se destaca la necesidad de continuar fortaleciendo la cooperación internacional en investigación agropecuaria. Un mayor intercambio de conocimientos, recursos y tecnologías es fundamental para enfrentar los retos globales en sostenibilidad y seguridad alimentaria.

5 Referencias

- Corporación colombiana de investigación agropecuaria (AGROSAVIA). (2017). Marco Estratégico Corporativo (MEC) 2018-2028 [Documento PDF]. Agrosavia <https://www.agrosavia.co/media/3422/mec-agrosavia.pdf>
- Corporación colombiana de investigación agropecuaria (AGROSAVIA). (2020a). Balance Social 2020 [Documento PDF]. Agrosavia. <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/36633>
- Corporación colombiana de investigación agropecuaria (AGROSAVIA). (2020b). Más savia para el agro colombiano (Informe de la primera evaluación externa de desempeño institucional) [Documento PDF]. Agrosavia. https://www.agrosavia.co/media/3399/af_informe-evaluacion-institucional-AGROSAVIA_.pdf
- Corporación colombiana de investigación agropecuaria (AGROSAVIA). (2021). Balance Social 2021 [Documento PDF]. Agrosavia. <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/37053>
- Corporación colombiana de investigación agropecuaria (AGROSAVIA). (2022a). Corpoica, antecedentes, objetivos, misión y estructura. Agrosavia. <https://buscador.una.edu.ni/Record/RepoAGROSAVIA37112>
- Corporación colombiana de investigación agropecuaria (AGROSAVIA). (2022b). Investigación y Conocimiento por un campo sostenible. Agrosavia, <https://portales.vanguardia.com/especiales-vanguardia/contenido/agrosavia/>
- Corporación colombiana de investigación agropecuaria (AGROSAVIA). (2022c). Biotecnología y técnicas de multiplicación como parte de la estrategia para hacer frente a Foc R4T en musáceas. Agrosavia. <https://www.agrosavia.co/noticias/biotecnolog%C3%ADa-y-t%C3%A9cnicas-de-multiplicaci%C3%B3n-como-parte-de-la-estrategia-para-hacer-frente-a-foc-r4t-en-mus%C3%A1ceas>
- Corporación colombiana de investigación agropecuaria (AGROSAVIA). (2023a). Balance Social 2023 [Documento PDF]. Agrosavia. https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/39036/Ver_Documento_39036.pdf?sequence=4&isAllowed=y

- Corporación colombiana de investigación agropecuaria (AGROSAVIA). (2023b). Aportes de Agrosavia a la agricultura sostenible de Colombia: Informe de evaluación de desempeño institucional 2019-2023. Agrosavia. <https://www.agrosavia.co/media/usknsdnu/evaluacion-institucional-2023.pdf>
- Corporación colombiana de investigación agropecuaria (AGROSAVIA). (2024a). Qué hacemos.. <https://www.agrosavia.co/>
- Corporación colombiana de investigación agropecuaria (AGROSAVIA). (2024b). Redes de Innovación de Agrosavia. <https://www.agrosavia.co/nosotros/redes>
- Corporación colombiana de investigación agropecuaria (AGROSAVIA). (2024c). Mapa de Navegación. Agrosavia. <https://www.agrosavia.co/nosotros/transparencia-y-acceso-a-informacion-publica/mapa-de-navegacion>
- Amábile, R. F., Matos, V. A. T., Dalchiavon, F. C., Borba Filho, A. B., Alves, A. D., Freitas, R. J., Anselmo, J. L., Silva, A. G., Godinho, V. P. C., & Carvalho, C. G. P. (2020). Adaptabilidade e estabilidade de híbridos de girassol de segunda safra de verão no Brasil, anos agrícolas 2016 e 2017 (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento No. 356) [Documento PDF]. Embrapa.. <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/216496/1/Bolpd-356-ainfo.pdf>
- Antonini, J. C. A., de Oliveira, A. D., & Kinpara, D. I. (2020). Custo médio da irrigação localizada no cultivo de palma de óleo no Cerrado (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento No. 362) [Documento PDF]. Embrapa. <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/221839/1/Bolpd-362-Jorge-Antonini-Web.pdf>
- Atroch, A. L., & do Nascimento Filho, F. J. (2018). Guarana—*Paullinia cupana* Kunth var. *sorbilis* (Mart.) Ducke. In *Exotic Fruits*. 225-236. Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803138-4.00029-0>
- Banco Mundial. (2024a). Agricultura y alimentos.. <https://www.bancomundial.org/es/topic/agriculture/overview#1>
- Banco Mundial. (2024b). Agricultura, silvicultura y pesca, valor agregado (% del PIB).. https://datos.bancomundial.org/indicador/NV.AGR.TOTL.ZS?most_recent_year_desc=true&view=chart

- Barbosa, C. A. M., Bueno, Y. M., Sá, T. D. de A., & Vidal, M. C. (Eds.). (2018). Fome Zero e agricultura sustentável: contribuições da Embrapa. <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/183521/1/Livro-Carlos-B-Medeiros-ODS-2-fome-zero-e-agricultura-sustentavel.pdf>
- Bravo, D., Santander, M., Rodríguez, J., Escobar, S., Ramtahal, G., & Atkinson, R. (2022). 'From soil to chocolate bar': identifying critical steps in the journey of cadmium in a Colombian cacao plantation. *Food Additives & Contaminants: Part A*, 39(5), 949-963. <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/19440049.2022.2040747>
- Bula, A. (2020). Importancia de la Agricultura en el Desarrollo Socio-Económico. RepHip UNR. <https://rephip.unr.edu.ar/server/api/core/bitstreams/01386ca3-0d9f-4d19-a234-14196c0a87b0/content>
- Carvalho, A. M., de Oliveira, A. D., Coser, T. R., Martins, A. D., Marchão, R. L., Pulronik, K., & Carolino de Sá, M. A. (2018). Plantas de cobertura do solo recomendadas para a entressafra de milho em Sistema Plantio Direto no cerrado (Comunicado Técnico No. 181). Embrapa. <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/184756/1/CT-181.pdf>
- Crespo Garay, C. (2022). ¿Cuál fue el origen de la agricultura?. National Geographic. <https://www.nationalgeographic.es/historia/2022/01/cual-fue-el-origen-de-la-agricultura>
- Cristini, M. (2023). Policy Paper No. 20: El sector agropecuario extensivo en América Latina: oportunidades y desafíos del cambio climático y la protección de la biodiversidad. Banco de Desarrollo de América Latina. <https://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/2035/El%20sector%20agropecuario%20extensivo%20en%20Am%C3%A9rica%20Latina-%20oportunidades%20y%20biodiversidad.pdf?sequence=10&isAllowed=y>
- De Jesus Boaventura, K., da Silva, C. M., & Dutra, S. S. (2023). Building Soil Fertility: EMBRAPA and the Agronomic Development for the “Conquest” of the Brazilian Cerrado (1975-95). *Historia agraria: Revista de agricultura e historia rural*, (89), 247-278. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8879015>
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). (2023). Balanço Social 2023. Embrapa. <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/doc/1163847/1/BS-023.pdf>
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). (2024). Missão da Embrapa.. <https://portaldxp-h.sede.embrapa.br/missao-visao-e-valores>

- Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI). (2023). Cultivares de mandiocinha-salsa da Epagri despertam interesse de pesquisadores da Colômbia. EPAGRI. <https://www.epagri.sc.gov.br/index.php/2023/11/01/cultivares-de-mandiocinha-salsa-da-epagri-despertam-interesse-de-pesquisadores-da-colombia/>
- Faleiro, F. G., Oliveira, J. S., Walter, B. M. T., & Junqueira, N. T. V. (Eds.). (2020). Banco de Germoplasma de Passiflora L. 'Flor da Paixão': caracterização fenotípica, diversidade genética, fotodocumentação e herborização (2ª ed.) [Documento PDF]. ProImpress. <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/214874/1/livro-Banco-de-Germoplasma-2-edicao-versaoainfo.pdf>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2005). Agricultura y diálogo de culturas: nuestro patrimonio común. FAO. <https://www.fao.org/4/a0015s/a0015s00.htm#Contents>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2021). Contribución de la investigación de AGROSAVIA a la Agricultura Campesina Familiar y Comunitaria (ACFC). FAO. <https://www.fao.org/family-farming/detail/fr/c/1459771/>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2024a). Empresa Brasileira de Investigación Agropecuaria (EMBRAPA). FAO. <https://www.fao.org/agrovoc/es/institutions/empresa-brasile%C3%B1a-de-investigaci%C3%B3n-agropecuaria-EMBRAPA>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2024b). Plataforma de Conocimiento sobre Agricultura Familiar. Agrosavia. <https://www.fao.org/family-farming/detail/en/c/1416406/>
- Figueiredo, P. N. (2016). New challenges for public research organisations in agricultural innovation in developing economies: Evidence from EMBRAPA in Brazil's soybean industry. *The Quarterly Review of Economics and Finance*, (62), 21-32. <https://doi.org/10.1016/j.qref.2016.07.011>
- Fioravanti, C. (2023). En su 50º aniversario, la estatal brasileña EMBRAPA repiensa sus estrategias. Pesquisa FAPESP. <https://revistapesquisa.fapesp.br/es/en-su-50o-aniversario-la-estatal-brasilena-embrapa-repiensa-sus-estrategias/>

- Giachi, S. (2019). El papel de los centros de investigación colaborativa en los sistemas de innovación: innovaciones estructurales para la producción de conocimiento. *RES. Revista Española de Sociología*, 28(3), 71-92. <https://doi.org/10.22325/fes/res.2019.29>
- González, A. G., & Gómez, F. G. (2014). La Colaboración científica: Principales líneas de investigación y retos de futuro. *Revista Española de Documentación Científica*, 37(4), e062. <https://redc.revistas.csic.es/index.php/redc/article/view/865>
- González Almario, C., Jiménez Sabogal, H. R., Rugeles Barandica, L. A., Uribe Gutiérrez, L. A., García Riaño, J. L., Amaya Gómez, C. V., Criollo Campos, P. J., Estrada Bonilla, G. A., Pérez Moncada, U. A., Bonilla Buitrago, R. R., Rengifo Ibáñez, M. C., Jiménez Velásquez, S. C., Torres Higuera, L. D., López Ardila, D. E., Beltrán, O. G., Ovalle Masmela, J. C., Herrera León, R. F., & Rodríguez Villamizar, F. (2020). Historia de los Bancos de Germoplasma de Microorganismos Agrosavia (BGM-A).. <https://doi.org/10.21930/AGROSAVIA.brochure.7403633>
- Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). (2024). Historia. Instituto Colombiano Agropecuario. <https://www.ica.gov.co/el-ica/historia>
- Johns Hopkins Center. (2024). History of Agriculture. Food System Primer. <https://foodsystemprimer.org/production/history-of-agriculture>
- Loizou, E., Karelakis, C., Galanopoulos, K., & Mattas, K. (2019). The role of agriculture as a development tool for a regional economy. *Agricultural Systems*, (173), 482-490. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2019.04.002>
- Londoño Rubio, M.E. (2022). La FAO reconoce las contribuciones de AGROSAVIA a la adaptación y mitigación al cambio climático de los sistemas agroalimentarios de plátano en Colombia. Agrosavia. <https://www.agrosavia.co/noticias/la-fao-reconoce-las-contribuciones-de-agrosavia>
- Martins, C. F., Cumpa, H. C. B., da Cunha, E. R., da Silva, C. G., Borges, L. A., & da Gama Filho, J. B. (2013). Isolamento, cultivo e criopreservação de células somáticas de mamíferos silvestres para formação de um banco de germoplasma (Comunicado Técnico No. 175). Embrapa. <https://ainfo.cnptia.EMBRAPA.br/digital/bitstream/item/100353/1/comtec-175.pdf>
- Miller, K. E., Vargas-Garcia, C., Singh, A., & Moseley, J. B. (2023). The fission yeast cell size control system integrates pathways measuring cell surface area, volume, and time. *Current*

- Biology, 33(16), 3312-3324. [https://www.cell.com/current-biology/fulltext/S0960-9822\(23\)00839-4?_returnURL=https%3A%2F%2Flinkinghub.elsevier.com%2Fretrieve%2Fpii%2FS0960982223008394%3Fshowall%3Dtrue](https://www.cell.com/current-biology/fulltext/S0960-9822(23)00839-4?_returnURL=https%3A%2F%2Flinkinghub.elsevier.com%2Fretrieve%2Fpii%2FS0960982223008394%3Fshowall%3Dtrue)
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Colombia. (2015). Corpoica, por primera vez con presupuesto autónomo para desarrollar ciencia y tecnología. Minagricultura. <https://www.minagricultura.gov.co/noticias/Paginas/Corpoica,-por-primera-vez-con-presupuesto-.aspx>
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Colombia. (2024). El sector agropecuario mantiene su tendencia de recuperación: empujó el crecimiento del PIB con un aumento del 6% en el último trimestre de 2023. Minagricultura. <https://www.minagricultura.gov.co/noticias/Paginas/El-sector-agropecuario-mantiene-su-tendencia-de-recuperaci%C3%B3n-empuj%C3%B3-el-crecimiento-del-PIB-con-un-aumento-del-6-en-el-%C3%BAltim.aspx>
- MundoCacao. (2022). Aportes a la mitigación de los niveles de cadmio en la producción cacaotera de Colombia, Perú y Trinidad y Tobago. Mundo Cacao. <https://www.mundocacao.com.co/noticias/c/0/i/63966833/aportes-la-mitigacion-de-los-niveles-de-cadmio-en-la-produccion-cacaotera-de-colombia-peru-y-trinidad-y-tobago>
- Norton D. R. (2024). Política de desarrollo agrícola, Conceptos y principios. FAO. <https://www.fao.org/4/y5673s/y5673s00.htm#Contents>
- Olarte Guasca, J. A. (2009). Corpoica en los procesos de reestructuración económica del sector agroindustrial colombiano en los noventa. [Trabajo de Grado, Universidad Colegio Mayor de Nuestra Señora del Rosario]. Repositorio Institucional. <https://repository.urosario.edu.co/server/api/core/bitstreams/6cab350a-8467-4ea4-8f15-28c965b71bbf/content>
- Pabón Chávez, J. D. (2018). La evolución de la productividad del sector agropecuario colombiano en el marco de la apertura comercial [Tesis de Grado, Universidad de los Andes]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.uniandes.edu.co/server/api/core/bitstreams/aa615b79-bd9e-448c-ae3-bbdf8b9eeb/content>

- Ramírez Vargas, S. (2022). Agricultura en América Latina debe transformarse para enfrentar amenazas, advierten ministros. *Voz de America*.
<https://www.vozdeamerica.com/a/agricultura-america-latina-transformacion-amenazas/6853537.html>
- Romero-Riaño, E., & Pertuz-Comas, A. D. (2019). Colaboración científica en investigación agrícola en Colombia. *Revista UIS Ingenierías*, 18(3), 7-14. Universidad Industrial de Santander. <https://doi.org/10.18273/revuin.v18n3-2019022>
- Silva e Mello, V. P. (2014). EMBRAPA: pesquisa científica, meio ambiente e desenvolvimento. *Anais Eletrônicos do 14º Seminário Nacional de História da Ciência e da Tecnologia (14º SNHCT)*. Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).
<https://revistapesquisa.fapesp.br/es/en-su-50o-aniversario-la-estatal-brasilena-embrapa-repiensa-sus-estrategias/>
- Silva, K. J., Santos, C. V., Menezes, C. B., & de Sousa, S. M. (2022). Sorghum hybrids grown in hydroponics contrast for phosphorus use efficiency. *Brazilian Journal of Biology*, (84), e253083.
<https://portaldxp-h.sede.EMBRAPA.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1139612/sorghum-hybrids-grown-in-hydroponics-contrast-for-phosphorus-use-efficiency>
- Sussel, A. A. B., & de Melo, I. S. (2019). Eficiência de agentes de controle biológico no manejo da brusone do trigo no campo (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento No. 351). Embrapa.
<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/223460/1/Bolpd-351.pdf>
- Veiga, A. D., Guerra, A. F., Bartholo, G. F., Rocha, O. C., Rodrigues, G. C., & Carvalho, M. A. F. (2020). Desempenho agrônômico de genótipos de café arábica resistentes à ferrugem no Cerrado Central (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento No. 363)..
<http://ainfo.cnptia.EMBRAPA.br/digital/bitstream/item/221966/1/ADRIANO-DELLY-Bolpd-363.pdf>
- Vidal, M. V. S. (2015). Inovação na agricultura brasileira: A contribuição da EMBRAPA na conquista do Cerrado pela soja [Tesis de Mestría, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Brasil]. Repositório Institucional.
<https://acervodigital.ufpr.br/xmlui/bitstream/handle/1884/41722/R%20-%20D%20-%20MARCUS%20VINICIUS%20SIDORUK%20VIDAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Vieira, E. A., Fialho, J. de F., Julio, L., Dalla Corte, J. L., Rinaldi, M. M., de Oliveira, C. M., Fernandes, F. D., & dos Anjos, J. de R. N. (2020). BRS 396, BRS 397, BRS 398 e BRS 399: Novas cultivares de mandioca de mesa com coloração da polpa das raízes amarela e creme [Documento PDF]. Embrapa. <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/221841/1/ComTec-186-Eduardo-Alano-Web.pdf>
- Wasserman, M. (2018). *Bienvenida, Agrosavia*. Diario El Tiempo. <https://www.eltiempo.com/opinion/columnistas/moises-wasserman/bienvenida-agrosavia-corpoica-se-convierte-en-agrosavia-271190>

6 Anexos

Anexo 2. Imagen de drones



Anexo 2. Investigación de sistemas de riesgo en ambientes controlados



Anexo 3. sistemas integrados



Anexo 4. Sistema de báscula y recolección de datos en campo



Anexo 5. Sala de ordeño 100% automatizada



Anexo 6. Imagen de asistencia

