

ANÁLISIS DE EFICIENCIA TÉCNICO-PRODUCTIVA DEL SECTOR AGRÍCOLA EN COLOMBIA:EL PAPEL DEL RIEGO

LAURA VÉLEZ COLORADO

Trabajo de Grado

Asesor. Luis Alfredo Molina

UNIVERSIDAD EAFIT

Escuela de Economía y Finanzas

Departamento de Economía

Medellín

2022

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	3
1. INTRODUCCIÓN.....	4
2. MARCO TEÓRICO Y REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
2.1 BREVE HISTORIA DEL SECTOR AGRÍCOLA EN COLOMBIA.....	5
2.2 UNA REVISIÓN DE LAS POLÍTICAS PÚBLICAS DEL SECTOR AGROPECUARIO.....	9
3. METODOLOGÍA.....	10
3.1 ESTRATEGIA EMPÍRICA Y DATOS.....	10
Datos.....	12
Estadísticas Descriptivas.....	13
4. ESTIMACIÓN ECONOMETRICA Y RESULTADOS.....	14
4.1 REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE.....	14
4.2 ROBUSTEZ.....	16
4.3 FRONTERAS ESTOCÁSTICAS.....	16
5. RECOMENDACIONES DE POLÍTICA Y CONCLUSIONES.....	19
6. REFERENCIAS.....	21

RESUMEN

El sector agrícola y su eficiencia técnico productiva ha sido ampliamente estudiada desde diversos enfoques; El presente trabajo parte de un análisis lineal y de correlación entre los factores de capital (que se descomponen en diferentes criterios) y la producción por hectárea en cada municipio colombiano. Inicialmente se revisa la teórica y literatura referente al tema y se da un recuento general del desarrollo histórico del sector agrícola en Colombia, desde la época de la colonia hasta la actualidad. Seguidamente, se realiza un análisis empírico entre la cantidad producida por municipio y los diferentes factores de capital (riego por gravedad, maquinaria, asistencia técnica, riego por goteo, fito sanitario manual, fertilizante químico, fito sanitario químico, enmienda agrícola). Con el fin de estudiar la causalidad de estas relaciones, se usa una metodología de Mínimos Cuadrados Ordinarios (ya que la función Cobb Douglas no es lineal en términos de parámetros) y de fronteras estocásticas para estimar la ineficiencia técnica. Los resultados empíricos muestran que todos los factores de capital son importantes para la producción agrícola ya que fueron estadísticamente significativos al menos al 5% y el riego y la adecuación de tierras son los más relevantes; Además se comprobó la hipótesis de que el sector agrícola en Colombia es bastante ineficiente.

ABSTRACT

The agricultural sector and its technical and productive efficiency have been widely studied from different approaches; the present work is based on a linear and correlation analysis between the capital factors (which are broken down into different criteria) and the production per hectare in each Colombian municipality, initially reviewing the theoretical and literature on the subject and giving a general account of the historical development of the agricultural sector in Colombia, from colonial times to the present. Next, an empirical analysis is made between the quantity produced per municipality and the different capital factors (gravity irrigation, machinery, technical assistance, drip irrigation, manual phytosanitary, chemical fertilizer, chemical phytosanitary, agricultural amendment). In order to study the causality of these relationships, an Ordinary Least Squares methodology (since the Cobb Douglas function is not linear in terms of parameters) and stochastic frontiers are used to estimate technical inefficiency. The empirical results show that all capital factors are important for agricultural production since they were statistically significant at least at 5% and irrigation and land suitability are the most relevant; furthermore, the hypothesis that the agricultural sector in Colombia is quite inefficient was tested.

1. INTRODUCCIÓN

La posición geográfica del país le permite ser el segundo más rico en biodiversidad del mundo, el tercero en recursos hídricos y el cuarto con mayor disponibilidad de tierras para producción agrícola en América Latina. La frontera agrícola es de 40.075.960 hectáreas, lo que corresponde al 35% del área continental, en donde es permitido el desarrollo de actividades agrícolas, pecuarias, forestales, de acuicultura y pesca (UPRA, 2018). Adicionalmente, las proyecciones sugieren que, para poder alimentar a la población mundial, se requerirá de un aumento del 70% en la producción de alimentos para 2050, razones por las cuales, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) considera que Colombia tiene el potencial de convertirse en una de las grandes despensas del mundo (FAO, 2018). Sin embargo, al interior de la frontera agrícola del país, solo se está cultivando aproximadamente el 20% de los suelos, es decir, 7.601.567 hectáreas (UPRA, 2018).

En el año 2015 se implementó el programa “Colombia siembra” (DANE,2018) que iría hasta el año 2018, otorgando incentivos y subsidios para el cultivo de ciertos productos y como López (2016) afirma: “facilitando el acceso a recursos destinados a la obtención de maquinaria que se traduzca en desarrollo de plantaciones”. Esto permitió que parte de los sectores tuvieran alto alcance para responder a la demanda interna y convertirse en productos de exportación.

Durante los años consecutivos el agro colombiano siguió desarrollándose, dando cabida al surgimiento de empresas como :Olam Internacional, empresa multinacional que concentra su producción en los rubros agrícolas café, cacao y teka; Fedepapa, Federación Colombiana de productores de papa que agrupa alrededor de 90,000 papicultores; Augura, Asociación de Bananeros de Colombia, que agrupa empresarios y empresas comercializadoras de bananos de la región del Urabá y Clavecol, Claveles colombianos, mayor productora y exportadora de flores de Colombia, con alrededor de 200 Hectáreas sembradas.

Aún con los programas implementados por el gobierno y con afirmaciones como: “Colombia exporta actualmente alrededor de 560.000 toneladas de café al año, equivalentes aproximadamente al 85% de su producción” (ProExport y Banco de la República, 2019), el sector primario de la economía representó solo el 12,9% del PIB en 2020.

Basado en las anteriores cifras se puede ver como el sector primario, específicamente el agrícola es uno de los pilares de la economía nacional. Sin embargo, hay importantes cuellos de botella que deben resolverse para que Colombia pueda convertirse en esa gran potencia agrícola que proyecta la FAO. Estos problemas se resumen principalmente en dos clases: los agrarios y de la distribución de la tierra por un lado y los de bienes públicos y herramientas de capitalización por el otro.

Finalmente, entendiendo que el sector agrícola juega un papel fundamental en el desarrollo de la economía Colombiana y que dada las cifras aún su porcentaje no es tan elevado como debería y se enfrenta a desafíos sociales, económicos y políticos se manifiesta la importancia de hacer un estudio detallado de cuáles son los instrumentos y factores que pueden tener mayores efectos sobre la producción del sector; El resultado esperado es un artículo que permita identificar las variables que representan problemas o desafíos a la hora de convertirlo en un sector más competitivo y con mayor porcentaje en el crecimiento del PIB, generando información para el diseño de políticas y estrategias adecuadas.

2. MARCO TEÓRICO Y REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 BREVE HISTORIA DEL SECTOR AGRÍCOLA EN COLOMBIA.

El sector agrícola en Colombia ha pasado por diversos periodos de auge y decadencia a lo largo de la historia que va desde la época colonial hasta la actualidad. Para dar un breve recuento histórico del desempeño de este sector, usaré como fuente principal los artículos publicados en Historia Económica de Colombia (2015), compilados por José Antonio Ocampo. Así, es posible dividir esta historia sectorial en cinco partes:

La economía colonial y las primeras décadas de la Independencia (1500-1850):

Durante la Colonia, la economía de la Nueva Granada (parte del actual territorio colombiano), estaba enfocada en la minería de oro que contó con mano de obra esclava. De hecho, el 90% de las exportaciones eran mineras y solo el 10% correspondían a diversos bienes agrícolas como el algodón, el cacao y el azúcar. La importancia de la minería de oro se explica no solo por la ambición de los conquistadores, o lo que se conocería como “la búsqueda del dorado”, sino más que todo, por las necesidades de acumulación de oro que tenía España en un contexto de política bullonista, en la que la riqueza se calculaba según la cantidad de metales preciosos. En contraste, la agricultura tenía como unidad básica de producción a la Hacienda.

Esta era una organización de latifundio colonial de baja productividad, que apenas lograba abastecer y comercializar bienes agrícolas en mercados locales, y que se fue agotando por la incapacidad que tenía para retener la escasa mano de obra. El territorio de la Nueva Granada se dividía en cuatro grandes regiones: la Costa Atlántica con grandes haciendas ganaderas y cultivos de caña de azúcar, yuca y plátano destinadas al consumo local, así como al del puerto de Cartagena; la Provincia de Popayán que enviaba productos ganaderos y agrícolas a sus propias minas; la del Oriente Andino ganadera y algodonera y la del Centro Andino, que además de ganadería, producía papa, trigo y harinas. A pesar de algunos avances en la producción agrícola, especialmente en las últimas décadas del Virreinato, el sector tenía un desarrollo incipiente por la escasa tecnología, los elevados impuestos y monopolios como el del aguardiente (que impulsaron el descontento social que llevó a la revolución independentista), el reducido tamaño del mercado y el mal estado del transporte. (Colmenares, 2015).

En las primeras décadas posteriores a la Independencia, este panorama no cambió. El proceso que fue tan violento y que tuvo a la hacienda como abasto de alimentos y cuartel, aceleró la decadencia de la mayor parte de ellas. (Jaramillo, 2015).

El desarrollo primario-exportador (1850-1930):

A partir de la segunda mitad del siglo XIX, los gobiernos liberales de Colombia lucharon por eliminar vestigios coloniales aboliendo la esclavitud y apostando por el libre comercio y la agricultura y minería de exportación como ejes del desarrollo nacional. Sin embargo, la Guerra de los Mil Días entre centralistas y federalistas, sumió de nuevo al país en el caos económico, especialmente en el oriente y el centro del territorio. (Tovar, 2015).

Mientras tanto, en el occidente se estaba dando el fenómeno conocido como “Colonización Antioqueña”, por el cual, pobladores de Antioquia empezaron a desplazarse hacia las áreas geográficas correspondientes a los actuales departamentos de Caldas, Risaralda y Quindío, parte del Tolima y del Valle del Cauca. Un par de décadas después de este proceso que conllevó el desarrollo de minifundios y considerables economías campesinas y parcelarias, el café cambió su núcleo de producción del oriente y el centro del país basado en la hacienda, hacia la pequeña y mediana producción del occidente. Esta situación se facilitó porque el cultivo del café no requería grandes extensiones de tierra ni de recursos técnicos y financieros para operar. Las implicaciones fueron muy positivas para esta zona y para el país en su conjunto, puesto que se consolidó una clase próspera de pequeños y medianos productores,

que además buscaban la estabilidad política. También, esta producción cafetera impulsó la construcción de medios de transporte como los ferrocarriles y logró la separación entre la producción y la comercialización del grano, lo que permitió el desarrollo exportador más exitoso de Colombia hasta ese momento, así como una estructura productiva menos vulnerable a las fluctuaciones de los mercados internacionales.

Además, en 1926 se creó el Banco Agrícola Hipotecario que facilitó al sector la disposición de recursos de crédito y unos primeros esfuerzos de política encaminados a tecnificar la agricultura con maquinaria, semillas mejoradas e insumos. El impulso de las inversiones públicas, la creciente demanda de alimentos y las mejoras en el transporte interno, estimularon la producción agrícola: la de plátano se triplicó, la de maíz se multiplicó por 20 y entre 1922 y 1929, la producción cafetera creció en un 53%.

En todo caso, ningún bien agrícola logró niveles de desarrollo económico y capacidad exportadora como el café. Además, la producción no logró satisfacer la demanda interna, lo que generó inflación de alimentos. Esto se explica por el predominio del latifundio improductivo en la tenencia de la tierra y porque la construcción de obras públicas estaba desplazando mano de obra agrícola hacia centros urbanos. (Bejarano, 2015).

Las crisis mundiales (1930-1945):

Si bien la economía nacional ya tenía una mayor solidez en este periodo, las crisis mundiales fueron devastadoras. Primero, la Gran Depresión de los treinta colapsó los precios internacionales del café, así como los flujos de inversión y luego, la Segunda Guerra Mundial terminó de profundizar estos problemas.

En este contexto, se empezaron a sembrar las primeras ideas de la intervención pública que concebían al Estado como el regulador de la Economía. (Ocampo, 2015).

Industrialización e intervención estatal (1945-1980):

En este periodo la economía colombiana tuvo crecimientos promedio superiores al 5%, lo que lo convirtió en el de mayor progreso material de la historia del país. La Economía pasó de ser rural y agraria, a urbana y semi industrial, en un proceso de cambio estructural con una importante participación del Estado. También, se adelantó una modernización de la agricultura.

En cuanto al sector cafetero, en los primeros años de la posguerra era notable el deterioro de los cafetales y que la producción se estaba convirtiendo en un proceso extensivo, es decir, que para aumentarla se necesitaba usar mayores extensiones de tierra (el mecanismo tradicional de la economía colombiana en la mayor parte de su historia). Por eso, la Federación Nacional de Cafeteros en concierto con el gobierno nacional, lideró una esforzada campaña de asistencia técnica, educación para los productores y crédito subsidiado a fin de difundir las nuevas técnicas que estaba perfeccionando el Centro Nacional de Investigaciones de Café (CENICAFÉ) hacía ya casi veinte años. Esta campaña llevó a un nuevo auge de la industria cafetera en los setenta y a que en los ochenta la producción se expandiera un 70%. Pero, también se generó un dualismo: un sector cafetero dinámico y empresarial, al lado de uno mucho más heterogéneo de pequeños y medianos productores.

También, los demás mercados agrícolas, sobre todo los comerciales, se expandieron. De hecho, la década de los setenta se considera la “edad de oro de la agricultura en Colombia”. Esto estuvo acompañado por esfuerzos estatales que iban más allá del problema agrario de la distribución de la tierra y que apostaban por un uso más racional de los suelos y por aumentar la productividad agrícola a través de instrumentos crediticios, tecnológicos y de fomento.

Los rendimientos crecientes se dieron gracias a la modernización de la maquinaria, insumos químicos y semillas mejoradas, así como la adecuación de tierras para facilitar el riego, el drenaje, el arado y cultivo de los suelos. No obstante, este desarrollo también fue desigual, puesto que, si bien los fertilizantes químicos tuvieron una difusión general, la mecanización y la adecuación de tierras se concentraron en los cultivos comerciales de las grandes plantaciones. (Ocampo, et. al, 2015).

La búsqueda de un nuevo modelo (1981-actualidad):

El nuevo modelo iniciado en los ochenta y profundizado en los noventa con las reformas de apertura económica, ha tenido inflaciones más bajas, pero también, crecimientos económicos menores y más inestables comparados con el periodo que le antecedió. La industria ha sido el sector con la mayor pérdida en participación, mientras que los servicios y la minería han tenido un auge. Con respecto a la agricultura, la participación del sector en el PIB ha tendido a la reducción porcentual (lo que coincide con el fenómeno de cambio estructural de las demás economías del mundo), con productos para el mercado interno como la papa, frutas y hortalizas de desempeño aceptable, una exitosa dinámica exportadora de bienes como la palma de aceite y en cambio, una casi desaparición de cultivos transitorios importables como

cebada, sorgo, trigo y fríjol. Mientras que, el sector cafetero no volvió a tener el éxito del siglo pasado, pero continúa haciendo esfuerzos de modernización y especialización en mercados internacionales a través de cafés especiales. (Ocampo, et. al., 2015).

2.2 UNA REVISIÓN DE LAS POLÍTICAS PÚBLICAS DEL SECTOR AGROPECUARIO

Hasta la primera mitad del siglo XX, la política agrícola estaba enfocada casi que exclusivamente en los debates sobre reforma agraria para establecer derechos de propiedad sobre la tierra, brindar acceso a los campesinos sin tierra y alcanzar una distribución menos desigual de la misma. En particular, era importante la cuestión sobre el tamaño óptimo de las unidades de producción. Por una parte, en la misión del Banco Mundial (en su momento Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento) liderada por Lauchlin Currie se defendía que era posible aumentar la producción sin aumentos en la mano de obra, y que más bien, se debía estimular la migración del campo hacia la ciudad. Asimismo, se consideraba que el problema de la tierra estaba en la predominancia de minifundios con tecnología primitiva incapaces de ser productivos. En contraposición, años más tarde economistas como Albert Berry comenzaron a desafiar estas ideas al proveer evidencia de que en realidad las pequeñas y medianas propiedades usaban de una forma más intensiva su tierra y podían llegar a ser más productivas que las grandes extensiones. En todo caso, la mayoría de los intentos de reforma agraria han sido bloqueados por fuerzas políticas asociadas a los terratenientes (Machado, 2013) y las pocas que lograron ser aprobadas como la de 1936 tuvieron resultados deprimentes (Robinson, 2016).

Así que, la política agrícola estaba en una especie de callejón sin salida, hasta que con el apoyo del Banco Mundial, en el gobierno de Alfonso López Michelsen se dio un viraje fundamental al comenzar a incorporar en Colombia la visión del desarrollo agrícola productivo, basado en estrategias públicas y privadas enfocadas en el mejor uso de los factores de trabajo y especialmente de capital para generar aumentos en la productividad de la tierra.

Esta perspectiva renovada se plasmó en el programa Desarrollo Rural Integrado (DRI). Esta política se trazó como meta principal aumentar la productividad de los pequeños y medianos agricultores. Por lo tanto, se concentró en zonas donde predominaba la agricultura familiar productora de alimentos, es decir, en Boyacá, Cundinamarca, Antioquia y Nariño y tenía

como condición de acceso que los beneficiarios pudieran disponer de su tierra y tuvieran la posibilidad de expandir sus cultivos. El DRI consistió en la intervención estatal a través de la provisión de asistencia técnica y la construcción de infraestructura rural como vías terciarias, electrificación y regadíos.

Al programa se le han hecho diversas evaluaciones de impacto, cuyos resultados principales pueden resumirse en que en su primera fase (1978 a 1984) aumentó el ingreso promedio de los beneficiarios en más de un 16% y que la política funcionó en las regiones con mayor seguridad en los derechos de propiedad de la tierra como el Oriente Antioqueño (Robles & Urrutia, 2021). Esto tiene implicaciones cruciales sobre la política agrícola en Colombia porque ha permitido construir un consenso cada vez más grande en los siguientes postulados:

- ✓ Resolver el problema de la tierra no garantiza por sí solo la expansión de la competitividad que requiere el sector agrícola para aprovechar todo su potencial.
- ✓ La capitalización del sector agrícola, especialmente del segmento de pequeños y medianos productores es indispensable para impulsar el crecimiento de este sector.
- ✓ Las políticas que tienen el mayor retorno esperado son las que combinan el acceso a la tierra y la provisión de bienes públicos y bienes de capital.

3. METODOLOGÍA

3.1 ESTRATEGIA EMPÍRICA Y DATOS

La dinámica productiva del sector agrícola de Colombia se puede expresar a través de la siguiente función de producción de tipo Cobb-Douglas:

$$Y_i = RG^\alpha * M^\beta * AT^\gamma * RO^\delta * FitoM^\zeta * FeQ^\eta * FitoQ^\theta * Enmienda^\kappa * Trabajo^\psi * Área^\lambda$$

Donde:

Y es la cantidad producida en el municipio i.

Los factores de capital son: RG: riego por gravedad, M: maquinaria, AT: asistencia técnica (capital humano), RO: riego por goteo, FitoM: fitosanitario manual, FeQ: fertilizante químico, FitoQ: fitosanitario químico, Enmienda: enmienda agrícola. Dado que se está construyendo una función de producción, estas variables están calculadas como la suma total de unidades productoras agropecuarias que cuentan con ese factor por cada municipio de Colombia. Antes

de seguir con el procedimiento es necesario definir los factores de capital que van a ser analizados:

En el **riego por gravedad** el agua se aplica puntualmente y se distribuye por desnivel al resto del área a regar (MinHacienda, 2016), por esta razón la uniformidad es baja, ya que la oportunidad de filtración del agua es siempre diferente. Es un riego simple y fácil de hacer, con bajo costo en infraestructura y equipos, bajo consumo de energía pero es muy sensible y se ve afectado si el terreno no está nivelado, requiere alto uso de mano de obra, puede llegar a dañar el suelo y causar erosión ; Mientras que en el **riego por goteo**, se da un uso óptimo de agua por medio de un sistema de tuberías o goteros sobre las zonas áridas, se riegan los cultivos a través de gotas de agua que son filtradas por un tubo o manguera para la productividad y rendimiento de las plantas.

La **maquinaria** es el conjunto de equipos o herramientas para transformar energía o realizar cualquier trabajo que los agricultores requieran, estas permiten el desplazamiento y el desarrollo del trabajo, entre las más comunes utilizadas en el campo colombiano están: Vibro-cultivador, vendimiadora, moledora, tractor, subsolador, sembradora, segadora y rotocultor (Fedesarrollo, 2018)

La **asistencia técnica** directa rural es un servicio público de carácter obligatorio y subsidiado con relación a los pequeños y medianos productores rurales, cuya prestación está a cargo de los municipios en coordinación con los departamentos y los entes nacionales, comprende la atención regular y continua en la asesoría de aptitud de suelos, selección del tipo de actividad a desarrollar , aplicación y uso de tecnologías y recursos adecuados , posibilidades para acceder al financiamiento de la inversión entre otros (MinHacienda, Ley 607 del 2000).

Los **productos fito-sanitarios** son mezclas químicas que contienen una o varias sustancias activas y otros ingredientes, y cuyo objetivo es proteger los vegetales y sus productos de organismos nocivos y regular la producción agrícola. los principales usados en el campo colombiano son : Insecticidas, Acaricidas, Fungicidas y Fumigantes. De acuerdo a su procedencia se clasifican en **químicos o manuales** (biológicos), los químicos tienen más intervención industrial y como su nombre lo indica posee más sustancias químicas mientras que el biológico basa su composición en productos encontrados en el agro.

Los fertilizantes son sustancias ricas en nutrientes que se utilizan para mejorar las características del suelo para un mayor desarrollo de los cultivos agrícolas (Fedesarrollo, 2004), pero aquellos fertilizantes que toman nutrientes elaborados por el hombre,

generalmente de origen mineral, animal, vegetal o sintético (nitrógeno, fósforo y potasio) se denominan **fertilizantes químicos**.

Y por ultima definición, una **enmienda agrícola**, es un producto que se le adiciona a un suelo para la corrección y mejora de al menos una condición física, química o biológica del mismo, de forma tal que las nuevas condiciones sean más adecuadas para las plantas sembradas (o por sembrar).

El **factor trabajo** es la cantidad de trabajadores (permanentes) en cada unidad de producción agropecuaria.

El **factor tierra** llamado Área corresponde a la extensión territorial medida en hectáreas.

Así pues, en vez de plantear la función de producción en términos de factores agregados. Esto es, capital, trabajo y tierra, se descompone los bienes de capital en varios insumos para estimar con mayor detalle el impacto que genera cada uno de ellos. Además, los factores de producción fueron seleccionados siguiendo artículos sobre economía de bienes agrícolas como Rosales, et. al (2004) y especialmente, luego de pruebas econométricas que se detallan más adelante.

La unidad de análisis es el municipio (1103 hay en total en el territorio nacional) para tener una considerable variabilidad sobre el desempeño agrícola en Colombia.

Datos

Fueron tomados del *Censo Nacional Agropecuario*:

Esta base construida por el Departamento Nacional de Estadística (DANE) constituye el mayor esfuerzo estadístico de la historia del país para entender la situación del sector agropecuario, puesto que cubre el 98,9% del territorio nacional, que corresponde a 111,5 millones de hectáreas, de las cuales el 56,7% son bosques naturales; 38,6% tienen uso agropecuario, con un 80% de pastos y rastrojos y 19,7% de las tierras en uso agrícola.

Con respecto a las herramientas de producción, el Censo Nacional Agropecuario del DANE(2014) encontró a nivel de Unidad Productora Agropecuaria que:

-Riego: solo el 33,3% de las unidades productoras del país usa algún tipo de distrito de riego, mientras que el 66% no cuenta con ninguno.

-Maquinaria: solo el 16,4% de las unidades productoras del país usa algún método de mecanización de la producción como tractores, mientras que el 83,6% no cuenta con ninguno.

-Asistencia Técnica: solo en el 16,5% de las unidades productoras del país se contó con asesoría técnica, mientras que en el 83,5% no se recibió.

Estadísticas Descriptivas

Variable	Obs	Media	Desv. Est.	Min	Max
cantidad	1122	30301.249	45673.798	5.964	521034.88
Riego Gravedad	1122	117.027	234.443	0	2498
Maquinaria	1122	337.044	388.878	1	3212
Asistencia Tecnica	1122	349.378	531.553	0	4888
Trabajo per	1122	4038.904	3782.708	16	46121
Riego Goteo	1122	136.337	200.88	0	2340
Fito Manual	1122	521.297	584.105	0	5181
Area	1122	9.714e+08	3.151e+09	610616.06	6.553e+10
Fertilizante Quimico	1122	594.685	772.726	0	7088
Fito Quimico	1122	568.332	667.105	0	6444
Enmienda	1122	55.28	94.696	0	745

Dada la metodología planteada y la tabla de estadísticas descriptivas, podemos observar sobre el comportamiento de la cantidad producida medida en toneladas, que esta tiene bastante variación (45673.8 toneladas) entre los diferentes municipios del país, lo que puede deberse a vocaciones económicas distintas, así como a diferenciales de rendimiento y productividad.

Los resultados del Censo Nacional Agropecuario a nivel de UPA, se mantienen en una escala municipal, donde se hace evidente en medias tan bajas como la los distritos de riego por gravedad y goteo (3,65 y 4,043 respectivamente) o la de asistencia técnica que apenas supera los cinco puntos.

La conclusión que se puede extraer de estas primeras estadísticas es que el campo colombiano está descapitalizado y tiene una enorme escasez de bienes públicos que puedan aumentar su productividad. Así pues, resulta imperativo que la política de desarrollo rural haga un giro de 180° desde los subsidios directos hacia la provisión adecuada de bienes públicos, tal y como recomienda la Misión para la Transformación del Campo del Departamento Nacional de Planeación (DNP, 2016).

Por lo anterior, a través de la estimación del impacto que tiene cada uno de los tipos de bienes públicos sobre el rendimiento de los cultivos, este trabajo aporta en la construcción de las nuevas políticas para el desarrollo del campo colombiano. Más aún, facilita la priorización de

las estrategias que debe adelantar tanto el sector privado como el público para aumentar la productividad agrícola, puesto que arroja estimaciones sobre el aporte de cada factor a la producción.

4. ESTIMACIÓN ECONOMETRICA Y RESULTADOS

4.1 REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE

Dado que la función de producción de tipo Cobb-Douglas no es lineal en parámetros, estos no pueden ser estimados directamente por Mínimos Cuadrados Ordinarios. Primero, se necesita realizar una transformación logarítmica. De tal manera que, la nueva ecuación es como sigue:

$$\begin{aligned} \text{Log}(Y_i) = & \alpha \text{Log}(RG) + \beta \text{Log}(M) + \gamma \text{Log}(AT) + \delta \text{Log}(RO) + \zeta \text{Log}(FitoM) + \\ & \eta \text{Log}(Fe) + \theta \text{Log}(FitoQ) + \kappa \text{Log}(Enmienda) + \psi \text{Log}(Trabajo) + \Lambda \text{Log}(Área) + \varepsilon \end{aligned}$$

Donde ε corresponde al término de error estocástico.

VARIABLES	(1) Icantidad
IRiego_Gravedad	0.207*** (0.0230)
IMaquinaria	0.0894** (0.0403)
IAsistencia_Tecnica	0.117*** (0.0386)
ITrabajo_per	0.298*** (0.0956)
IRiego_Goteo	0.0771*** (0.0246)
IFito_Manual	-0.160*** (0.0392)
Iarea	0.206*** (0.0171)
IFertilizante_Quimico	0.145*** (0.0513)
Tierra	0 (0)
Trabajo per	1.31e-06 (1.42e-05)
Fito_Quimico	-0.000310*** (7.18e-05)
Fertilizante Enmienda	0.000887*** (0.000334)
Constante	-2.703*** (0.709)
Observaciones	1,047
R-cuadrado	0.517

Errores estándar robustos en paréntesis

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

El modelo es globalmente significativo y se estimó con errores estándar robustos a heterocedasticidad para garantizar la validez de las hipótesis de relevancia.

En específico, se encuentra que:

En promedio, un aumento en el 1% en la utilización del riego por gravedad aumenta en 0,207% la producción agrícola municipal, manteniendo lo demás constante.

En promedio, un 1% adicional en el uso de maquinaria aumenta en 0,0894% la producción agrícola municipal manteniendo lo demás constante.

En promedio, un aumento en el 1% en el servicio de asistencia técnica eleva en 0,117% la producción agrícola municipal, manteniendo lo demás constante.

En promedio, un 1% adicional de fuerza laboral incrementa la producción agrícola municipal en 0,298%, ceteris paribus.

En promedio, un aumento en el 1% en la utilización del riego por goteo, aumenta en 0,0771% la producción agrícola municipal, manteniendo lo demás constante.

En promedio, un 1% adicional del uso de técnicas fitosanitarias manuales, reduce la producción agrícola municipal en 0,16%, manteniendo lo demás constante.

En promedio, un aumento en un 1% en la extensión de la tierra destinada a la agricultura, aumenta en 0,206% la producción agrícola municipal, manteniendo lo demás constante.

En promedio, un 1% adicional de fertilizante químico, incrementa la producción agrícola municipal en 0,145%, manteniendo lo demás constante.

En promedio, un aumento en el 1% en el uso de medidas de control químico de plagas disminuye en 0,000310% la producción agrícola municipal, manteniendo lo demás constante.

En promedio, un 1% adicional en el empleo de técnicas de enmienda de suelos eleva en 0,000887% la producción agrícola municipal, manteniendo lo demás constante.

De estos resultados, se puede notar que en general, coinciden con los esperados por la teoría económica y agrícola. También, se deduce que todos estos factores son importantes para la producción, puesto que resultaron estadísticamente significativos al menos al 5%. No obstante, en aras de jerarquizar por magnitud del impacto sobre la producción, se presenta el siguiente orden: mano de obra, riego por gravedad, tierra, fertilizante químico y asistencia

técnica como el top cinco de factores productivos del sector. Por lo tanto, en primer lugar, el sector agrícola es intensivo en mano de obra, teniendo en cuenta además que el efecto de este factor sobre la producción está subestimado, ya que por limitaciones de datos, solo se cuantifican los trabajadores permanentes, excluyendo el aporte de los jornaleros. En segundo lugar, los distritos de riego juegan un papel central en el desempeño del sector agrícola y por eso profundizaré al respecto en la siguiente sección. En tercer lugar, la cantidad de tierra que destine el municipio a la producción agrícola conlleva un aumento de la misma. Esto no debe confundirse con la discusión sobre el conflicto agrario en Colombia, puesto que no se trata del tamaño de unidades productoras agropecuarias individuales, sino de la extensión territorial total del municipio destinada a estas actividades.

4.2 ROBUSTEZ

A partir de la prueba de Ramsey RESET (1969) que arrojó un p-valor mayor a 0.05, no se rechaza la hipótesis nula. Esto es, el modelo no presenta endogeneidad (e inconsistencia de estimadores) por la omisión de formas polinómicas de las variables explicativas relevantes.

Prueba Ramsey RESET para variables omitidas
Omitidos: Potencias de valores ajustados de cantidad
H0: El modelo no tiene variables omitidas
F (3, 1031) = 1.95
Prob > F = 0.1197

4.3 FRONTERAS ESTOCÁSTICAS

Para medir el desempeño del sector agrícola en Colombia a partir de la eficiencia técnica, esto es, la capacidad de una firma para producir el máximo producto dado un conjunto de insumos (Farrell, 1957), es posible usar dos tipos de métodos: el Análisis Envolvente de Datos (DEA) y la Frontera de Producción Estocástica. El primero está basado en programación lineal y requiere datos como precios de los factores, mientras que el segundo usa regresiones econométricas (Leal, 2013). Además, este método puede ser aplicado para datos panel como en Valderrama, et. al. (2015) o para datos de corte transversal como en Díaz, et. al. (2011). Dada la disponibilidad de datos, prefiero usar el modelo de Fronteras Estocásticas aplicada a sección cruzada.

Esta técnica asume que, para una combinación de insumos, la máxima producción alcanzable por un sector económico está definida por una función de insumos conocidos con parámetros no conocidos y un término de error. Entre menor sea la distancia del producto realizado a la frontera estocástica, mayor será la eficiencia técnica del sector. (Leal, 2013). Una frontera estocástica de la producción puede expresarse como

$$y_{it} = f(x_{it}, t; \beta) e^{v_{it} - u_{it}}$$

Donde Y_i es la producción de i -ésima unidad productora, y representa la tecnología productiva. Asimismo, euler elevado a la v menos u hace referencia al término de error.

A partir de este modelo, es posible descomponer el término de error no negativo en una parte aleatoria simétrica normalmente distribuida y otra determinada por la operación de las unidades productivas con distribución aproximadamente normal, con la cual se puede estimar la ineficiencia técnica.

La eficiencia técnica es la razón entre el producto efectivo y el potencial o máximo:

$$ET_{it} = \frac{f(x_{it}, t; \beta) e^{v_{it} - u_{it}}}{f(x_{it}, t; \beta) e^{v_{it}}} = \frac{y_{it}}{f(x_{it}, t; \beta) e^{v_{it}}} = e^{-u_{it}}$$

De esto se desprende que la eficiencia técnica equivale a euler elevado a menos el término de error u . Y dado que la forma funcional se debe adaptar para cumplir el supuesto de Gauss-Markov de linealidad en parámetros, se aplica una transformación monótonica logarítmica. De esta manera, se cancela euler con el logaritmo y el error queda especificado en la regresión como u .

Este es un modelo de frontera estocástica determinístico con forma funcional translog.

$$\begin{aligned} \text{Log}(Y_i) = & \alpha \text{Log}(RG) + \beta \text{Log}(M) + \gamma \text{Log}(AT) + \delta \text{Log}(RO) + \zeta \text{Log}(FitoM) + \\ & \eta \text{Log}(Fe) + \theta \text{Log}(FitoQ) + \kappa \text{Log}(Enmienda) + \psi \text{Log}(Trabajo) + \Lambda \text{Log}(Área) + u \end{aligned}$$

lcantidad	IRiego_Gravedad	0.201 (9.26)**
	IMaquinaria	0.073 (2.01)*
	IASistencia_Tecnica	0.113 (3.19)**
	ITrabajo_per	0.334 (3.79)**
	IRiego_Goteo	0.067 (2.91)**
	IFito_Manual	-0.162 (4.43)**
	larea	0.388 (13.61)**
	IFertilizante_Quimico	0.147 (3.29)**
	Trabajo_per	-0.000 (0.16)
	Fito_Quimico	-0.000 (4.27)**
	Fertilizante_Enmienda	0.001 (2.72)**
	_cons	-1.734 (2.56)*
lnsig2v	_cons	-0.584 (4.72)**
lnsig2u	_cons	-0.440 (1.48)
<i>N</i>		1,047

* $p < 0.05$; ** $p < 0.01$

Con la variable *te_cantidad* se observa el comportamiento de la eficiencia técnica. Este valor está en el intervalo de cero a uno, entre más cercano a uno, mayor eficiencia. Se calcula como la exponencial de los errores multiplicados por menos uno.

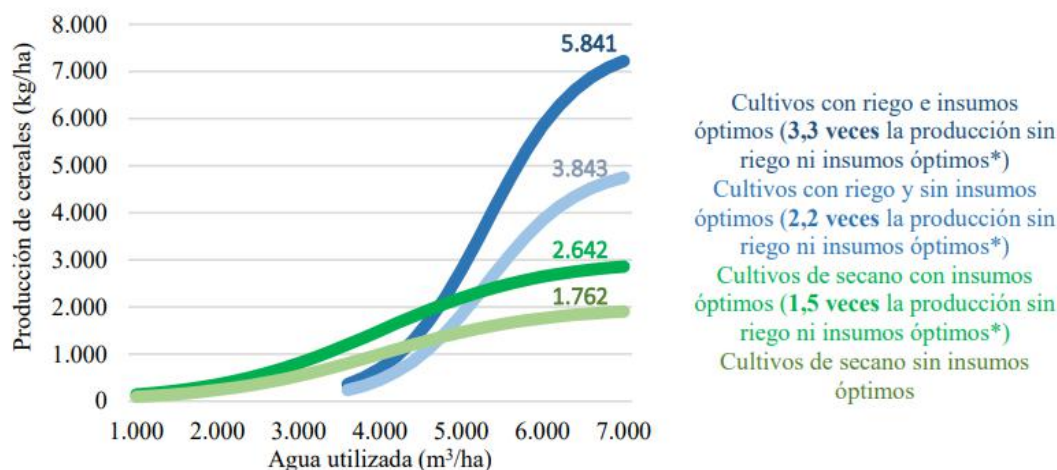
Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
<i>te_cantidad</i>	1047	.585	.12	.095	.859

Las estadísticas de esta variable nos permiten inferir que el sector agrícola en Colombia es bastante ineficiente, puesto que en promedio tiene una eficiencia técnica de 58,5%. Además, su eficiencia es dispar entre los diferentes municipios, puesto que la desviación típica es de 0,12. Siendo Bojacá, Cundinamarca el municipio más eficiente (0.859) y El Rosario, Nariño el más ineficiente (0.09547) con corte al año 2014.

5. RECOMENDACIONES DE POLÍTICA Y CONCLUSIONES

Las condiciones ambientales, sociales y económicas de Colombia, la sitúan como una de las naciones con mayor potencial en la producción de alimentos en el mundo. No obstante, la ineficiencia productiva del sector es superior al 40% en promedio en los municipios del país. Hay dos tipos de problemas que explican esta situación de desaprovechamiento del potencial productivo. Primero están los relacionados directamente con la propiedad de la tierra, como una mala distribución y derechos de propiedad casi inexistentes, así como un uso productivo que no corresponde con la vocación de las tierras, en específico, la sobreexplotación de la ganadería y la subutilización de la agricultura (UPRA, 2018). La otra clase de problemas tiene que ver con la falta de desarrollo agrícola productivo, expresada en la poca capitalización de las áreas rurales. Esto es, el bajo uso de bienes de capital como la maquinaria y los distritos de riego entre otros. Así como una insuficiente provisión de bienes públicos como vías terciarias. En este trabajo me enfoco en el segundo tipo de fallas del sector y encuentro que es posible jerarquizar los factores por su importancia en la producción, para a partir de ahí, priorizar los recursos de inversión públicos y privados.

El riesgo resultó ser uno de los factores productivos más relevantes para la producción agrícola en Colombia. Esto es coherente con estimaciones de estudios como el de la FAO (2002) que indican que, en promedio, los cultivos con riego producen 2,2 veces más que los de que no poseen ningún tipo de riego y tienen las mismas condiciones.



Gráfica 1. Estimaciones del aporte del riego al rendimiento por hectárea en cereales

Fuente: Propuesta Conpes Política de Adecuación de Tierras, 2018-2038, tomado de FAO (2002)

Esto se explica, entre otras razones, porque permite transitar hacia cultivos de alto valor como frutales y hortalizas. Además, impulsa la regularización de la producción (Perfetti, 2019).

A pesar de esto y de que Colombia es el segundo país de América Latina con mayor potencial de irrigación de cultivos, solo el 6,68% del área con estas capacidades usa el riego. Esto se debe al elevado costo de construir distritos de riego, así como a la dificultad de hacerlos sostenibles en zonas con poca asociatividad y una mala cultura de pago.

Para impulsar la adecuación de tierras y el uso más intensivo y generalizado del riego en la producción agrícola del país, propongo la creación de alianzas público-privadas que busquen recursos de inversionistas que entiendan que estos proyectos pueden ser de bajo riesgo y rentables a mediano y largo plazo, así como la selección de asociaciones de productores agropecuarios que se destaquen por su solidez y la capacidad de diseñar reglas y mecanismos que fomenten una buena cultura de pago y eviten el problema del polizón, un fenómeno particular de lo que Hardin (1986) llamó “La Tragedia de los Comunes”. Esto es, que algunos productores se beneficien del riego, pero no paguen su contribución por el servicio. Así pues, unas alianzas público privadas bien diseñadas pueden crear un círculo virtuoso que haga más intensivo el uso de la irrigación en la agricultura colombiana, especialmente en la de pequeños y medianos productores.

Así pues, este artículo contribuye en la construcción de conocimientos sobre el comportamiento del sector agrícola en Colombia a través de estimaciones de Mínimos Cuadrados Ordinarios y Fronteras Estocásticas que dan cuenta del papel central que juega la adecuación de tierras y en particular, el riego sobre la producción. Con esto, es posible diseñar políticas que impulsen un mayor uso de estos bienes de capital.

Futuras investigaciones deberán ahondar sobre la eficiencia del sector agrícola en Colombia detallando las interrelaciones que pueda haber entre los conflictos de tierras y los de falta de capitalización rural. Además, es necesario realizar análisis sobre los impactos diferenciales que puedan darse en cada cultivo, pues si bien, el 75% de los paisajes agropecuarios del país no son heterogéneos, es importante tener en cuenta ese factor. También, puede crearse una línea de investigación en torno a los mejores diseños de las alianzas público-privadas y en general, la construcción de las políticas públicas que logren las metas planteadas como el aumento del área agrícola con irrigación. Incluso, es posible incluir aspectos relacionados con el comercio internacional.

6. REFERENCIAS

Alvino, I. (2021). *Branch*. Obtenido de Estadísticas de la situación digital de Colombia en el 2020-2021: [https://branch.com.co/marketing-digital/estadisticas-de-la-situacion-digital-de-colombia-en-el-2020-2021/#:~:text=Con%20respecto%20a%20las%20conexiones,la%20poblaci%C3%B3n%20total%20\(119%25\)](https://branch.com.co/marketing-digital/estadisticas-de-la-situacion-digital-de-colombia-en-el-2020-2021/#:~:text=Con%20respecto%20a%20las%20conexiones,la%20poblaci%C3%B3n%20total%20(119%25).).

Angrist, J. (2008). *Mostly Harmless Econometrics*. First Edition.

Baena, D., Fuente, J., Pino, t., Marin, S., Horta, S., & Fonseca, W. (18 de Marzo de 2020). Repositorio de universidad de los Andes. Obtenido de <https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/47782/Informe%20Regi%C3%B3n%20Andina.pdf?sequence=1>

Banco de la Republica. (2019). Evolucion de la balanza de pagos y posicion de inversion internacional. Enero-junio 2019. Recuperado de https://www.banrep.gov.co/sites/default/files/paginas/ibp_ene_jun_2019.pdf

Banco Mundial. (2019). *La innovación agrícola y la tecnología son la clave para reducir la pobreza en los países en desarrollo, según un informe del Banco Mundial*. Obtenido de <https://www.bancomundial.org/es/news/press-release/2019/09/16/agricultural-innovation-technology-hold-key-to-poverty-reduction-in-developing-countries-says-world-bank-report>

Bejarano, J. (2015). El despegue cafetero (1900-1928). En: *Historia Económica de Colombia*. Fondo de Cultura Económica.

Berry, A. (2017). *Avance y fracaso en el agro colombiano, siglos XX y XXI*. Editorial Universidad del Rosario.

Bianchi, A. (1969). Introducción: notas sobre el desarrollo económico latinoamericano. En A. Bianchi (ed.), *América Latina: ensayos de interpretación económica*. Santiago: Editorial Universitaria.

Bonet, J. (2002). La matriz insumo-producto del Caribe colombiano. *SCIELO*, 12-18.

Bonilla, R. (2011). Apertura y reprimarización de la economía colombiana: un paraíso de corto plazo. *Nueva Sociedad*, 231, 46-65. Recuperado de <https://nuso.org/articulo/apertura-y-reprimarizacion-de-la-economia-colombiana-un-paraiso-de-corto-plazo/>

Cárdenas S, M (2009). Introducción a la economía colombiana. FEDESARROLLO, Alfaomega, 2º edición.

Cerón, F. (2020). *Universidad EAFIT*. Obtenido de Tan cerca y tan lejos de la agricultura 4.0 en Colombia: <https://www.eafit.edu.co/investigacion/noticias/Paginas/tan-cerca-y-tan-lejos-de-la-agricultura-4-0-en-colombia.aspx>

Colmenares, G. (2015). La formación de la economía colonial (1500-1740). En: Historia Económica de Colombia. Fondo de Cultura Económica.

Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (2014). Microdatos del Censo Nacional Agropecuario. Recuperado de: <https://microdatos.dane.gov.co/index.php/catalog/513/datafile/F13/?offset=300&limit=100>

Díaz, G. & Mutis, H. (2011). Eficiencia técnica de hospitales nivel II en Colombia.

Dumenil, G. y Levy, D. (2004). *Capital resurgent: Roots of the neoliberal revolution*. Cambridge: Harvard University Press.

Franco, R. (1996). Los paradigmas de la política social en América Latina. *Revista de la Cepal*, 58, 9-22. Recuperado de <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/12009>

García, J. (2002). Liberalización, cambio estructural y crecimiento económico en Colombia. *Cuadernos de Economía*, 21(36), 189-224. Recuperado de <https://revistas.unal.edu.co/index.php/ceconomia/article/view/10589>

Gaviria, M.A. & Sierra, H.A. (2005) *Lecturas sobre Crecimiento Económico Regional*.

Gómez, H. J; Higuera, L, J (2018). Crecimiento económico: ¿es posible recuperar un ritmo superior al 4% anual? FEDESARROLLO, Marzo de 2018. Disponible en: <https://www.fedesarrollo.org.co/sites/default/>

González, P. A., Soto, D. M., & Mora, A. J. (2018). SECTOR TEXTIL COLOMBIANO Y SU INFLUENCIA EN LA ECONOMÍA DEL PAÍS. *Journal*, 1-8

- Harvey, D. (2005). *A brief history of neoliberalism*. Nueva York: Oxford University Press.
- Jaramillo, J. (2015). La economía del Virreinato (1740-1810). En: Historia Económica de Colombia. Fondo de Cultura Económica.
- Kalmanovitz, S. (2017). *Nueva historia económica de Colombia*. Bogotá: Taurus.
- Leal, C. (2013). El uso de la metodología DEA (Data Envelopment Analysis) para la evaluación del impacto de las TIC en la productividad del sector hotelero.
- Machado, A. (1977). *El café: de la aparcería al capitalismo*. Bogotá: Punta de Lanza.
- Machado, A. (2013). El problema de la tierra. Bogotá: Penguin Random House.
- Melo, J. (1979). *La evolución económica de Colombia, 1830-1900*. Bogotá: Instituto Colombiano de Cultura.
- Melo, J. (2015). Las vicisitudes del modelo liberal (1850-1899). En: Historia Económica de Colombia. Fondo de Cultura Económica.
- Meza, C., & Romero, J. (2016). De la economía agrícola a la economía de la ruralidad. Dialnet, 95-117.
- Ministerio de Comercio. (2020). *Perfil de Colombia*. Obtenido de <https://www.mincit.gov.co/getattachment/1c8db89b-efed-46ec-b2a1-56513399bd09/Colombia.aspx#:~:text=El%20sector%20primario%20de%20la,de%20az%C3%BAcar%2C%20ganado%2C%20arroz>.
- Montenegro, S. (Septiembre de 2013). Cepal. Obtenido de https://www.cepal.org/sites/default/files/news/files/folleto_amazonia_posible_y_sostenible.pdf
- Monterroza, M. (Mayo de 2013). biblioteca unal. Obtenido de https://www.humanas.unal.edu.co/observapazyconflicto/files/4614/3144/5526/caracterizacion_de_la_orinoquia.pdf.
- Nieto Arteta, L. (1971). *El café en la sociedad colombiana*. Bogotá: La Soga al Cuello.
- Ocampo, J. (1984). *Colombia y la economía mundial, 1830-1910*. Bogotá: Siglo XXI.

Ocampo, J. (2015). *Café, industria y economía: e sayos d h storia e onómica co ombiana*. Bogotá: Fondo e ultura conómica.

Ocampo, J. (2015). La crisis mundial y el cambio estructural (1929-1945). En: Historia Económica de Colombia. Fondo de Cultura Económica.

Ocampo, J. & Bernal, J. & Avella, M. & Errázuriz, M. (2015). Industrialización e intervencionismo estatal (1945-1980). En: Historia Económica de Colombia. Fondo de Cultura Económica.

Paez, P. y Jimenez, W. (2015). Globalizacion, privatizaciones y derechos de propiedad en los paises en vias de desarrollo y “emergentes”. *Revista Republicana*, 19, 97-128. Recuperado de <http://ojs.urepublicana.edu.co/index.php/revistarepublicana/article/view/251>

Paez, P. y Silva, J. (2010). Las teorias de la regulacion y privatizacion de los servicios publicos. *Administracion & Desarrollo*, 52(38), 39-56. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3731126.pdf>.

Parra,C. & Liz, A. (2020).Comportamiento del PIB en Colombia en el Gobierno Santos 2010-2018.Disponible en: <http://revistas.ut.edu.co/index.php/gestionyfinanzas/article/view/2075>

Parra, R. (2021). *ANÁLISIS DE LA PRODUCTIVIDAD DEL SECTOR AGROPECUARIO EN*. Bogotá: FeDesarrollo.

Perfetti, J. (2019). Adecuación de tierras y el desarrollo de la agricultura colombiana: políticas e instituciones. Bogotá: Fedesarrollo.

Prebisch, R. (1980). Critica a las teorias neoclasicas del desarrollo economico. *Revista Economia Colombiana*. Bogotá D.C. Colombia • No. 51 • julio - diciembre de 2019 • pp. 117-130 • Ejemplares: 300 • ISSN: 0124-0021

Pulido,A(2008) *Crecimiento económico y riesgo de los mercados financieros en Colombia(1994-2006)*, Edicion electronica gratuita. Texto completo en www.eumed.net/libros/2008c/454/

Ramsey, J. (1969). Test for specification error in a linear regression model. *Journal of the American Statistical Association*.

Robinson, J. (2016). La miseria en Colombia. *Revista Desarrollo y Sociedad*.

Robles, C. & Urrutia, M. (2021). Política social para la equidad en Colombia. Ediciones Uniandes.

Rodríguez, D. (2018). Sector Primario en Colombia: Características e Importancia. *Lifeder*, 1-5

Rosales, R. & Bonilla, J. (2004). Economía de la producción de bienes agrícolas. Documento CEDE.

Rostow, W. W. (1960). *The stages of economic growth: A non-communist manifesto*. Cambridge: Cambridge University Press.

Saenz Castro, J., Paez Perez, P., y Sanchez Perez, G. (2014). Concentracion de la industria manufacturera en Colombia, 2001-2010. *Dialogos de Saberes*, (40), 115-138. <https://doi.org/10.18041/0124-0021/dialogos.40.213>

Salcedo, G. (septiembre de 2020). Andi. Obtenido de http://www.andi.com.co/Uploads/Balance%202020%20y%20perspectivas%202021_637471684751039075.pdf

Ortiz, C., & Jimenez, D. (2017). A Smithian analysis of economic growth in Colombia: methodological advances. *Scielo*, 12-20.

Tavares, M. (1969). El proceso de sustitucion de importaciones como modelo de desarrollo reciente en America Latina. En A. Bianchi (ed.), *America Latina: ensayos de interpretacion economica*. Santiago: Editorial Universitaria, pp. 1-37.

Tovar, H. (2015). La lenta ruptura con el pasado colonial (1810-1850). En: *Historia Económica de Colombia*. Fondo de Cultura Económica.

Unidad de Planificación Agropecuaria (2018). Uso eficiente del suelo y adecuación de tierras.

Valderrama, A. & Neme, O. & Ríos, H. (2015). Eficiencia técnica en la industria

manufacturera en México.

Villanueva, D. (18 de junio de 2018). www.dnp.gov.co. Obtenido de https://www.dnp.gov.co/Crecimiento-Verde/Documents/ejes-tematicos/Bioeconomia/Informe%202/ANEXO%201_An%C3%A1lisis%20sector%20agr%C3%ADcola.pdf

Wooldridge, J. (2018). *Introducción a la Econometría: un enfoque moderno*. Cuarta Edición.