

1-1-2017

Tecnología aplicada en el agro colombiano : asimetrías evidenciadas en la competitividad entre los subsectores café y maíz durante el periodo 2005 – 2015

Jaider Montalvo Serrato
Universidad de La Salle

Óscar Arturo Barriga Ospina
Universidad de La Salle

Susan Camila Rojas Miranda
Universidad de La Salle

Follow this and additional works at: https://ciencia.lasalle.edu.co/negocios_relaciones

Citación recomendada

Montalvo Serrato, J., Barriga Ospina, Ó. A., & Rojas Miranda, S. C. (2017). Tecnología aplicada en el agro colombiano : asimetrías evidenciadas en la competitividad entre los subsectores café y maíz durante el periodo 2005 – 2015. Retrieved from https://ciencia.lasalle.edu.co/negocios_relaciones/114

This is brought to you for free and open access by the Facultad de Ciencias Económicas y Sociales at Ciencia Unisalle. It has been accepted for inclusion in Negocios y Relaciones Internacionales by an authorized administrator of Ciencia Unisalle. For more information, please contact ciencia@lasalle.edu.co.

TECNOLOGÍA APLICADA EN EL AGRO COLOMBIANO: ASIMETRÍAS
EVIDENCIADAS EN LA COMPETITIVIDAD ENTRE LOS SUBSECTORES CAFÉ Y
MAÍZ DURANTE EL PERIODO 2005 - 2015

JAIDER MONTALVO - 64131126

OSCAR ARTURO BARRIGA - 64112114

SUSAN CAMILA ROJAS MIRANDA - 64112152

UNIVERSIDAD DE LA SALLE
FACULTAD DE CIENCIAS ECONOMICAS Y SOCIALES
PROGRAMA DE NEGOCIOS Y RELACIONES INTERNACIONALES
BOGOTÁ, JUNIO DE 2016

TECNOLOGÍA APLICADA EN EL AGRO COLOMBIANO: ASIMETRÍAS
EVIDENCIADAS EN LA COMPETITIVIDAD ENTRE LOS SUBSECTORES CAFÉ Y
MAÍZ DURANTE EL PERIODO 2005 - 2015

JAIDER MONTALVO
OSCAR ARTURO BARRIGA
SUSAN CAMILA ROJAS MIRANDA

TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE PROFESIONAL EN
NEGOCIOS Y RELACIONES INTERNACIONALES

Tutor: SUELEN EMILIA CASTIBLANCO

UNIVERSIDAD DE LA SALLE
FACULTAD DE CIENCIAS ECONOMICAS Y SOCIALES
PROGRAMA DE NEGOCIOS Y RELACIONES INTERNACIONALES
BOGOTÁ, JULIO DE 2017

Tabla de Contenido

Resumen.....	4
1. Introducción.....	6
1.1. Estado del arte.....	7
1.2. Pregunta de investigación	12
1.3. Objetivos	12
1.3.1. Objetivo general.....	12
1.3.2. Objetivos específicos.	12
1.4. Metodología	12
2. Marco conceptual	13
3. Tecnología en el sector agrícola colombiano.	22
3.1. Caracterización Tecnológica.....	22
3.3. Tecnología subsectores café y maíz.....	26
3.3.1. Tecnología en el sector Maíz.	26
3.3.2. Tecnología en el sector Café.....	30
4. Resultados.....	34
4.1. Modelo de Regresión Lineal Múltiple	34
4.1.1. Descripción de los datos	34
4.1.2. Validación de supuestos del Modelo de regresión Lineal Múltiple.....	35
4.1.3. Corrección del modelo	36
4.1.4. Modelo final.....	39
4.1.5. Modelo final alternativo.....	40
4.2. Análisis	41
5. Conclusiones.....	46
6. Bibliografía.....	49

Tabla de Ilustraciones

Tabla 1. Documentos recuperados para la construcción del estado del arte.....	7
---	---

Resumen

La historia colombiana ha mostrado que el agro es uno de los sectores más importantes en la estructura económica del país, debido a sus aportes en términos del Producto Interno Bruto (PIB) y empleo. Sin embargo, el sector agrícola, es escasamente aprovechado y se relega a situaciones de precariedad industrial, y atraso técnico y tecnológico que no permiten la plena explotación productiva de este. Productos con alta intensidad exportadora como el café, ven en sus métodos productivos un alto índice tecnológico, mientras que productos con bajo nivel exportador como el maíz se encuentran relegados en términos de aplicación tecnológica. En ese sentido este proyecto de investigación busca analizar las características diferenciales en la aplicación tecnológica entre los subsectores café y maíz teniendo en cuenta su exposición a mercados internacionales. Para esto, se llevará a cabo una revisión de literatura que permita establecer qué aspectos se han abordado en el tema de tecnificación del agro colombiano, lo que permitirá identificar el vacío en el conocimiento sobre este tema. En segundo lugar, se recurrirá a fuentes directas de información provenientes de entidades especializadas, que incluyan dentro de sus investigaciones índices que evidencien la tipología tecnológica que se ha aplicado a estos subsectores agrícolas. Finalmente, se hará un análisis en el que se identificarán las diferencias y similitudes tecnológicas entre el café y el maíz como una manera de ejemplificar el comportamiento asimétrico del agro en Colombia, y que de manera explícita muestra el atraso en el cual se encuentra Colombia en dicho ámbito.

Palabras clave: *Café, Maíz, Colombia, Competitividad, Tecnología.*

Abstract

Colombian history has shown that agriculture is one of the most important sectors in the economic structure of the country, due to its contributions in terms of Gross Domestic Product (GDP) and employment. However, the agricultural sector is scarcely exploited and is relegated to situations of industrial precariousness, and technical and technological backwardness that do not allow full productive exploitation of it. Products with high export intensity such as coffee, see in their production methods a high technological index, while products with low export level such as maize are relegated in terms of technological application. In this way, this research project seeks to analyze the relationship between technological application in the coffee and maize subsectors, considering their exposure to international markets. For this, a literature review will be carried out to establish which aspects have been addressed in the topic of technification of Colombian agriculture, which will allow to identify the gap in knowledge on this topic. Secondly, direct sources of information from

specialized entities will be used, including in their research indexes that show the technological typology that has been applied to these agricultural subsectors. Finally, an analysis will be made in which the differences and technological similarities between coffee and maize will be identified as a way to exemplify the asymmetric behavior of the agricultural in Colombia, and that explicitly shows the backwardness in which Colombia finds itself in this field.

Keywords: *Coffee, Corn, Colombia, Competitiveness, Technology.*

1. Introducción

El sector agrícola colombiano ha tenido tradicionalmente una gran importancia para la economía del país, que se evidencia a través de su impacto sobre el PIB, el empleo y las exportaciones. Sin embargo, a través de los años ha disminuido su relevancia, con el precedente de que la crisis del sector agrícola se remonta a los años setenta, donde el debate en términos de industrialización y modernización irrumpió en la economía colombiana (Machado, 1999). Actualmente los productos agrícolas representan aproximadamente el 11% del total de las exportaciones de Colombia, entre las cuales han predominado productos tradicionales como café, plátano y azúcar. (OCDE, 2015)

Ahora bien, es necesario entender que la tecnología es un factor importante en la productividad de cara a la búsqueda de una mayor competitividad en los mercados internacionales. Siguiendo a esto, entidades particulares como la Sociedad de Agricultores de Colombia (SAC)¹ realizan estudios que les permiten evidenciar los resultados de la aplicación de la tecnología tal y como se puede apreciar en un documento de carácter analítico elaborado por el presidente de dicha sociedad, Rafael Mejía López, en el cual afirma que:

“Descontando el café se puede observar que el sector agrícola tuvo solo un 1.1% de crecimiento. Con excepción de arroz (12.9%), palma de aceite (9.9%), cacao (15.8%) y frutales (7.1), que mostraron importantes incrementos en sus niveles de producción; los demás cultivos tuvieron comportamientos moderados e incluso descensos significativos, de acuerdo con la información gremial. Este es el caso de cultivos como maíz (-18.4%), sorgo (-36.7%), cebada (-41,3%), trigo (-42,9%), algodón (-22,8%), tabaco (-13,1%), soya (-8.8%), frijol (-8.2%) y hortalizas (-4.4%)”. (López Mejía, 2015).

Teniendo en cuenta la importancia que representa para la economía colombiana el sector cafetero, se puede evidenciar de lo anterior que el crecimiento agrícola y las exportaciones de Colombia están fuertemente respaldadas por dicho sector; mientras que el sector del maíz en contraste no aporta de manera significativa al PIB ya que cuenta con una baja productividad.

En este sentido, es relevante realizar un estudio comparativo que permita evidenciar la importancia de la aplicación tecnológica en los subsectores agrícolas, así como las asimetrías en términos de producción que estas generan. Analizando un sector como el cafetero el cual

¹ El nacimiento de la Sociedad de Agricultores de Colombia -SAC- en 1871.

produce un comportamiento positivo para la economía colombiana, en contraste con un subsector como el maíz que tiene un comportamiento negativo en términos de producción.

1.1. Estado del arte

El sector agrícola colombiano ha mostrado diversos cambios a través de la historia, partiendo desde el periodo colonial y llegando hasta nuestros días, con un periodo de alta intensidad, en lo que se conoció como el modelo primario exportador, a principios del Siglo XX, hasta una pérdida relativa de su importancia para la economía nacional que inició con el modelo de Industrialización por Sustitución de Importaciones (ISI), en las décadas de 1960 hasta 1980. Después de 1990, con la apertura comercial el país retomó, de forma parcial, su interés en el sector agrícola, con énfasis particular en los subsectores tradicionales, como el café y las frutas, dejando de lado otros subsectores no tradicionales como los cereales, hortalizas, entre otros.

Esta situación generó una “división” al interior del sector agrícola, aquellos productos con vocación exportadora recibieron grandes inversiones con el objetivo de aumentar la tecnología y generar innovaciones que les permitieran ser más competitivos en los mercados internacionales, mientras que los productos no exportables, fueron desatendidos y en muchos casos continúan con métodos productivos que datan de la colonia.

Con el fin de caracterizar la investigación existente sobre la aplicación de tecnología en los subsectores del café y del maíz en términos de mejorar su producción y competitividad, se elaboró una revisión de literatura en las bases académicas de datos: Research Gate, Jstor, Science direct, Scholar Google, entre otras. Esta búsqueda con las palabras clave: “café” AND “maíz” AND “tecnología” AND “competitividad” AND “Colombia” y arrojó un total de 226 registros. También se hizo una búsqueda en los documentos de entidades gubernamentales y no gubernamentales tales como Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, FEDECAFE, FENALCE, y la SAC entre otras.

Tabla 1. Documentos recuperados para la construcción del estado del arte

PALABRA CLAVE	SCHOLAR	JSTOR	SCIENCE DIRECT	RESEARCH GATE	SAGE JOURNALS
Documentos encontrados	167	43	4	10	2
Documentos tenidos en cuenta	15	7	1	1	0

Fuente: Elaboración propia

De los 226 artículos encontrados, 24 resultados se tuvieron en cuenta por la relevancia que tienen dentro de la investigación, mientras que los textos restantes arrojados por las diferentes bases de datos no se tendrán en cuenta por los siguientes aspectos: no corresponden al país de nuestro enfoque investigativo a pesar de que algunos se enfocan en Latinoamérica en general, y los aspectos tratados en cuanto a nuestros subsectores de estudio no corresponden a las variables de nuestra investigación. Por último, corresponden a campos técnicos como ingenierías que no caben dentro del área de análisis. Los documentos oficiales como estadísticas, informes y cifras fueron tomados de las diferentes organizaciones especializadas en cada uno de los subsectores a estudiar.

Dentro del estado del arte se revisaron tres temas como factores fundamentales de la productividad agrícola colombiana. En primer lugar, se tuvo en cuenta el desarrollo y proceso histórico que ha tenido la agricultura en Colombia, teniendo como antecedentes las diferentes políticas y reformas económicas que se dieron a lo largo del siglo XX en el país, el comportamiento y la influencia de la violencia y el conflicto armado en la producción agrícola. En segundo lugar, se analizó la influencia de Estados Unidos en los subsectores escogidos para nuestro estudio. Como tercer factor fundamental de análisis, se identificaron los documentos relacionados con la aplicación de la tecnología en los procesos productivos de los subsectores café y maíz.

La revisión permitió identificar estudios que dan cuenta sobre la historia agrícola colombiana como el de Kalmanovitz (1994), que muestra la importancia del proceso histórico de la economía colombiana, pero específicamente evidencia los atrasos en los cuales ha incurrido el sector agrícola en términos de industrialización, así como la influencia de la violencia en la producción, lo que resulta en un estancamiento productivo. Así mismo, Muñoz (2010) evidencia los efectos perjudiciales de la relación existente entre el conflicto armado colombiano y la producción del café debido a que la población rural, específicamente los campesinos cultivadores de este grano, ven la necesidad de cambiar sus actividades para proteger sus vidas y las de su familia. Igualmente, Ruiz (2011) muestra la influencia que el conflicto interno colombiano ha tenido en la población urbana y rural, así como sobre la tierra rural, afectando el desarrollo económico, social y político del país.

Las reformas y políticas agrarias han afectado el progreso agrícola en Colombia, a lo que Bejarano (1998) hace una crítica en la cual plantea que la falta de asociación entre el gobierno y la academia para diseñar y efectuar las políticas y reformas ha sumido a Colombia en un problema agrícola, en el cual no se han tenido en cuenta los cambios que se han presentado ni a nivel global, tomando como ejemplo los Acuerdos Internacionales entre países, ni a nivel

interno institucionalmente. Por su parte, Kalmanovitz y López (2006) hacen un recuento de los principales aspectos que estuvieron implicados en el desarrollo del sector agrícola en Colombia, entre los cuales se encuentran la tenencia de tierras, los procesos productivos en términos de tecnificación e innovación, las instituciones o gremios importantes y la afectación que tuvieron las reformas en la política agraria en Colombia.

Con la apertura económica del país se logró evidenciar el fuerte problema que generaba para Colombia y su sector agrícola la exposición a mercados internacionales. Este fenómeno iniciado en los años 90 demostró las falencias que tuvo el sector debido a la implementación de estrategias pensadas para el modelo de economía interna, que luego fueron aplicadas al nuevo modelo económico en el cual Colombia se veía envuelto, para después ser modificadas; así como también se esperaba que el gobierno mostrara la capacidad de crear nuevas fórmulas pensadas para favorecer el progreso del agro colombiano, entre las cuales se planteaba el desarrollo integral del campesinado, la nueva reforma agraria, la capitalización rural, entre otras, pero estas se fueron dando de manera gradual intentando primero recuperar los rezagos que se dieron a razón del cambio de modelo económico (Ocampo & Perry, 1995).

Otro de los aspectos relevantes que trajo consigo las reformas que afectaron al sector agrícola durante los años 90 con relación a la búsqueda de una apertura económica, fue que dichas reformas se diseñaron sin tener en cuenta las diferentes variables geográficas y biofísicas que posee cada uno de los subsectores de la agricultura (León, Meza, & Isaza, Las transformaciones en el sector rural en Colombia desde las reformas Neoliberales: un análisis entre 1980 y 2004, 2012) teniendo así un impacto beneficioso en mayor medida en sectores como el café con una mayor tecnificación, que en otros sectores como el maíz que se ha visto afectado por la baja producción interna del país, relegándolo solo a la producción para el consumo interno.

Por otro lado, la influencia de Estados Unidos y el Capitalismo, han manipulado el progreso del sector agrícola colombiano como lo señalan Arciniegas & Onofre (2013) en su tesis, en la que explican que acuerdos comerciales como el TLC firmado con el país norteamericano beneficia en mayor medida a los subsectores con más exposición comercial ya que la inversión en innovación y desarrollo tecnológico incrementará debido a la búsqueda de calidad y sostenimiento de los diferentes estándares que se exigen para efectuar la importación de productos desde Colombia. En contraste, Robledo (1998) explica que Estados Unidos ha tenido una marcada implicación dentro del sector cafetero colombiano debido a las exigencias y necesidades de consumo, las cuales crean una afectación a las relaciones bilaterales y vínculos mercantiles que no favorecen a los productores de café en Colombia.

Por otra parte, Kalmanovitz (1994) evidencia algunos factores fundamentales que tendrían influencia en la productividad agrícola en Colombia entre los cuales destaca la mano de obra, la tenencia de tierras, los métodos de cultivo y la influencia capitalista en la producción nacional. Sin embargo, se denotan procesos como el método del monocultivo, técnica empleada por los indígenas desde la época colonial como lo señala Robledo (1998) lo que se ha derivado en un atraso técnico en el sector cafetero. No obstante, otros autores como León, Meza, e Isaza (2012) señalan también que los factores como la mano de obra son fundamentales para el desarrollo de la agricultura; pero por ejemplo con la entrada del modelo Industrialización por Sustitución de Importaciones (ISI) en los años 90 se dio preferencia al factor de la inversión en capital por encima de la mano de obra.

El sector cafetero colombiano ha tenido dentro de su proceso histórico una serie de cambios en cuanto a tecnificación y mejoras en la producción del grano, esto para cumplir con las exigencias tanto de cantidad como de calidad propuestas por el mercado, sucesos internacionales como las heladas que se dieron en Brasil en la segunda mitad del siglo XX, generaron un incremento en el precio, lo que creó incentivos a la producción que fueron aprovechados por Colombia generando en el país una bonanza cafetera (Kalmanovitz y López, 2006) lo que lo convirtió en el principal productor de café en el ámbito regional e internacional, así como el cambio que se dio en los años 60 de dejar de producir el tradicional tipo de café Colombia por el nuevo tipo de café Caturra, limitando la tecnología a las zonas óptimas en la producción y generando una mayor diversificación en las zonas marginales buscando mejorar la calidad en la producción como lo menciona Chalarca (2000).

Asimismo, se ha desarrollado una fuerte investigación en términos de mejoramiento tecnológico, desarrollada por una fuerte institucionalidad como lo muestra el gran avance y cubrimiento que tiene la Federación Nacional de Cafeteros a través de su órgano investigativo CENICAFE, el cual genera informes y estudios año a año que evidencian los alcances que se ha tenido en materia de desarrollo y mejoramiento genético, suelos, ingeniería agraria entre otros tipos de tipologías tecnológicas (Cenicafé, 2012).

Siguiendo esta línea, es importante evidenciar en qué aspectos el sector cafetero en Colombia ha avanzado en términos tecnológicos, para esto es necesario recurrir a un artículo realizado por Puerta (1999), en el cual muestra diferentes tipologías tecnológicas, tales como el método BELCOSUB², el cual determina de manera favorable el sabor suave del producto y

²Mediante este proceso se realiza el despulpado del café sin agua, se retira el mucílago mecánicamente usando menos de 1 litro de agua por cada kilogramo de café pergamino seco y los subproductos (pulpa y mucílago) se mezclan y depositan en lechos donde son transformados biológicamente por lombrices y microorganismos en lombricompost (15,26). De esta forma se reduce la cantidad de agua usada en el proceso de beneficio del café que usualmente es de 40L/kg de café pergamino seco (16,27,32) (Puerta, 1999).

elimina sabores extraños. Así mismo, Puerta (1999) muestra la importancia de los procesos de lavado, secado, manejo de tierras, clima, y daños al grano por parte de insectos como la broca entre otros, que son factores fundamentales que afectan o benefician la productividad y competitividad del grano producido en Colombia. De igual manera, García & Olaya (2006) muestran la evolución económica del sector cafetero tanto en Colombia como en el mundo, teniendo en cuenta los factores necesarios para que dicho sector sea competitivo a nivel global.

Por su parte, se pudo evidenciar que con respecto al maíz existen diferentes estudios como el realizado por Campuzano (2005) en el cual afirma que para mejorar la producción avícola, el cultivo de maíz en Colombia debe tener en cuenta varios factores fundamentales entre los cuales se encuentran el mejoramiento genético, el manejo integrado del cultivo (MIC), agroecosistemas entre otros, con el fin de reducir costos y ser más productivos. Por otro lado Romero (2015) muestra las diferentes formas de producir maíz destacando los métodos ancestrales, así como también la modificación genética y la aplicación tecnológica. También “estudia las relaciones entre actores humanos y actores no-humanos involucrados en la generación de nuevas variedades de maíz, su conservación, intercambio y uso” (Romero, 2015, pág. 13). Del mismo modo, García y Espinosa (2008) analizan ciertas condiciones biofísicas en la producción de maíz, probando que “el nitrógeno (N) es el nutriente que más limita la producción del cultivo del maíz en Colombia” (pág. 1), siendo esto una herramienta para mejorar la eficiencia en los procesos productivos.

Dada la revisión empírica realizada, se pudo evidenciar la existencia de diferentes estudios sobre el tema, como lo son, la caracterización del sector agrícola colombiano entendiendo esto como historia y desarrollo, la implicación de la violencia y el conflicto armado colombiano que afecta los procesos productivos, y finalmente los ejemplos de los tipos de tecnología que se han aplicado a nuestros subsectores de estudio. Sin embargo, los anteriores estudios no se centran en comparar las tecnologías de los dos subsectores con relación a la exposición de mercados globales en términos de productividad entre el sector café y maíz e identificar las posibles asimetrías existentes.

En esta medida, teniendo en cuenta los resultados de la revisión anterior, no se encontró un estudio en el cual se pudiera evidenciar de manera clara una comparación entre los subsectores fundamentales para esta investigación, donde las asimetrías de la tecnología en términos de modificación genética expliquen las diferencias productivas de éstos; así pues, esta investigación tiene como objetivo *analizar la relación entre la aplicación tecnológica en los*

subsectores café y maíz teniendo en cuenta su exposición a los mercados internacionales y responder a la pregunta.

1.2. Pregunta de investigación

¿Cuáles son las diferencias en tecnología aplicada en términos de mejoramiento genético para que así generen asimetrías productivas en los subsectores café y maíz durante el periodo 2005 – 2015?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general.

Analizar la relación entre la aplicación tecnológica en los subsectores café y maíz teniendo en cuenta su exposición a los mercados internacionales.

1.3.2. Objetivos específicos.

- Construir un marco conceptual que permita analizar las asimetrías tecnológicas entre los subsectores cafetero y de maíz en Colombia en el periodo 2005-2015.
- Identificar qué tipos de tecnología se ha aplicado a los subsectores café y maíz con el fin de mejorar la productividad.
- Comparar los resultados que la exposición a mercados internacionales ha traído a los subsectores en estudio en cuanto a su uso de tecnologías.

1.4. Metodología

La presente monografía, busca hacer un análisis de las asimetrías que se presentan en el sector agrícola en términos tecnológicos con relación al grado de inserción global de los productos analizados. Para cumplir con los objetivos propuestos de esta investigación, esta monografía seguirá una metodología cualitativa compuesta de dos partes: una parte descriptiva y otra explicativa. La parte descriptiva, que nos permitirá hacer un contraste de las ideas de los principales autores citados como referencia bibliográfica con un aporte histórico - crítico de la situación que ha tenido el sector agrícola durante los últimos años en Colombia. La parte explicativa, seguirá una estrategia metodológica documental con una técnica de análisis de contenido donde encontraremos cifras, informes, estadísticas, índices etc., tomados de fuentes primarias que permitan analizar el desarrollo de las variables en estudio. De esta manera, la integración de las dos estrategias metodológicas permitirá determinar el desarrollo y avance tecnológico que han tenido estos dos subsectores en Colombia,

denotando así los comportamientos de los ciclos productivos y de exportación de los sectores agrícolas en cuestión que nos dará luces para entender el comportamiento de los principales factores convenientes a nuestro trabajo investigativo.

2. Marco conceptual

La tecnología es relevante en el ámbito económico, social, político, cultural, entre otros, sin embargo, aún no existe un consenso frente a su definición y potenciales efectos sobre las economías y la calidad de vida los individuos. Así pues, en este marco conceptual se presentará una discusión sobre la definición de tecnología, sus características y ventajas y desventajas, para al final hacer una conexión con el sector agrícola colombiano, caso de estudio de interés de esta investigación.

En términos generales, la tecnología ha aumentado la competitividad de ciertos sectores y empresas, las cuales se han visto urgidas por mejorar su eficiencia productiva, con el fin de posicionar sus productos en los mejores lugares en el mercado y sistema internacional.

De este modo, según Ferraro & Lerch (1997), el concepto que hoy se emplea para hablar de tecnología surgió hasta los priemos años del siglo XVIII, y los autores lo definen como “el conjunto ordenado de conocimientos usados en la producción, distribución y uso de bienes y servicios”. También mencionan, que la tecnología en poca palabras, es la forma en la cual se ve beneficiado el ser humano para tratar de cambiar al mundo y adaptarlo a las necesidades propias. Por último, se define a la tecnología como el conocimiento que los artefactos tienen en su creación y la forma en la cual pueden ser aplicados por el ser humano.

Ferraro & Lerch (1997), hablan de un concepto llamado “tecnologías blandas”, y la definen así:

Las tecnologías blandas- en las que su producto no es un objeto tangible- pretenden mejorar el funcionamiento de las instituciones u organizaciones para el cumplimiento de sus objetivos. Dichas organizaciones pueden ser empresas industriales, comerciales o de servicios o instituciones, con o sin fines de lucro. (...) Entre las ramas de la tecnología llamadas blandas se destacan la educación (en los que respecta al proceso de enseñanza), la organización, la administración, la contabilidad y las operaciones, la logística de producción, el marketing y la estadística, la psicología de las relaciones humanas y del trabajo, y el desarrollo de software. (p. 14)

Por otro lado, se encuentran las tecnologías conocidas como *duras*, en las cuales se pueden encontrar los conocimientos y usos de la física y química.

Nuevas tecnologías han venido surgiendo con el transcurrir del tiempo, más específicamente en el periodo posterior a la Segunda Guerra Mundial, siendo la biotecnología (BT), las de los nuevos materiales (NM) y la de las tecnologías de la información (TI) las más significativas. Como primera instancia, la biotecnología, es definida por Ferraro & Lerch (1997) como la forma en la cual se emplean células de plantas, microorganismos y animales para producir sustancias que sean útiles para el ser humano. Las nuevas tecnologías, llamadas también *tecnologías de punta* o *hot technologies* involucran los avances y conocimientos tecnológicos más importantes. Por último, las tecnologías de la información abarcan la microelectrónica y software, hasta las telecomunicaciones e informática o el uso, aplicación e influencia de la internet.

Hablando desde la globalización, las nuevas tecnologías tienen mayor aplicación y distribución debido a que las barreras han disminuido, y la transferencia del conocimiento se ha incrementado. Este proceso económico, social y cultural, ha traído consigo una facilidad para hacer más eficaces los procesos productivos alrededor del mundo, aumentando de igual forma las relaciones comerciales, culturales y económicas. Según Ferraro & Lerch (1997) deben ser tenidos en cuenta cuatro condiciones importantes, el primero es que técnicamente todo es posible, el segundo ítem es que la producción está determinada por los costos, la calidad y tiempo esperado. Como tercer apartado, el mejor producto, trabajador, o factor importante de la producción gana; mientras que como cuarto factor, lo que no es lo mejor no sirve o es inútil.

Por otro lado, el Manual de Oslo (Communities, OECD/ European) recoge cuatro diferentes tipos de tecnologías que la globalización ha evidenciado como relevantes. Inicialmente, las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), establecen un incremento e impacto en sectores económicos, así como también en el empleo derivado del desarrollo que ha tenido con el pasar de los años por las compañías productoras e innovadoras en este campo. En el campo de la biotecnología, es menos popular que las TIC, pero ha tenido también gran participación en la economía y en el desarrollo de procesos productivos dada la importancia de los productos que genera.

Como tercera instancia, se incluye una categoría que no fue mencionada o incluida por Ferraro & Lerch (1997) y es la gestión del conocimiento. Esta categoría incluye las actividades vinculadas a la apropiación, la utilización y puesta en común del conocimiento por la empresa (Guía para la recogida e interpretación de datos sobre innovación, 2005), esto implica ver y analizar la forma en la cual las empresas se apropian y aplican el conocimiento con el fin de mejorar su productividad. Por último se encuentra la inversión inmaterial. Este nuevo concepto tiene en cuenta los gastos no comunes en los cuales incurre una empresa con el fin de mejorar

la mercadotecnia, así como la formación e informática y otros campos similares, todo esto dentro del campo de la innovación tecnológica de la empresa.

Plaza (2002) tiene en cuenta el modelo creado por la Unesco, que tiene como meta o política generar un desarrollo científico y tecnológico en los países mediante una investigación, que derive en avances de alto nivel. Este desarrollo está planteado bajo la idea de potenciar la economía, la tecnología y la rama científica, sin dejar a un lado el concepto de progreso desarrollo social. Es esto, lo que se entiende por “buena ciencia” la cual, con la aplicación de conocimientos físicos, químicos y de otras ramas de la ciencia, traerían un nuevo concepto de “buenas tecnologías”, entendiéndose que la premisa de la aplicación de éste último concepto conllevaría a la mejora de la productividad económica.

De igual modo, Plaza (2002) muestra que la transferencia internacional de tecnología es relevante para que los países en vías de desarrollo obtengan nuevos conocimientos que puedan aplicar a sus economías. Por ésta razón, la CEPAL³ promovió la transferencia entre países de la región con el fin de crear sistemas de información científica y tecnológica, de patentes, entre otras.

Según Plaza (1994) puede ser visto como una ventaja el desarrollo tardío que han tenido los países en vías de desarrollo, dado que pueden omitir el peso de los errores cometidos por los países que anteriormente los cometieron desarrollando sus tecnologías, todo esto con el fin de llegar a la modernización. Para esto, es necesario que la tecnología avanzada que se pretende aplicar en los países, se convierta en una “tecnología apropiada”, que es en síntesis técnica y económicamente efectiva, pero a su vez socialmente aceptada en un contexto determinado. De igual forma, es importante el concepto de tecnologías avanzadas, el cual Plaza (1994) define como la explotación de diferentes tipos de tecnologías por parte de un conjunto de empresas, con el fin de mejorar su productividad, pero finalmente con metas constantemente variables.

Cruz (1982) argumenta que

En todo el ámbito de los estudios sobre la producción y el desarrollo económico las cuestiones referidas a la tecnología han venido ocupando un lugar muy destacado. Como es obvio, la discusión del impacto que la tecnología tiene en el desarrollo económico cobra una relevancia mayor dentro de los países periféricos y

³ Comisión Económica para América Latina y el Caribe. Fundada el 25 de febrero de 1948 en Santiago de Chile, Chile.

semiperiféricos y ese mismo fenómeno se reproduce con mayor intensidad en el terreno de la producción agropecuaria y forestal. (p. 223)

De lo anterior es pertinente mostrar que la tecnología ha estado presente de manera intrínseca en el desarrollo de los procesos productivos de los países, generando que la economía se vea beneficiada, sobre todo teniendo en cuenta la importancia que tiene para el crecimiento económico de un país el sector agropecuario.

2.1 Tecnología y Agricultura

Las distintas innovaciones tecnológicas que se han implementado a lo largo de la historia han ido modificando la vida del hombre. La tecnología ha permitido tener un lugar de residencia fijo en lugar de llevar un estilo de vida nómada que en el pasado nos obligaba a desplazarnos.

Los transportes y las comunicaciones han desarrollado el comercio y nos han permitido disfrutar de materiales, comida, objetos, etc., que no están disponibles ni son propios de la región donde habitamos.

Además, la escritura, la imprenta y el Internet nos han posibilitado adquirir cada vez mayores conocimientos, mayor información acerca del mundo en el que vivimos, movernos cada vez más rápido por todo el planeta y comunicarnos con personas que están lejos de nosotros.

Asimismo, la tecnología ha hecho que las sociedades sean independientes a los cambios en el medio natural, hoy en día podemos seguir haciendo nuestra vida con frío, calor, lluvia o nieve. No obstante, nos ha hecho dependientes de máquinas cada vez más complejas y de alto consumo energético.

El desarrollo sostenible pretende hacer compatible la calidad de vida que proporcionan los avances tecnológicos con el respeto al medio ambiente buscando maneras de minimizar el impacto ambiental de la tecnología. Ahora bien, teniendo en cuenta los avances tecnológicos es necesario entrar al sector agrícola colombiano, específicamente los subsectores café y maíz. Ahora bien, en cuanto a agricultura las primeras plantas cultivadas fueron el trigo y la cebada. Sus orígenes se pierden en la prehistoria y su desarrollo se gestó en varias culturas de forma independiente. La transición de la caza a la agricultura es gradual. Las razones del cambio se deben a factores climáticos, temperaturas más templadas, o bien a la escasez de caza o alimentos de recolección, o a la desertización de amplias regiones (Aitken & Mills, 1994).

La agricultura es una de las actividades humanas más antiguas e importantes, ya que aparte de generar beneficios económicos también tiene relación con el medio ambiente y la supervivencia del hombre, ya que ayuda a suplir las necesidades y demandas alimenticias.

Gracias al acelerado avance tecnológico a lo largo de la historia se ha supuesto que los elementos creados por el hombre también podrían aplicarse a la agricultura para implementar mejoras en la tarea de recolección y reproducción, ya que esto representaría una nueva forma de combinar tecnología con naturaleza, principalmente para generar rentabilidad en materia alimenticia.

El objetivo principal desde los inicios de la agricultura es que esta sea sostenible con el fin de conservar dicha práctica, la cual ha sido vital para el desarrollo de la vida humana como resultado de la incorporación de nuevos y distintos métodos tecnológicos que eviten pérdidas en las prácticas agrícolas. Entre de las principales causas del porque se busca implementar la tecnología, es la contaminación, erosión, deforestación, problemas y migraciones de mucha especies de la fauna y pérdida de suelos aptos para la agricultura (Derry & Williams, 1977).

Como consecuencia el ser humano, utilizando conocimientos científicos en la aplicación de tecnologías en la agricultura, plantea objetivos a corto plazo, que se verán reflejados en un mayor rendimiento; mejorando la calidad, reduciendo el uso de insumos, y que además generen una mayor producción alimenticia. De esta manera se pensaría en proyectos más a futuro o largo plazo cuyos resultados serían la creación de alimentos súper nutritivos para animales, con plantas que generarían mucho más nutrientes, tendrían una mejor capacidad de adaptación fisiológica, que las harían más competitivas frente otras especies, con un alto grado de tolerancia a estrés por sequía e incluso un mejoramiento fotosintético.

En este sentido cabe destacar como un claro ejemplo tecnológico la aplicación de sistemas alternativos sostenibles en el campo agropecuario; ya que estos se han convertido en una actividad pionera en el mundo, en la cual se emplean diferentes métodos o herramientas tecnológicas, con el propósito de recopilar información en tiempo real sobre lo que sucede o puede suceder en los suelos y en los cultivos, para proceder de esa forma a la toma de decisiones en el futuro que permitan el incremento de los rendimientos, la disminución de los costos de producción y la reducción de los impactos ambientales.

El optimismo tecnológico augura una era plétórica de transformaciones positivas. Allí en donde la naturaleza presente limitaciones, habrá una posibilidad tecnológica. Las granjas de genes surtirán los alimentos que requiera la nueva sociedad, eliminando residuos biológicos inservibles, demasiado pesados o accesorios, que demandan costos adicionales para su producción o transporte (León sicard, 2007).

Es de esperar que con el transcurrir de los años las diferentes tecnologías o avances tecnológicos generados en diferentes partes del mundo se apliquen homogéneamente, siempre y cuando los resultados sean favorables en términos de medio ambiente y producción. Uno de

estos exponentes es que Colombia, en donde los niveles de desarrollo tecnológico en la agricultura son mínimos y en algunos casos se hacen inasequibles, por falta de recursos o de políticas de implementación y concientización ciudadana, frente a los beneficios que la tecnología puede proporcionar (Perfetti, Hernández, Leibovich & Balcázar, 2013).

Algunos factores que dificultan el desarrollo en Colombia son las orientaciones actuales y las posibilidades de acción del aparato científico-tecnológico en el campo agropecuario, ya que están determinadas por varios factores de índole económico e ideológico que se entrecruzan para incidir en su desarrollo, porque dentro del análisis ambiental y el componente de la tecnología agropecuaria se encuentran una serie de variables que incluyen no sólo los temas relacionados con la ejecución de los presupuestos públicos o privados en Ciencia y Tecnología, sino también como se mencionó anteriormente, las orientaciones ideológicas de las entidades de cofinanciación y otros temas no menos importantes como el análisis de los paradigmas dominantes, la formación de investigadores, las interrelaciones del sector con productos campesinos y capitalistas, y la aplicabilidad o transferencia de los conocimientos adquiridos, entre otros (León sicard, 2007).

Ahora bien, en el campo aparecen los distintos tipos de actores ligados a la producción, a la comercialización y venta de servicios agrarios, en donde también la visión de la agricultura toma diferentes formas: desde la multifacética vivencia campesina local como límite máximo de su quehacer agrícola, pasando por el empresario agroindustrial atento a las fluctuaciones del mercado o a las decisiones políticas pero que delega las preocupaciones primarias de la producción, hasta las empresas comercializadoras y de venta de servicios e insumos para las que el sector se convierte exclusivamente un campo de negocios en donde lo verdaderamente importante es la rentabilidad del capital invertido, mediante diferentes estrategias que involucran el desarrollo tecnológico.

Es necesario indicar que el sector agrícola está indisolublemente ligado a la sociedad en su conjunto y por lo tanto sus límites se difunden, casi sin proponérselo, hacia incontables actores y procesos en múltiples áreas del tejido social, incorporándose en todas las esferas de la sociedad, aún en aquellos sectores que parecen más alejados de la fertilidad de la tierra. Por lo tanto hablar de desarrollo tecnológico agrario es igualmente señalar rutas para un nuevo modelo de desarrollo general de la sociedad.

Mirando desde el punto de vista tecnológico la agricultura incluye no solamente las prácticas inherentes al manejo de suelos, sino que contempla de manera integrada los procesos de transformación y desarrollo de la misma.

2.1.1 Tecnología agrícola en el contexto colombiano

En el agro colombiano se han dado notables cambios con respecto a los procesos de innovación y aplicación tecnológica, pasando de una agricultura con procesos artesanales heredados de la época colonial, a nuevos procesos con un mayor grado de tecnificación; muestra de esto es la llamada Revolución Verde, que llegó a Latinoamérica proveniente de Estados Unidos posterior a la finalización de la segunda guerra mundial, la cual contenía “un conjunto de tecnologías integradas por componentes materiales, como variedades mejoradas de alto rendimiento” (León sicard, 2007. p. 60) haciendo principal énfasis en el desarrollo en la química agrícola, el mejoramiento genético, además del mejoramiento de la maquinaria y los equipos.

Pero este no fue un beneficio que fuera constante para los países latinoamericanos a largo plazo, fue un modelo pensado y diseñado según las condiciones climáticas, geográficas, infraestructurales y científicas de los Estados Unidos, además de ir acompañado de una fuerte institucionalización, estructurando las entidades estatales tanto económicas como sociales, lo cual no existía durante la época en los países donde se aplicaron dichas reformas tecnológicas, haciendo que los procesos de innovación y transferencia fueran débiles, viéndose marcados por una baja tasa de inversión (León sicard, 2007).

Además de la entrada en vigor y la aplicación de la Revolución Verde en la agricultura colombiana, se han generado diferentes cambios políticos y estructurales que han afectado el desarrollo tecnológico del agro del país. Con la apertura económica que se dió en el país durante los años 90, la agricultura del país implementó una mayor tecnificación en los procesos productivos con miras al incremento de la calidad, buscando que los bienes agrícolas del país tuvieran una mayor competitividad en el mercado internacional (León, Meza, & Isaza, 2012).

El uso óptimo de los factores para la producción agrícola se convirtió, en una variable fundamental en el desarrollo tecnológico, que el gobierno quiso impulsar mediante instituciones como el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y Colciencias encargados de la inversión y transferencia del desarrollo y la innovación tecnológica que beneficiara la producción agrícola del país, al ser el sector más relevante dentro de las negociaciones comerciales que se daban con la apertura económica.

Los recursos obtenidos mediante préstamos en instituciones económicas internacionales como el Banco Interamericano de Reconstrucción y Fomento – BIRF - (Actual Banco Interamericano de Desarrollo – BID -) fueron destinados para la innovación y el desarrollo en el sector agrícola, estos recursos fueron enfocados principalmente en la creación de diferentes sistemas, planes y proyectos nacionales de transferencia tecnológica agrícola que

trajeran beneficios a los productores con el intercambio de nuevas tecnologías que permitieran una mayor tecnificación y competitividad de los bienes agrícolas (Uribe & Fonseca , 2011).

Ahora bien, el gasto en tecnología e innovación en los procesos agrícolas es en gran medida un potencializador de la productividad y la competitividad agrícola (Junguito , Perfetti, & Becerra, 2014), este beneficia los procesos productivos ya que con la transferencia tecnológica que se genera dentro de dichos procesos, se da una reducción en los costos de producción, se busca la mejora en términos fitosanitarios y se aumenta la productividad agrícola.

Se han dado a lo largo de los procesos de tecnificación importantes cambios en aspectos tecnológicos, como el control y la erradicación de las plagas que llegan a afectar los cultivos y la producción generada, así como en la modificación genética, buscando la creación de híbridos que tengan una mayor resistencia a enfermedades, además de incrementar la calidad de los productos obtenidos a partir de estas semillas.

El control de plagas y enfermedades a los cultivos se ha dado tradicionalmente mediante el uso de plaguicidas (insecticidas, herbicidas, y fungicidas), traídos desde países como Estados Unidos, la importación se realiza de productos completamente elaborados en el exterior o a los principales compuestos químicos para el proceso de maquilado que se realiza en Colombia.

El uso de este tipo de químicos para el control de las plagas ha venido en aumento desde la década de 1960, principalmente por el fomento del gobierno colombiano a la utilización directa en el sector agrícola, por tanto se ha dado una mayor entrada de plaguicidas al país con la rebaja de aranceles para promover la importación de los mismos, además del otorgamiento de un mayor número de licencias para la fabricación en el país, esto se puede evidenciar en los datos registrados por el Instituto Colombiano Agropecuario – ICA -, los cuales muestran que en el año de 1974 habían registrados 770 tipos de plaguicidas, y en el año de 2004 ya habían registrados 1261 plaguicidas para la comercialización en el país (León sicard, 2007).

Uno de los aspectos más relevantes en la aplicación de dichos componentes químicos para el control de plagas, ha sido la regulación de los mismos con respecto al uso en otros países, ya que Colombia es uno de los países que más aplica dichos productos en los terrenos aptos para las actividades agrícolas, con la particularidad de que estos mismos se encuentran prohibidos o cuentan con algunas restricciones en cuanto su uso en otros países por los riesgos que pueden traer a la salud de los humanos. Se han generado a su vez mecanismos no comunes para el control de plagas, entre estos se incluyen el uso de plaguicidas no convencionales, además de procesos de cría masiva e implantación en los cultivos de algunos tipos de moscas que ayuden con la regulación y el control de algunas plagas presentes en las plantaciones.

La modificación genética ha sido otro aspecto relevante dentro del desarrollo tecnológico en cuanto al sector agrícola se refiere, fue uno de los tres aspectos principales y tenidos en cuenta dentro del paquete de mejoras tecnológicas incluidos en la Revolución Verde del siglo XX.

El objetivo principal en la modificación genética consiste en alterar las codificaciones moleculares dentro del ARN y ADN de las semillas de las plantas, para hacerlas más resistentes a enfermedades y que tengan por lo tanto unas mejores características para la producción, además almacenar y repetir esta información molecular en el momento de la reproducción.

Existen varios procesos dentro de la modificación genética, en estos podemos encontrar el proceso de construcción de moléculas de ADN para ser introducidas en algunas células receptoras, o el proceso de clonación molecular el cual es mundialmente el modelo de modificación genética en el ámbito agrícola más usado; este consiste en “un proceso por el cual se producen, a partir de un organismo, varios individuos genéticamente idénticos al primero (a nivel molecular, es el proceso de replicación de un gran número de moléculas de ADN idénticas)” (León sicard, 2007. p. 95). En el agro colombiano este ha sido el proceso de modificación genética con mayor uso, no solo para la producción de bienes agrícolas, sino también para el mejoramiento de los sistemas productivos en cada región del país.

Siguiendo esta línea, es pertinente mostrar en la siguiente sección cómo la tecnología se ha aplicado en el sector agrícola colombiano, específicamente en los subsectores café y maíz que son los objetos de esta investigación, dado que anteriormente se evidenció el proceso histórico que ha tenido el país en términos de agricultura.

3. Tecnología en el sector agrícola colombiano.

Este capítulo tiene como fin, tener un panorama general de la tecnología del sector agropecuario para enfocarse de forma posterior en los dos subsectores relevantes en esta investigación. Por esta razón, el siguiente capítulo tiene como objetivo lograr una contextualización de la relación entre tecnología aplicada y los subsectores café y maíz, para analizar las diferentes asimetrías que se presentaron entre ellos en Colombia en el periodo 2005-2015.

3.1. Caracterización Tecnológica

“Las actividades innovadoras se corresponden con todas las operaciones científicas, organizativas, financieras y comerciales que conducen efectivamente, o tienen por objeto conducir, a la introducción de innovaciones” (EUROSTAT; , OCDE;, 2005). Esto, teniendo en cuenta la aplicación de diferentes conocimientos científicos que conlleven al mejoramiento técnico que beneficie los sectores productivos. La innovación en términos tecnológicos permite desarrollar las capacidades productivas de mejor manera en el sector agrícola, en cuanto al incremento productivo como del mejoramiento de la calidad en los productos.

Por otro lado, se muestra la relación que tiene la innovación con el desarrollo tecnológico, entendiéndose la tecnología como la “aplicación del conocimiento científico al propósito práctico de la vida humana, o a veces, al cambio o manipulación del ambiente humano” (Vicerectoría de Investigación y Transferencia). Según esta definición se reconoce que la tecnología es usada como un mecanismo que permite potencializar el desarrollo y ayuda a mejorar el entorno, generando estrategias que faciliten el alcance de los objetivos en la producción.

3.2. Aplicación de la tecnología dentro del sector agrícola colombiano

Una de las variables más relevantes dentro del desarrollo de esta investigación es el uso de la tecnología dentro de la producción agrícola, especialmente en los subsectores café y maíz, teniendo en cuenta la relación de esta frente a la exposición a mercados internacionales; y lograr entender por qué los sectores con mayor innovación y aprovechamiento tecnológico son los mismos que se encuentran en una posición privilegiada en cuanto al mercado internacional.

El desarrollo tecnológico es concebido como un instrumento que beneficia la producción agrícola, cuyos resultados e importancia se evidencian en el proceso de aplicación de los conocimientos técnicos, los cuales denotan los cambios, tanto cualitativos como

cuantitativos, para los sectores agrícolas que incluyan la tecnología en sus procesos agroindustriales.

El agro colombiano ha tenido un gran cambio en sus procesos productivos al pasar de métodos de producción arraigados desde la colonia, caracterizados por ser rudimentarios y artesanales que fueron evolucionando a medida que se implementaban reformas económicas en el país, enfocadas en la búsqueda de una mayor producción y una mejora en términos de calidad para la apertura del mercado y así encontrar mayores beneficios comerciales para los productos nacionales.

El desarrollo de la agricultura a lo largo de un siglo llama a especificar su carácter y las políticas que se implementaron, ya fuera para acelerar el crecimiento económico o para afectar la inequidad que lo acompañó desde sus inicios. Como otros países colonizados por España, Colombia se caracterizó por una distribución inicial de las tierras y otros recursos económicos hecha de acuerdo con criterios de linaje en una sociedad segmentada entre blancos, mestizos, indígenas y negros esclavos. Esa distribución de los recursos naturales fue inequitativa y solo en los casos de poblamiento por españoles pobres, como en Antioquia y Santander, alcanzó un grado de igualdad mayor, permitida por la mayor competencia política que socavó los monopolios contenidos en las mercedes de tierras originales (Kalmanovitz S, 1982).

A partir de la segunda mitad del siglo XVIII comienzan a presentarse profundos cambios en la agricultura colonial, provocados por causas internas como la inclusión del sector minero dentro de la actividad económica en el país, al igual que el crecimiento de los centros urbanos aumentando la demanda de productos agrícolas, y por causas externas como la llegada de empresas extranjeras, las cuales explotaban los recursos y los exportaban a sus países de origen, estos cambios determinaron el desarrollo económico del país durante el siglo XIX. Las causas internas se ubican en las nuevas formas laborales y las externas en las reformas borbónicas. Las causas internas se ubican en las nuevas formas laborales y las externas en las reformas borbónicas.

Lo primero en presentarse fueron los cambios internos. En efecto, la mita agraria que había sido establecida a comienzos del siglo XVII empieza a perder importancia cuando la hacienda utiliza nuevas formas laborales a mediados del siglo XVIII (González, 1979). Este proceso se origina en la progresiva decadencia de los resguardos como proveedores de fuerza de trabajo y alimentos para los pequeños núcleos urbanos, decadencia provocada por la mita, institución que inició la disolución de las comunidades indígenas (Pantoja, 1982).

En el viejo régimen de producción, existían dos tipos de economía agrícolas, la primera era una economía terrateniente, que tenía como pilar fundamental la hacienda. Las tierras más fértiles y productivas estaban bajo el control de políticos, personas adineradas y la Iglesia Católica y funcionaba como un tipo de feudo. Por otro lado, estaba la economía campesina, la cual estaba subdividida debido a los desarrollos técnicos y métodos empleados en la producción. “En el oriente santandereano y el occidente antioqueño se desarrollaron vigorosas economías campesinas y artesanales, cuya población estuvo compuesta principalmente por emigrantes españoles. Estos ocuparon tierras de regular calidad y tuvieron que enfrentar en más de una ocasión las pretensiones monopolizadoras de los terratenientes, pero en términos generales ganaron acceso a la tierra” (Kalmanovitz, 1996) .

De igual manera, en el país se implementaron otros métodos de producción como el monocultivo, que consistía en el cultivo de un solo producto en una extensión de tierra disponible, esto como lo señala Robledo (1998), más allá de las implicaciones económicas negativas, generaba un desgaste en los suelos que a largo plazo sería irrecuperable. Era la manera más eficaz de cumplir con la demanda del mercado, pero así mismo propagaba en mayor medida las enfermedades de los cultivos.

A medida que el país fue haciendo cambios e implementando diversas reformas económicas, que se enfocaron en los productos nacionales con potencial de intercambio comercial con nuevos mercados, los antiguos procesos de cultivo quedaron relegados con la llegada de nuevas herramientas tecnológicas que maximizaron los procesos productivos. Como se pudo evidenciar durante la segunda mitad del siglo XX, cuando la agremiación que reunía a los productores de café propuso e implementó un nuevo tipo de semilla llamada caturra para dejar de producir el café tipo Colombia que fue la semilla tradicionalmente cultivada en el país Chalarca (2000).

Otro tipo de tecnologías se han venido aplicando en el sector agrícola colombiano de manera general, entre las cuales destacan la modificación genética, que se ha implementado en los cultivos de maíz y algodón, con el fin de mejorar su resistencia a plagas y asegurar un menor riesgo para el consumo tanto humano como animal, como lo asegura Chaparro (2011).

Por otro lado, Chaparro (2011), expone los beneficios y riesgos del uso de los cultivos genéticamente modificados. Inicialmente, por el lado de los beneficios, se encuentran la reducción de costos de producción y el incremento del rendimiento, la reducción de químicos tóxicos en el ambiente, remediación y monitoreo ambiental y, por último, la fabricación de productos farmacéuticos basados en plantas; ahora bien, haciendo alusión a los riesgos que conlleva la aplicación de esta tecnología, se evidencia, por ejemplo, la introducción de

proteínas con efectos adversos para la salud generando reacciones alérgicas tanto a humanos como animales, el aumento de propiedades invasivas de malezas, resistencia de insectos, además del impacto sobre la biodiversidad en cualquier ambiente.

Aunque la aplicación de dicha tecnología resulte un tanto riesgosa en los aspectos anteriormente indicados, en términos generales es una herramienta clave para ser más competitivos. Evidentemente la maquinaria agrícola, equipos de pos cosecha, distritos de riego, redes de frío, y almacenamiento, son fundamentales; sin embargo, entrada la era del desarrollo virtual, en donde las redes de conocimiento colaborativo, comercialización, monitoreo de cultivos, interacción entre personas de diferentes eslabones de la cadena, entre otros; hace que el agro sea mucho más dinámico, tenga herramientas más eficientes y tanto los agricultores como consumidores tengan acceso a los productos.

Las tecnologías tienen que ser apropiadas, accesibles y adaptadas a las necesidades locales de los agricultores. Incluso con los niveles actuales de tecnología, en algunos lugares aún existen diferencias entre los rendimientos potenciales, que se obtienen en las prácticas agrícolas ya establecidas, y los rendimientos reales obtenidos en las explotaciones agrícolas por los pequeños productores. La falta de comunicación de la información y de aptitudes constituye un obstáculo importante para los pequeños productores agrícolas, limita su capacidad de acceso a los beneficios de la investigación, los aleja de utilizar tecnologías mejoradas y reduce la eficacia de las que adoptan Von Braun (2009).

La introducción de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación produjeron una revolución en la difusión de conocimientos. La exigencia de dar más eficacia a las inversiones públicas orientó la investigación agrícola y la innovación a mecanismos enfocados al impacto sobre el desarrollo.

“En este contexto surge y se consolida la tendencia a adoptar también en agricultura el concepto de innovación, no solo como adopción de una nueva tecnología, sino como una combinación exitosa de tecnologías y prácticas, de nuevos conocimientos y esquemas mentales, y de nuevas instituciones y formas de organización social. Los elementos principales de la innovación pertenecen a factores de mercado, ambientales, políticos y regulatorios, así como científicos y tecnológicos” (Sonnino & Ruane, 2013. p. 36).

Así mismo, se entiende por innovación agrícola el proceso de investigación liderado por centros especializados, al igual que por proyectos impulsados por el intercambio y aplicación de conocimientos de diferentes campos de estudio los cuales traerán innegablemente

beneficios en dicho ámbito debido a la gran diversidad en conocimiento aplicado con un fin idéntico (Sonnino & Ruane, 2013).

La investigación que se realiza debe ir enfocada a optimizar la aplicación en cuanto a extensión e impacto refiere, ya que es de carácter fundamental incluir a los productores con el fin de instruir y crear una cadena de conocimiento que pueda ser transferida, aprovechada y sostenida en el largo plazo. Es por lo que los Sistemas de Innovación Agrícola (SIA) mediante instituciones privadas o públicas buscan compartir de forma sustancial y útil los conocimientos y avances tecnológicos que han obtenido llevando a cabo las investigaciones (Sonnino & Ruane, 2013).

3.3. Tecnología subsectores café y maíz

3.3.1. Tecnología en el sector Maíz.

El sector del maíz sufrió un cambio radical en los años sesenta y setenta en términos de tierra cultivada, debido a que otros productos empezaron a aparecer en la escena comercial colombiana:

“Algunos cultivos tradicionales y mixtos (maíz, trigo, frijol y panela) redujeron el área sembrada en términos absolutos, pasando de representar casi un 63% de las siembras en los años cincuenta a poco menos de una tercera parte a fines de los setenta” (Colmenares, 1988) .

Con el fin de aumentar la producción, y mejorar la competitividad del sector primario colombiano, se fundó en 1960 una agrupación gremial llamada FENALCE (Federación Nacional de cultivadores de cereales), inicialmente conformada por 50 agricultores, que con el paso de los años fueron integrando a otros que cultivaban diferentes productos, entre los cuales destacan el sorgo, el trigo, la cebada, los cereales, frijol, entre otros. Ya, en 1984, FENALCE estructuró su propio departamento técnico especializado en investigar y desarrollar nuevas tecnologías para mejorar el rendimiento del sector con el fin de imponerse tanto en el mercado nacional como internacional.

En relación a la tecnología aplicada a este sector, es necesario exponer que, en Colombia, en el 2004 había 538.569 hectáreas cultivadas de maíz produciendo cerca de 2 millones de toneladas. Estas hectáreas estaban cultivadas por dos tipos de maíz, el blanco y el amarillo, ocupando 33.2% y 66.8% del territorio respectivamente. El maíz blanco es utilizado

para el consumo humano, mientras que el amarillo es para el consumo animal (Documento Maíz Tecnificado en Colombia).

La aplicación de semillas híbridas responde a la necesidad de dar origen a plantas resistentes, que produzcan mazorcas grandes, en las cuales haya un alto rendimiento del grano, mayor tolerancia al ataque de plagas y enfermedades, así como también plantas de altura uniforme, buena adaptabilidad y alto porcentaje de germinación. Estas semillas genéticamente modificadas tienen diferentes líneas, entre las cuales destacan la variedad sintética, las líneas puras, los híbridos y por último las Top Cross. Las semillas híbridas, que son objeto de esta investigación, tienen dos ramas, una que es la sencilla, equivalente al cruce de dos líneas puras; y la segunda, llamada doble, que se obtiene cruzando dos híbridos sencillos. En Colombia hay 45 tipos de híbridos, que pueden ser cultivados en 5 pisos térmicos diferentes; 7 para clima cálido, 13 para clima cálido moderado, 6 para clima medio, 5 para frío moderado y 14 para clima frío (Ospina Rojas, 1999)..

Por otro lado, los cultivos de maíz estaban diferenciados según el tipo de cultivo utilizado para su producción, encontrando así los cultivos tradicional y tecnificado, en el cual el primero utiliza semillas no certificadas, bajos insumos agroquímicos y fertilizantes, y produciendo por hectárea cerca de 1.6 toneladas; mientras que el cultivo tecnificado utiliza para su producción semillas certificadas, agroquímicos y fertilizantes, que evidencian una mayor productividad con respecto al anterior método de cultivo debido a que gracias a la tecnificación se pueden llegar a cosechar cerca de 6 toneladas por hectárea (Documento Maíz Tecnificado en Colombia).

Hay tres tipos específicos de semillas utilizados en el agro colombiano:

“El primero es la semilla sin tratamiento alguno, que normalmente sale como parte de la cosecha anterior o del mercado no especializado, el segundo corresponde a la semilla tratada físicamente y procedente de un banco de semillas y la última comprende las que han sido tratadas genéticamente para aumentar su capacidad productiva, estas se denominan híbridos” (Documento Maíz Tecnificado en Colombia).

Los híbridos son importados por casas comerciales que realizan investigaciones y producen dichas semillas en otro país para implementar en Colombia, algunas casas importantes en la escena internacional como lo son Monsanto, Dupond y Syngenta, y las nacionales son Agrosemillas, Fenalce y semillas del Valle entre otras, evidenciando un déficit en términos de competitividad que favorece las semillas internacionales.

En un informe publicado por CORPOICA⁴ titulado “Programa Nacional de Investigación, Desarrollo y Fomento del cultivo de maíz Tecnificado en Colombia 2006-2020”, se habla sobre una alianza estratégica entre Fenalce y Corpoica, junto a casas comerciales de semillas genéticamente modificadas o híbridos, entre las cuales destacan, por el lado colombiano Acosemillas, y por el lado internacional, Monsanto, Syngenta, Pioneer y CIMMYT; esto con el fin de invertir en mayor medida en la investigación y transferencia de tecnología que conlleve a una mayor producción, mejorando así la competitividad del sector maíz en el ámbito internacional (CORPOICA) .

Para el correcto uso de las semillas híbridas o mejoradas genéticamente es necesario instruir al agricultor colombiano, porque a modo de ejemplo, una semilla mejorada genéticamente no debe ser utilizada dos veces debido a que podría perder entre el 15% y el 30% del rendimiento, además del vigor de las plantas (Rincón, 1980) .

Por otro lado, se han identificado diferentes tipos de plagas a lo largo del territorio colombiano, mostrando que los policultivos (Cultivos compartidos por diferentes semillas) son mejores ecosistemas para la propagación de plagas; entre estas se encuentran el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*), el lorito verde (*Empoasca Kraemeri*), los ácaros, la pulga negra, cucarro (*Eutholea Sp.*), el barrenador del tallo del maíz (*Diatrea Saccharalis*) y el gusano elotero, entre otros. Con el fin de controlar las plagas anteriormente mencionadas se ha propuesto un grupo de métodos, cuatro de ellos de índole preventiva (cultural, física, biológica y genética) y uno de ellos de carácter correctivo (química). En términos de modificación genética se observa un panorama desalentador, en el sentido que es un proceso investigativo largo, costoso y de no muy exitosa aplicación práctica (Ospina Rojas, 1999).

En términos de control de plagas aplicando el método biológico, se encuentran las crías masales como el Telenomus Remus Nixon (*Hemíptera:Scelionidae*) y el Podisus Sp. (*Hemíptera: Pentatomidae*). El primero es un parasitoide de posturas *S. Frugiperda*, *S. Litura*, *S. Erdania* y *Agrotis Ipsilon*. Esta cría masal es de la India y fue introducida a Colombia proveniente de Trinidad y Tobago en el año 1975 por parte de Agrobiológicos de Bucaramanga y en 1976 por Ingenio Riopaila del Valle del Cauca; el segundo es un predador de larvas de lepidópteros abundantes en el Valle del Cauca, específicamente en las regiones de Guacarí y Cerrito. Se empezó a producir de forma masiva en Colombia sobre las larvas de *S. Frugiperda*, *Galleria Mellonella* y *Erinnys ello* (Ospina Rojas, 1999).

⁴ La Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria

Por el lado del método correctivo o químico, se han creado y aplicado productos conocidos como fitoinsecticidas o extractos vegetales. Dicho método consiste en utilizar plantas que “*exhiben un efecto insectistático más que insecticida, es decir, inhiben el desarrollo y comportamiento de los insectos en lugar de matarlos directamente por sus propiedades tóxicas*” (Silva, Lagunes, Rodríguez, & Rodríguez, 2002) . En Colombia se utilizan el nim, árbol nativo de Asia, cuyas hojas y semillas actúan como extractos inhibidores de las plagas. Entre sus componentes se encuentran el azadirachtin⁵, el melantriol, que inhibe la alimentación; el salannín y el nimbin y nimbidin, que cumplen funciones antivirales.

Otro fitoinsecticida utilizado es el realizado a base de *Senna Spectabilis* y de *Recinus communis L*; conocidos como Velero e Higuerrilla respectivamente. El primero mostró “mayor mortalidad en insectos adultos, con un 69.9% a las 100 horas de aplicar el extracto de las hojas a una concentración del 15%”; el segundo, “ocasionó un 7% de mortalidad en insectos adultos, a una concentración del 15%” (Ospina Rojas, 1999). Por último, existe un fitoinsecticida fabricado a base de *Melia azaderach L*(*Melicaceae*)el cual ha sido utilizado en los cultivos ubicados en la región del Tolima, estableciendo diferentes dosis según el clima y la población de insectos encontrada. Este insumo químico está compuesto por tres solventes: alcohólico, acetónico y etéreo, siendo estos antialimentarios, antireproductivos y letales para las larvas.

Existen también otros productos conocidos como semiquímicos, que interfieren en los procesos alimentarios, de apareamiento y reproductivos, estos pueden ser feromonas, alomonas y kairomonas, dividiéndose esta última en cuatro categorías organizadas por atrayentes, repelentes, disuasivas y estimulantes. Se utilizan en el control de plagas sobre los cultivos de maíz debido a su baja toxicidad, baja concentración de ingredientes activos nocivos para el ser humano, el bajo costo tanto de producción como de aplicación, y por último la seguridad ambiental (Ospina Rojas, 1999).

La investigación hasta este punto ha expuesto la tecnología que aplica el subsector del maíz en sus cultivos con el fin de mejorarlos en términos genéticos, y hacerlos más resistentes a las plagas mediante los plaguicidas. Ahora bien, es pertinente hacer lo mismo con el subsector del café con miras a establecer las asimetrías tecnológicas entre los subsectores de estudio.

⁵ No mata directamente a los insectos, pero altera su comportamiento y proceso de vida, detiene la alimentación y evita su reproducción y metamorfosis completa (Ospina Rojas, 1999).

3.3.2. Tecnología en el sector Café.

El sector cafetero en Colombia ha sido desde el siglo XX el subsector agrícola más importante en la economía colombiana. Desde la época colonial se tuvo al café como un sector agrícola tradicional el cual tenía técnicas de cultivo artesanales, que fueron cambiando y siendo reemplazadas por nuevas maneras de cultivo, más eficientes y que beneficiaron en mayor medida la agremiación cafetera y la economía del país.

El siglo XX hizo de Colombia un referente en el mercado internacional con la calidad de su café, desde 1910 a 1960 el país se convirtió en el segundo abastecedor mundial de café además de ser el segundo productor del café suave (Flores & Garces, 2000) , sin embargo, fue en la década del 1950 donde la Federación Nacional de Cafeteros se enfrentó al envejecimiento de los cultivos, la falta de innovación en las prácticas agrícolas, además del atraso técnico en los procesos productivos.

El mayor auge del sector cafetero colombiano se dio durante los años 70, donde debido a las fuertes heladas que azotaron a Brasil, que era en ese momento el más importante productor del grano en el mercado internacional, hubo vía libre para que el café colombiano se posicionara en el ámbito internacional, mostrando los frutos de los procesos tecnificadores que se dieron durante la década de los 60; supliendo la demanda que no había podido cumplir Brasil, además de dar a conocer el café colombiano por su calidad y su sabor. Esto aumentó las exportaciones cafeteras, generando así que la producción aumentara no solo en cuanto a las cantidades demandadas mundialmente, sino que también se generó un incremento en la calidad, con una mayor tecnificación de los cultivos para así conservar el puesto competitivo que había obtenido en el mercado internacional.

Otro de los aspectos que beneficiaron al sector cafetero fueron las medidas y la implementación de la apertura económica que se dio durante la última década del siglo XX, donde se buscó incrementar e implementar procesos tecnificados que beneficiaran el proceso productivo. El cambio de las variedades de café tradicionales que se cultivaban en el país como el café *Caturra o Colombia*, tuvieron una mayor tecnificación a comienzos de 1990 lo que duplicó la capacidad productiva del país, incrementando las exportaciones además de aumentar la participación en el mercado internacional (Chalarca, 2000).

Más allá de los factores que beneficiaron al sector durante el siglo XX, el papel de la Federación Nacional de Cafeteros fue determinante para el crecimiento del sector además de beneficiar integralmente a los productores y a las zonas donde se concentraban los cultivos del café. Fue fundada el 21 de junio de 1927 en el Segundo Congreso Nacional de Cafeteros, a

partir de ahí la Federación no solo veló por la producción, sino también buscó el desarrollo integral de los productores, haciendo grandes inversiones en infraestructura como lo fue el desarrollo de las vías en las zonas productoras, la construcción de sistemas de acueducto organizó brigadas de salud, además de generar educación para los productores y trabajadores de las fincas cafeteras.

En cuanto al desarrollo de la investigación asociada a la producción cafetera, se creó en 1939 el Centro Nacional de Investigaciones de Café (CENICAFE), que reemplazó la primera granja escuela creada en 1929 durante el Tercer Congreso Nacional Cafetero, teniendo grandes aportes a la caficultura colombiana, primero la adaptación del café caturra aumentando los rendimientos de la producción, además de la creación de la variedad Colombia, una variedad más resistente a la roya (Robledo, 1998).

Teniendo en cuenta lo anterior, la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia por medio de Cenicafé generó tecnologías para la producción de café, tendientes a lograr mayores rendimientos económicos y agronómicos del cultivo; sin embargo, por razones como la falta de recursos económicos y el nivel de escolaridad de los propietarios cafeteros no han contribuido en muchos casos a la utilización plena de estas tecnologías. Es por esto por lo que los caficultores han estructurado sus sistemas de producción de acuerdo con su percepción y perspectivas del negocio cafetero, estructura que determina en gran medida la viabilidad de su actividad productiva (Dussan, C., Duque, H., & González, J, 2007).

Por consiguiente, en las diferentes regiones productoras de café en Colombia, el cultivo se maneja de diversas formas, dependiendo de un conjunto de variables agroecológicas, tecnológicas, sociales y económicas; lo cual permite plantear que una de las características fundamentales de la cultura cafetera en el país es su amplia heterogeneidad.

Es por esto por lo que nace en Cenicafé la tecnología BELCOSUB (Beneficio Ecológico del café y de los subproductos) para el beneficio ecológico del café, esta tecnología se desarrolló para obtener café de alta calidad física y de la bebida, además para controlar la contaminación potencial de las fuentes de agua ocasionada por la pulpa y el mucilago, manteniendo o aumentando los ingresos del caficultor (Avances Técnicos Cenicafé, 1997).

Esta tecnología integra desarrollos de investigación y genera ventajas como la reducción de contaminación, el control del proceso al evitar daños de la calidad, la mejor utilización de las maquinas implementadas y los ingresos adicionales debido a todas estas mejoras, también se reduce el daño del grano producido, reduce el tamaño y costo de la infraestructura para obtener un mayor beneficio. La inversión del módulo BECOLSUB permite beneficiar y producir café de alta calidad sin contaminar las aguas, y transformar los

subproductos contaminantes en abono orgánico y en proteína animal.

Los estudios realizados que encaminaron el nuevo proceso de beneficio húmedo del café se iniciaron en 1984, partiendo de las experiencias obtenidas en Centroamérica con la tecnología DEMUCIL, en la cual se combinaba la acción mecánica con la enzimática. Cenicafé mediante pruebas y análisis preliminares realizadas a esta tecnología comprobó que el desprendimiento de mucílago se debía principalmente a la agitación, y con base en esto se implementó un prototipo denominado desmucilagador, lavador y clasificador, pero los resultados no fueron satisfactorios ya que había un alto consumo de agua, un alto requerimiento de tiempo y daño mecánico.

Debido a esto surge la necesidad de superar las limitaciones que se presentaban con aquel prototipo, y es así como Cenicafé a través de pruebas y estudios construye varios equipos que a su vez fueron modificados para lograr avances y progresos en el proceso de producción de café con excelente calidad.

A manera de cierre, es importante resaltar que a lo largo de la historia del sector agrícola existieron factores determinantes que dieron mayores beneficios a unos sectores más que a los otros. Esto se denota dentro del sector cafetero nacional donde a partir de una fuerte agremiación que se dio durante el siglo XX, se generó un desarrollo integral que favoreció la innovación mediante los diferentes cambios tecnológicos que se dieron en los tipos de semilla con nuevos híbridos, además de los nuevos procesos en el control de plagas, con una mayor tecnificación dejando de lado los procesos tradicionales como el monocultivo que incrementaba los costos sin contar con que hacía más complejo el control de plagas dentro de los cultivos, permitió incrementar la producción y darle un valor agregado por la calidad del producto, haciéndolo competitivo en el mercado internacional y posicionándolo como el producto abanderado de las exportaciones colombianas en el mercado internacional desde la década de 1970.

Por otro lado, analizando el subsector del maíz, es pertinente mostrar que los avances tecnológicos que éste ha empleado a lo largo de la historia se centran más en el control de plagas para mejorar los cultivos, que en la modificación genética de las semillas esto, con el fin de mejorar tanto la productividad, como la competitividad de dicho sector y su producto en el mercado internacional. De igual forma, la precariedad tecnológica, diferencia a estos dos subsectores debido a que el cafetero tiene una federación propia destinada a investigación, producción y promoción de los productos, mientras que el maíz se encuentra incluido en una sola federación o agremiación que gestiona los procesos de productos como el trigo, el sorgo,

la avena, la arveja, el fríjol, entre otros, esparciendo el enfoque tanto tecnológico, como productivo y competitivo de cada uno de estos productos.

4. Resultados

Como se mostró previamente, en términos tecnológicos el café tiene mayor ventaja frente al maíz, teniendo en cuenta la cantidad de semillas genéticamente modificadas, la cantidad y calidad de los plaguicidas empleados en los cultivos de café y el número de patentes registradas. Con el propósito de profundizar en la relación existente entre la exposición a mercados internacionales y el desarrollo tecnológico, en este apartado se plantea un modelo de Regresión Lineal Múltiple que permita evaluar el tipo de relación existente entre estas dos variables.

4.1. Modelo de Regresión Lineal Múltiple

4.1.1. Descripción de los datos

Para la construcción del Modelo de Regresión Lineal Múltiple, se utilizó información proveniente de la Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica (EDIT), la cual está disponible para las empresas del sector industrial, y dado el objetivo que presenta esta investigación el cual es encontrar la relación entre la innovación tecnológica y las exposiciones a mercados internacionales en el sector agrícola colombiano, es pertinente utilizar los datos que dicha encuesta evidencia.

La EDIT es aplicada:

“A los sectores de servicios y comercio es una operación tipo censo según parámetros de inclusión, que representa una población objetivo de 16 subsectores o actividades del sector de servicios y comercio, relevantes a la investigación, con parámetros de inclusión diferenciados y definidos según el nivel de personal ocupado y los ingresos anuales de las empresas para cada subsector. En este sentido, los resultados incluyen características de desarrollo tecnológico e innovación para cada subsector estudiado, pero no calcula indicadores agregados para el total de la muestra de actividades de servicios y comercio” (DIMPE, 2016).

Entrando en materia, tomando los datos de la EDIT encontramos 7.947 empresas categorizadas en 55 subsectores.

Debido a la falta de información para algunos subsectores de este conjunto, la muestra final con la que se trabajó fueron 36 subsectores, con información para ocho (8) variables asociadas a la innovación tecnológica.

La variable dependiente utilizada fue el *número de registros de propiedad intelectual para el 2016*, y el conjunto de variables independientes, estuvo integrado por *las exportaciones, total de empresas innovadoras, total de empresas innovadoras en bienes o servicios con ventas extranjeras, número de innovaciones en bienes o servicios nuevos, número de innovaciones en*

bienes o servicios mejorados significativamente, número de innovaciones en nuevos o significativamente mejorados métodos de producción, distribución, entrega o sistemas logísticos, número de innovaciones en nuevos métodos organizativos implementados en el funcionamiento interno, número de innovaciones en nuevas técnicas de comercialización, monto invertido por tipo de actividad científica, tecnológica e innovación, financiamiento con recursos públicos ACTI y personal ocupado que participó en ACTI (Doctorado).

4.1.2. Validación de supuestos del Modelo de regresión Lineal Múltiple

Un modelo de Regresión Lineal Múltiple debe seguir 4 supuestos fundamentales. Según Gujarati & Porter (2010, p. 189) en su libro *Econometría*, el supuesto de no colinealidad o de **no multicolinealidad**:

“establece la no existencia de una relación lineal exacta entre X_2 y X_3 , se conoce técnicamente como supuesto de no colinealidad, o de no multicolinealidad cuando hay más de una relación lineal exacta. Informalmente, la no colinealidad significa que ninguna de las regresoras puede escribirse como combinación lineal exacta de las regresoras restantes en el modelo” (Gujarati & Porter, 2010).

De igual manera, el supuesto de **homocedasticidad** es explicado por Gujarati & Porter (2010, p. 65) como “la variación alrededor de la línea de regresión (la línea de la relación promedio entre X y Y) es la misma para todos los valores de X ; no aumenta ni disminuye conforme varía X ” (Gujarati & Porter, 2010). En pocas palabras, el supuesto de homocedasticidad debe mostrar que las variables están distribuidas de formas iguales.

El supuesto de no correlación serial o de **no autocorrelación** “se define como la “correlación entre miembros de series de observaciones ordenadas en el tiempo [como en datos de series de tiempo] o en el espacio [como en datos de corte transversal]”. En el contexto de regresión, el modelo clásico de regresión lineal supone que no existe tal autocorrelación en las perturbaciones u_i ” (Gujarati & Porter, 2010, p. 413). Esto supone que las variables de estudio no deben estar correlacionadas con el error. Para identificar e interpretar la prueba, es necesario saber que la prueba debe tener un valor entre 0 y 4. Si los valores están cercanos a 2, se cumple el supuesto, mientras que para los valores cercanos a 4 este no se cumple.

Por último, el supuesto de **normalidad del error** es entendido por Gujarati & Porter que “para dos variables normalmente distribuidas, una covarianza o correlación cero significa independencia entre las dos variables. Por consiguiente, con el supuesto de normalidad, la ecuación significa que u_i y u_j no sólo no están correlacionadas, sino que también están independientemente distribuidas” (Gujarati & Porter, 2010, p. 98).

Para validar el supuesto de la normalidad del error en el modelo que se necesita para este modelo, se realizó la prueba *Kolmogorov-Smirnov*, la cual nos arrojó los siguientes datos:

Tabla 1 Prueba de normalidad del error variables sin transformar.

	Número de registros de propiedad intelectual (2016) (Y)	Exportaciones (X) (Millones de dólares)	Total de empresas innovadoras	Total de empresas innovadoras en bienes o servicios con ventas extranjeras a/	Número de innovaciones prod, dist, entre, log	Número de innovaciones funcionamiento interno	Número de innovaciones comercialización	Monto invertido, por tipo de actividad científica, tecnológica e innovación
N	36	36	36	36	36	36	36	36
Sig. asintótica (bilateral)	,000 ^c	,000 ^c	,000 ^c	,000 ^c	,000 ^c	,003 ^c	,000 ^c	,000 ^c

Analizando la prueba anteriormente mencionada y los valores de significancia, es preciso interpretar que no existe evidencia suficiente para no rechazar la hipótesis nula de que los datos se distribuyen normalmente.

4.1.3. Corrección del modelo

Atendiendo al incumplimiento del supuesto de normalidad, se procedió a realizar una depuración y corrección del modelo. Se realizó una transformación logarítmica y los subsectores (individuos) con datos 0 o sin información fueron eliminados.

Siguiendo esta línea, los resultados arrojados al hacer la prueba de normalidad se presentan en la tabla 1.2.

Tabla 2. Prueba normalidad del error variables transformadas

Modelo	Estadísticas de colinealidad VIF
(Constante)	
LogExportacionesXMillonesdedólares	1,467
LogTotaldeempresasinnovadoras	7,569
LogTotaldeempresasinnovadorasextranjero	4,099
LogNúmerodeinnovacionesproceso	8,815
LogNumerodeinnovacionesfuncionamiento	9,568

	LogNúmero de innovaciones comercialización						3 703	
	LogPropIn telectual	LogExport acionesX Millonesd edólares	LogTotald eempresasi nnovadora s	LogTotald eempresasi nnovadora sextranjero	LogNúmero odeinnova cionesproc eso	LogNumer odeinnova cionesfunc ionamient o	LogNumer odeinnova cionescom ercializaci ón	LogMonto Invertido
N	36	36	36	36	36	36	36	
Estadístico de prueba	,123	,122	,081	,119	,083	-,109	,090	,057
Sig. asintótica (bilateral)	,184 ^c	,193 ^c	,200 ^{c,d}	,200 ^{c,d}	,200 ^{c,d}	200 ^{c,d}	200 ^{c,d}	200 ^{c,d}

Interpretando los valores de significancia asintótica, se muestra que después de la corrección, el supuesto de normalidad del error se cumple.

Siguiendo esta línea, es importante realizar la regresión lineal múltiple con las variables transformadas a logaritmos para validar si el supuesto de autocorrelación se cumple o no, y para esto se realiza la prueba *Durbin-Watson*.

Tabla 3. Regresión del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación	Durbin-Watson
1	,943 ^a	,889	,861	,38170	2,047

Después de correr la regresión con todas las variables transformadas, se pueden observar dos valores importantes; el primero es el R cuadrado ajustado, que tiene un valor de ,869, mostrando así que las variables de estudio explican en un 86% la varianza de la variable dependiente (Y) “*número de registros de propiedad intelectual para el 2016*”. Por otro lado, el estadístico Durbin-Watson es cercano a 2, lo que indica que el supuesto de no autocorrelación se cumple.

Por último, con el fin de validar el supuesto de no multicolinealidad, se toman los valores del coeficiente de Estadísticas de colinealidad VIF, las cuales permiten evidenciar qué variables presentan multicolinealidad, es decir que no cumplen el supuesto. Los valores no deben ser mayores a 5 para que el supuesto se valide. Así pues, esta tabla muestra dichos valores:

Tabla 4. Estadística de colinealidad

Teniendo como base los coeficientes de VIF arrojados al hacer la regresión del modelo, se puede apreciar que hay tres variables que intentan explicar y miden lo mismo que otras, lo cual muestra que no cumple el supuesto de no multicolinealidad, por lo que son descartadas del estudio.

Finalmente, se verificó el valor de significancia que tienen las variables independientes para el estudio. A continuación, se encuentran los coeficientes:

Tabla 5. Valores de significancia

Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.	Estadísticas de colinealidad	
	B	Error estándar	Beta			Tolerancia	
1	(Constante)	-1,099	1,105				
	LogExportacionesXMillones de dólares	-,044	,042	-,081	-1,058	,299	,681
	LogTotaldeempresas innovadoras	,522	,190	,477	2,757	,010	,132
	LogTotaldeempresas innovadoras al extranjero	,277	,149	,237	1,862	,073	,244
	LogNúmero de innovaciones	,142	,195	,136	,731	,471	,113
	LogNúmero de innovaciones financiadas	-,338	,201	-,328	-1,687	,103	,105
	LogNúmero de innovaciones comercializadas	,423	,122	,420	3,470	,002	,270
	LogMonto Invertido	,101	,065	,150	1,555	,131	,426

Las variables que tienen significancia y explican de mejor manera el modelo son *logaritmo total de empresas innovadoras*, *logaritmo total de empresas innovadoras con bienes o servicios al extranjero* y *log número de innovaciones en nuevas técnicas de comercialización*.

Esto debido a que el coeficiente o valor de significancia es menor a 0,01, siendo 0,010 y 0,002 respectivamente.

Teniendo como base los coeficientes de significancia, se tiene un modelo final, el cual se hizo incluyendo únicamente las variables con mayor significancia para el estudio.

4.1.4. Modelo final

El modelo final se compone por la variable dependiente (Y) *log número de registros de propiedad intelectual para el 2016*, y las variables independientes *log logaritmo total de empresas innovadoras* y *log número de innovaciones en nuevas técnicas de comercialización*.

Tabla 6. Regresión del modelo variables significativas

R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación	Durbin-Watson
,925 ^a	,856	,847	,40103	2,174

Se analizan el R cuadrado ajustado, arrojando un coeficiente de 0.847, lo cual indica que las variables independientes mencionadas arriba explican en 84,7% la variable dependiente, lo que deja un modelo bastante sólido; como segunda instancia, es importante analizar el estadístico de Durbin-Watson, el cual es cercano a 2, validando el supuesto de no autocorrelación.

Siguiendo esta línea, es de suma importancia continuar analizando los valores arrojados al hacer la regresión. Los valores de significancia arrojados para las dos variables independientes son muy significativos debido a que son menores de 0,01. La tabla a continuación evidencia los valores de este análisis.

Tabla 7. Valores de significancia

Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados		Estadísticas de colinealidad	
	B	Error estándar	Beta	t	Sig.	Tolerancia
(Constante)	,160	,425		,376	,709	
LogTotaldeempresas innovadoras	,488	,119	,446	4,109	,000	,371

LogNumerodeinnova cionescomercializaci ón	,534	,109	,531	4,894	,000	,371
---	------	------	------	-------	------	------

Por último, tomando los coeficientes VIF arrojados por la regresión, se puede validar el supuesto de no multicolinealidad. En este caso el supuesto se cumple dado que para las dos variables los coeficientes son menores a 5 (*Ver tabla 1.8*).

Tabla 8. Estadística de colinealidad

Modelo	Estadísticas de colinealidad	
	VIF	
(Constante)		
LogTotaldeempresasinnova doras		2,692
LogNumerodeinnovaciones comercialización		2,692

4.1.5. Modelo final alternativo

Es posible correr un modelo alternativo, ya que el valor de significancia de la variable independiente *Total empresas innovadoras en bienes o servicios con ventas extranjeras* arrojado después de hacer la regresión del modelo con todas las variables transformadas en logaritmos es de 0,07, lo que hace a la variable significativa, además de su importancia teórica dado el contexto de esta investigación.

Tabla 9. Regresión modelo alternativo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación	Durbin- Watson
1	,911 ^a	,831	,821	,43438	2,029

Al hacer la regresión, es posible apreciar que el R cuadrado ajustado es de 0,821, mostrando así que las variables independientes explican la varianza de la variable dependiente. En este paso (*ver tabla 1.9*), se evalúan los coeficientes de significancia, es decir la medida en la cual las variables explican el modelo, teniendo la variable *log de innovaciones en nuevas técnicas de comercialización y log total empresas innovadoras en bienes o servicios con ventas extranjeras* valores menores a 0,01, con 0,00 y 0,004 respectivamente.

Por su parte, el estadístico de Durbin-Watson arroja un valor de 2,029, cumpliendo de este modo el supuesto de la no autocorrelación, dado que el valor es cercano a 2.

Teniendo en cuenta lo anterior, el modelo final es:

Tabla 10. Valores de significancia modelo alterno

Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.	Estadísticas de colinealidad
	B	Error estándar	Beta			Tolerancia
(Constante)	1,565	,179		8,743	,000	
LogNumerodeinnovacionescomercialización	,673	,101	,669	6,696	,000	,513
LogTotaldeempresasinnovadorasextranjero	,360	,117	,308	3,086	,004	,513

$$RegPropIntelectual = 1.56 + 0.67LogNumInnovCom + 0.36 LogTotalEmpInnovExt$$

4.2. Análisis

Teniendo en cuenta los resultados y las salidas del modelo utilizado para validar o descartar las variables escogidas como relevantes para esta investigación, es pertinente decir que existen dos variables fundamentales, las cuales son *logaritmo total de empresas innovadoras* y *log número de innovaciones en nuevas técnicas de comercialización*. Es así como después de hacer la regresión inicial con las variables sin transformar, se observó que no era posible comprobar o invalidar la hipótesis que se planteó, es por esto por lo que se realizó la transformación de las variables.

A modo de contextualización, se tenían inicialmente, para la base de datos inicial 12 variables, 1 variable dependiente (Y) la cual se conservó, y 11 variables independientes (X), las cuales se vieron afectadas, bien sea porque los datos encontrados eran 0 y no podían ser

transformadas las variables o bien porque se encontraban datos perdidos, lo cual desvirtuaba el modelo. Haciendo el análisis pertinente de las variables independientes, se encontró que únicamente 7 tenían la capacidad de dar solidez al modelo.

Entrando en materia, antes de correr el modelo las exportaciones se tenían como la variable que en mayor medida iba a explicar la variable dependiente, pero posteriormente se evidenció teniendo en cuenta el nivel de significancia (0.299) que las *exportaciones* no lograban responder a esta. Aun así, existía otra variable que menos aportaba a explicar Y. El *número de innovaciones en nuevos o significativamente mejorados métodos de producción, distribución, entrega o sistemas logísticos* con un valor de significancia de 0.471 mostró ser la que menos aportaba a la variable dependiente. Es por lo que, a medida que se fueron interpretando los valores de significancia arrojados por la regresión, se escogieron dos variables independientes con el menor valor con el fin de establecer un modelo final, y una tercera variable que era explicativa, pero no de igual forma a las elegidas para el modelo final, dando paso a la creación de un modelo alternativo.

El modelo final arrojó un R cuadrado ajustado de 84.7%, demostrando así que las variables elegidas para realizar la regresión *log logaritmo total de empresas innovadoras* y *log número de innovaciones en nuevas técnicas de comercialización* son altamente explicativas a la variable dependiente *log número de registros de propiedad intelectual para el 2016*. Analizando este modelo, se encuentra que el número de registros de propiedad intelectual para el 2016 se ve afectado por el número de empresas que contribuyen a innovar, así como también por la innovación en nuevas técnicas de comercialización. Quiere decir esto que, de cierto modo las nuevas técnicas de comercialización aplicadas por las empresas hacen de la innovación pueda ser una realidad que beneficia, no solamente al sector industrial, sino a todos los sectores en Colombia como el agrícola dado que no existe forma de comprobar lo contrario.

En el modelo alternativo, se reemplazó la variable *log logaritmo total de empresas innovadoras*, por la variable *log total de empresas innovadoras en bienes o servicios con ventas extranjeras*. El R cuadrado ajustado arrojado por la regresión tuvo un valor de 82.1% menos explicativo que el del modelo final, pero también altamente influyente en la variable dependiente. Al analizar los resultados se observa que la innovación en bienes y servicios con miras a vender en el extranjero es importante y contribuye a explicar la variable dependiente, pero si esos resultados se comparan con los arrojados por el modelo final, se evidencia que influye más innovar en las técnicas de comercialización, que en los productos en sí. Es por esta razón por la que en cierto modo las exportaciones no aportan al modelo, sino que se tienen en

cuenta los diferentes avances tecnológicos e innovaciones en los sectores o subsectores de la economía colombiana.

Como se planteó al inicio de esta investigación, se propone que existe una relación entre la aplicación tecnológica en los subsectores café y maíz y la exposición a mercados internacionales de estos, es por esto por lo que se utilizó un modelo econométrico para validar la hipótesis.

Así como se evidenció en la revisión de literatura, la falta de asocio entre la academia y el sector agrícola en Colombia ha creado un escenario poco prometedor para sus productos, teniendo como base el avance global en términos de tratados internacionales, de aplicación tecnológica e innovación con el fin de mejorar los procesos productivos y, por último, las labores de las instituciones y agremiaciones encargadas de los subsectores. Es así como la variable de las exportaciones en el modelo no fue significativa.

Existen diferentes razones de por qué esta variable no dio significativa en el modelo. Una razón inicial está ligada a la cantidad demandada de productos en el mercado internacional, teniendo variaciones por el clima, tasas de inflación y poder adquisitivo de las personas que esperan poder comprarlos, entre otras. Otra razón importante del comportamiento que presentó esta variable, es que los avances tecnológicos e innovaciones no están dirigidos a productos homogéneos, por lo que es difícil demostrar qué implicaciones tiene la aplicación de éstos en cada uno por separado, dado que existe una diferenciación en cuanto a métodos de aplicación, cantidades y resultados. En cuanto a los subsectores de estudio en específico, es difícil determinar qué grado de beneficio traería implementar de forma uniforme los avances tecnológicos e innovaciones en estos, por la diferencia en semillas, en plagas que atacan a los cultivos y en términos de cantidad cultivada.

Igualmente, se puede inferir que esta variable no es significativa porque en este modelo no se habla de exportación de registros de propiedad intelectual, sino de productos como tal, bien sea como materia prima o como productos transformados como se mostrará a continuación.

Por su parte, de acuerdo a las reformas que se pusieron en práctica en los años 90 con miras a mejorar el sector agrícola se puede evidenciar que la falta de planeación de dichas estrategias implementadas en términos de geografía, clima y biofísicas de cada uno de los subsectores benefició en cuanto aplicación tecnológica, como el café; mientras que otros se vieron afectados, en cuanto se vieron relegados de la participación en la economía externa y pasaron a ser parte de los productos destinado al consumo interno en el país.

Es así, como a diferencia de la variable de exportaciones, las variables número de innovaciones en nuevas técnicas de comercialización, total de empresas innovadoras y total de empresas innovadoras en bienes o servicios con ventas extranjeras sí fueron significativas. Estas variables tuvieron dicho comportamiento debido a que constantemente están trabajando para mejorar sus capacidades tanto en términos de comercialización, como de productos, buscando que estos últimos tengan una posición privilegiada en el ámbito nacional e internacional. De forma particular, las empresas innovadoras influyeron de manera positiva en el modelo y explicando la variable dependiente porque siempre están buscando la manera de optimizar y hacer más eficientes las labores que desempeñan.

De igual modo, la intervención de países potencia como Estados Unidos y su modelo económico han ocasionado que productos o subsectores se vean beneficiados, no por la cantidad en la que exportan sino por la calidad que estos deben presentar para estar por encima o al límite de los estándares, así que, derivado de los tratados como el TLC y demás, se relegan en tecnificación subsectores, mientras que otros se benefician.

El aumento en la inversión a capital disminuyó la mano de obra en el país, esta última considerada como el pilar principal para el desarrollo del agro, y específicamente en los subsectores agrícolas de estudio. Es por lo que al ser sustituida, por la tecnificación y la innovación, dando paso al modelo de Industrialización por Sustitución de Importaciones, el cual incentivó a la producción de nuevas estrategias y avances tecnológicos que beneficiaron el sector en general. Así pues, es importante mostrar el porqué del comportamiento de las siguientes variables.

Las empresas innovadoras en bienes o servicios con ventas extranjeras fue una variable significativa ya que independientemente del número de empresas innovadoras existentes, éstas dedican sus labores y operaciones a aumentar la competitividad de sus productos, bien sea aplicando nuevos tipos de tecnología o perfeccionando los antiguos.

Así mismo, la variable número de innovaciones en nuevas técnicas de comercialización mostró afectación positiva en el modelo, esto por la forma en la cual dichas empresas buscan estar a la vanguardia de los métodos de comercio con el fin de llegar de forma más eficiente a los mercados objetivo, siendo nacionales o internacionales. La implementación de estos nuevos métodos hace que aún sin tener productos a los cuales se les aplique alta innovación, en los mercados sean deseados, lo que genera mayores beneficios para las empresas.

Por último, con base en los resultados arrojados por la regresión del modelo establecido se infiere que los subsectores café y maíz presentarían el mismo comportamiento al usar las mismas variables. Así pues, el hecho de que se exporte más no implica que exista mayor

innovación en los subsectores de estudio, esto dado en términos de plaguicidas, modificación genética y terreno cultivado. Es por esto por lo que es importante que las federaciones que representan y agremian estos subsectores en Colombia dediquen mayor parte de su presupuesto a investigar y por ende a innovar y mejorar sus productos.

5. Conclusiones

Los subsectores café y maíz presentan diferencias en términos de aplicación tecnológica y exportaciones. Es así como a lo largo de la investigación se evidenciaron dichas asimetrías que afectaban la competitividad en los mercados internacionales.

Inicialmente, se realizó una investigación que definiera el concepto de tecnología de forma general siguiendo con los diferentes tipos existentes. Entre estos tipos se encuentran las tecnologías blandas, las duras y las nuevas tecnologías, siendo esta última categoría la más relevante en la actualidad dada el interés por investigar la rama científica. Estos nuevos avances dan paso a la transferencia, apropiación y aplicación de tecnología por parte de los gobiernos, empresas y demás instituciones que tienen como meta optimizar y mejorar la forma y calidad de vida de los seres humanos. Igualmente, la importancia de estudiar a profundidad el campo tecnológico responde a la necesidad de potenciar ramas como la económica, física y química las cuales finalmente desencadenan en el desarrollo social.

Los países altamente desarrollados promovieron a modo de guía la transferencia tecnológica entre países, con su mismo nivel de avance o en vías de desarrollo, esto con diferentes propósitos, entre los cuales resaltan el incentivar la investigación en todos los campos posibles, aumentar la capacidad productiva y mejorar sus economías y, por último, hacer que ámbitos como el social y cultural tuvieran un progreso simultáneo. Se menciona que el desarrollo fue a modo de guía debido a que los países desarrollados compartiendo sus conocimientos, ayudaban a que los demás países tuvieran la posibilidad de omitir pasos erróneos en las investigaciones y de igual forma, que se apropiaran de la tecnología.

Ahora bien, en cuanto a agricultura específicamente se refiere, la aplicación tecnológica se ha establecido por fenómenos como la erosión, deforestación y demás problemas que malas prácticas generan en el medio ambiente, las cuales no permiten aumentar la productividad de los cultivos y por ende relegan competitivamente el sector respecto a los demás sectores económicos. En el caso colombiano, la historia ha mostrado que no se han tenido como pilares ni la investigación ni la innovación en tecnología aplicada al sector, evidenciado por la aplicación y apropiación de estrategias tecnológicas empleadas inicialmente por países como Estados Unidos con la Revolución Verde.

Con el pasar de los años, la meta pasó a ser la optimización de los factores productivos del agro y para eso se crearon instituciones como Colciencias y el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural que, apoyadas por instituciones internacionales mediante préstamos, los cuales eran dirigidos a planes y nuevos sistemas de transferencia e investigación tecnológica

beneficiando a los productores y aumentando la competitividad de los productos. Las mejoras en los cultivos se dieron primordialmente en la modificación genética y en la erradicación y control de plagas y enfermedades. A partir de 1960, los avances en esta materia se hicieron sustanciales, por dos razones fundamentales. La primera razón es que el gobierno colombiano disminuyó los aranceles dirigidos hacia los plaguicidas, por lo que las importaciones de estos incrementaron.

La segunda razón, es que el gobierno promovió la fabricación de estos productos otorgando licencias, generando para el 2006 cerca de 1300 registros de plaguicidas, lo cual mostró, a comparación de 1974 un incremento sustancial, porque para ese año existían cerca de 800 registros, evidenciando que el sector agrícola colombiano había empezado a innovar para mejorar su productividad y competitividad. Pero poco a poco, muchos de estos productos dejaron de aplicarse en los cultivos dadas las afectaciones que podían llegar a tener en la salud de los seres humanos que los consumían, es por esto por lo que la modificación genética surgió como alternativa utilizando diferentes métodos, así como también otras estrategias, con el fin de volver más resistentes a los cultivos de enfermedades, plagas y demás fenómenos que pudieran afectarlos.

Los subsectores café y maíz, después de realizada la investigación evidenciaron fuertes asimetrías en términos de lo mencionado anteriormente. El maíz por su parte mostró que existen 45 diferentes semillas modificadas genéticamente, esto para ser utilizadas en diferentes pisos térmicos del país. Existen también cultivos tecnificados y sin tecnificar, mostrando una diferencia abismal en productividad, ya que los primeros pueden producir 6 toneladas por hectárea, mientras que los segundos apenas 1,6 toneladas por hectárea. Esto muestra la importancia de la aplicación tecnológica de los cultivos, pero en términos de innovación, la mayoría de las semillas de maíz híbridas son importadas por casas comerciales internacionales, mientras que muy pocas son producidas en Colombia. Esto se debe en gran medida a que la federación que agremia al maíz, al agremiar otros productos o cultivos, no tienen la capacidad de investigar e innovar únicamente en este por lo que se han creado alianzas entre las casas comerciales internacionales y nacionales para producir y patentar semillas de maíz colombianas genéticamente modificadas.

Por otro lado, el control de plagas y de enfermedades en los cultivos de maíz colombiano, encuentra un panorama más alentador para Colombia, debido a que la investigación, fabricación y aplicación es más económica y rápida que el proceso de modificar genéticamente las semillas. En este aspecto se encontraron productos nacionales que

intervienen en los procesos de alimentación y apareamiento de las larvas, evitando su reproducción y masificación en los cultivos.

El café por su parte, mediante la aplicación de la tecnología BELCOSUB creada por Cenicafé, la rama especializada en investigación de la Federación Nacional de Cafeteros arrojó un beneficio ecológico en el producto, mejorando físicamente el grano y por ende haciendo la bebida altamente demandada. Así mismo, aplicando la nueva tecnología, se vieron beneficiados los caficultores, los cuales veían ganancias debido a un mejor producto. El medio ambiente también obtuvo beneficios, el agua no se vería contaminada y los subproductos contaminantes utilizados en el proceso de cultivo serían transformados en abono orgánico. Debido a las ganancias obtenidas por los caficultores, nueva infraestructura y maquinaria aparecieron, facilitando el proceso productivo y permitiendo que el grano y los cultivos se vieran protegidos.

Es preciso concluir que el subsector del maíz se ha visto frustrado tanto en producción, competitividad e innovación tecnológica por la falta de investigación dirigida a mejorar estos aspectos por parte de Fenalce, relegándola frente al café, el cual se ha visto favorecido en demasía al contar con Cenicafé, subdivisión de su federación, la cual se especializa en investigar e innovar frecuentemente todos los aspectos que conlleven a mejorar la producción y establecer en el mercado internacional un producto competitivo.

Por último, en cuanto a la hipótesis planteada para realizar esta investigación, se puede inferir teniendo como base el modelo econométrico utilizado, que no existe relación entre la aplicación tecnológica en los subsectores café y maíz, y la exposición a mercados internacionales teniendo en cuenta las exportaciones, a menos de que la actividad sea netamente exportadora. Lo que sí mostró relación después de correr el modelo es que las empresas innovadoras y las que innovan en los bienes y servicios que venden en el extranjero son las que muestran mayor aplicación tecnológica. En este caso puntual, se puede ver que el subsector del café se ve amparado y apoyado por una federación que agremia únicamente ese producto, la cual a su vez tiene una entidad propia encargada de generar investigación para innovar y aplicar la tecnología nueva; mientras que el subsector del maíz, estando agremiada por una federación que agremia diferentes productos, no tiene la capacidad para innovar específicamente en mejorar la productividad ni generar nuevas tecnologías que favorezcan este producto.

6. Bibliografía

- Bates, R. (1999). *Política internacional y economía abierta: la economía política del comercio mundial del café*. Bogotá: Tercer Mundo.
- Campuzano Duque, L. F. (2005). *Plan nacional de investigación, desarrollo y fomento del cultivo del maíz tecnificado en Colombia (2006-2020)*.
- Cenicafé. (2012). *Informe anual Cenicafé 2012*. Editorial Blanecolor S.A.S.
- Chalarca, J. (2000). *La caficultura en el Huila: historia y desarrollo*. Bogotá: Comité Departamental de Cafeteros.
- Colmenares, G. (1988). *Historia Económica de Colombia*. (J. O., Ed.) Siglo Veintiuno.
- Communities, OECD/ European. (2005). *Guía para la recogida e interpretación de datos sobre innovación (3ª ed.)*. TRAGSA.
- CORPOICA. (s.f.). *Programa Nacional de Investigación, Desarrollo y Fomento del cultivo de maíz tecnificado en Colombia (2006-2020)*.
- DIMPE. (2016). *DANE*. Obtenido de Archivo Nacional de Datos:
https://formularios.dane.gov.co/Anda_4_1/index.php/catalog/471
- (s.f.). *Documento Maíz Tecnificado en Colombia*.
- EUROSTAT; , OCDE;. (2005). *Manual de Oslo: Guía para la recogida e interpretación de datos sobre innovación (Tercera Edición ed.)*. OECD, European Communities.
- Ferraro, R., & Lerch, C. (1997). *¿Qué es qué en tecnología?* Buenos Aires: Ediciones Garnica S.A.
- Flores, A., & Garces, J. (2000). *Comercialización del café orgánico*. Universidad autónoma metropolitana.
- González, M. (1979). La hacienda colonial y orígenes de la propiedad territorial colombiana. *Cuadernos Colombianos* , 569 - 590.
- Gujarati, D., & Porter, D. (2010). *Econometría (5ª ed.)*. México: McGraw-Hill Interamericana.
- Kalmanovitz, S. (1982). *El desarrollo de la agricultura en Colombia*. Bogotá: C. Valencia Editores.
- Kalmanovitz, S. (1996). El Desarrollo Histórico del Campo Colombiano. *Colombia Hoy*, 1-39.
- Kalmanovitz, S., & López, E. (2006). *La agricultura colombiana en el siglo XX*. Bogotá: Banco de La República.
- Kalmanovitz, S., & López, E. (2007). *Aspectos de la agricultura colombiana en el siglo XX*. Bogotá.
- León sicard, T. E. (2007). *Medio Ambiente, Tecnología y Modelos de Agricultura*. Bogotá D.C: Universidad Nacional de Colombia - Instituto de Estudios ambientales.
- León, N., Meza, C., & Isaza , J. (2012). *Las transformaciones en el sector rural en Colombia desde las reformas Neoliberales: un análisis entre 1980 y 2004*. Bogotá: Ediciones Unisalle.
- León, N., Meza, C., & Isaza, J. (2012). *Las transformaciones en el sector rural en Colombia desde las reformas neoliberales: Un analisis entre 1980 a 2004*. Bogotá: Ediciones Unisalle.
- Liévano, I. (2002). *Los grandes conflictos sociales y económicos de nuestra historia*. Intermedio.

- Londoño, J. L. (1995). *La distribución del ingreso y el desarrollo económico: Colombia en el siglo XX*. Bogotá: TM Editores.
- López Mejía, R. (2015). *Balance preliminar de 2015 y perspectivas de 2016*. Sociedad de Agricultores de Colombia, Bogotá.
- Machado, A. (1999). La cuestión agraria y el desarrollo agropecuario. *Cuadernos de economía*, 18(31), 237-279.
- Ocampo, J. A., & Perry, S. (1995). *El giro de la política agropecuaria*. Bogotá: Tercer Mundo Editores.
- OCDE. (2015). *Revisión de la OCDE de las políticas agrícolas: Colombia 2015*. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos .
- Ospina Rojas, J. G. (1999). *Tecnología del cultivo del maíz* (Primera Edición ed.). Produmedios.
- Perfetti, J. J., Balcázar, Á., Hernández, A., & Leibovich, J. (2013). *Políticas para el desarrollo de la agricultura en Colombia*.
- Pinzón, H. (1987). La lenta ruptura con el pasado colonial (1810-1850) . *Historia económica de Colombia*, 87-108.
- Puerta, G. (1999). Influencia del proceso de beneficio en la calidad del café. *Cenicafé*, 50(1), 78-88.
- Rincón, O. (1980). *Cultivo del Maíz*. Bogotá.
- Robledo, J. E. (1998). *El café en Colombia: un análisis independiente*. Bogotá: El Áncora Editores.
- Silva, G., Lagunes, Á., Rodríguez, J. C., & Rodríguez, D. (2002). Insecticidas vegetales: una vieja y nueva alternativa para el manejo de plagas. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología*(66), 4-12.
- Sonnino, A., & Ruane, J. (2013). *La innovación en agricultura como herramienta de la política de seguridad alimentaria: el caso de las biotecnologías agrícolas*. Obtenido de <http://www.fao.org/docrep/018/ar635s/ar635s.pdf>
- Uribe , C., & Fonseca , S. (2011). *Sembrando innovación para la competitividad del sector agropecuario colombiano*. Bogotá D.C: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.
- Vicerectoría de Investigación y Transferencia. (s.f.). *Innovación y Tecnología*. Obtenido de <http://www.lasalle.edu.co/wps/wcm/connect/b98917e3-b2a2-4a70-ae99-cfdc56850ddc/innovaci%C3%B3n+y+Tecnolog%C3%ADa.pdf?MOD=AJPERES>
- Von Braun, J. C. (29 de Mayo de 2009). Obtenido de Progress Report No. 3 from the Strategy Team : http://www.cgiarfund.org/cgiarfund/sites/cgiarfund.org/files/Documents/PDF/srf_feb20_2011.pdf.
- Zambrano, F. (1982). Aspectos de la agricultura colombiana a comienzos del siglo XIX. *Anuario Colombiano de la Historia social y de la cultura*(10), 139-190.

