

**UNIVERSIDAD EAFIT**  
**ESCUELA DE ECONOMÍA Y FINANZAS**  
**ECONOMÍA**

**LA HIGUERILLA COMO CULTIVO ALTERNATIVO PARA LA REACTIVACIÓN  
ECONÓMICA DE ALGUNAS ZONAS AFECTADAS POR LA VIOLENCIA EN EL  
MARCO DEL POSTCONFLICTO EN COLOMBIA**

**NATALIA MACHADO FAJARDO**

**Mentor: ALFONSO DE JESUS GÓMEZ CIFUENTES**

**MEDELLÍN**

**2018**

## **Agradecimientos**

A mi familia por su paciencia infinita, a mi mentor por su amor al campo, a Natalia María Gómez por siempre impulsarme a seguir adelante y a mis abuelos por siempre marcarme el rumbo.

## **Resumen**

En vista de la necesidad en Colombia de generar proyectos sostenibles en el sector agrícola enfocados en poblaciones de escasos recursos como alternativas a los cultivos tradicionales y a los cultivos ilícitos, se realizó en el año 2017 en el municipio de la Palma Cundinamarca el proyecto piloto de la consolidación y producción del cultivo de higuierilla con el objetivo de dinamizar la economía del municipio. Los resultados empíricos y financieros demostraron que el cultivo es rentable y fácilmente adaptable a cada una de las necesidades de los predios en dónde se implementó.

Por estas razones el objetivo de éste análisis es determinar el impacto estimado de la siembra de higuierilla por las familias campesinas beneficiarias del Plan de Restitución de Tierras en la convergencia al estado estacionario de crecimiento del Producto Interno Bruto (PIB) y en la producción del sector agrícola Colombiano.

## **Abstract**

Colombia is currently in need to generate productive projects in rural areas. Agribusiness options that are affordable and profitable for low-income rural families are indispensable to overcome the traditional legal and ilegal crops that fill out the productive land.

Throughout 2017, a pilot project was deployed in La Palma (Cundinamarca) to establish a plantation of castor oil seed aimed at bringing dynamism to the region (hardly hit by the violent conflict). According to its empirical results, castor oil seed is a profitable and easy to establish crop for smallholders without particularly high access to physical capital other than land.

The aim of this analysis is to determine the estimated impact of growing castor oil seed in the lands distributed by the land reform program underway by the National Government of Colombia. Such impact will be measured on the convergence to the steady state of economic growth in Gross Domestic Product (GDP) and the agriculture production of the country.

## Contenido

Agradecimientos .....	2
Planteamiento formulación y sistematización del problema.....	5
Objetivos .....	6
Objetivo General: .....	6
Objetivos específicos: .....	6
Justificación.....	7
Marco teórico y antecedentes de la literatura.....	9
1.    Visión técnica del cultivo de Higuerilla en Colombia.....	9
2.    La rentabilidad financiera y productiva del cultivo de higuerilla.....	10
3.    La capacidad productiva del cultivo de higuerilla en las áreas restituidas para los años 2016 y 2017 será evaluado por medio del modelo dinámico de crecimiento de N. Gregory Mankiw, David Romer and David N. Weil, tomando como precio de venta el promedio en el mercado internacional para los años 2016 y 2017 de la semilla de higuerilla.	
4.    Cumplimiento de las características del Programa de Proyectos Productivos del cultivo de higuerilla para las tierras restituidas por el gobierno nacional delimitadas por la Unidad de Restitución de Tierras. ....	16
Presentación de la Hipótesis o proposiciones teóricas.....	17
Metodología .....	18
Descripción de los datos.....	19
Resultados .....	21
Modelo Inicial (1) .....	21
Modelo en esquemas de Monocultivo (2).....	22
Modelo en esquemas de Cultivo Asociado (3) .....	22
Conclusiones .....	23

## **Planteamiento formulación y sistematización del problema**

En el marco de la firma del tratado de paz en Colombia y la política de restitución de tierras, analizando los cambios en la convergencia del Producto Interno Bruto (PIB) al estado estacionario de crecimiento en Colombia por medio del modelo dinámico de crecimiento de N. Gregory Mankiw, David Romer and David N. Weil. ¿Es posible que la consolidación del cultivo de higuera en esquemas de monocultivo y cultivo asociado, en las hectáreas restituidas permita lograr la reactivación económica de algunas zonas afectadas por la violencia?

Teniendo en cuenta que para lograr dinamizar la economía de la población campesina beneficiaria del Programa de Restitución de Tierras en Colombia en el marco del acuerdo de paz, el cultivo propuesto es rentable en el corto plazo y cumple con los requisitos de productividad para ser financiado por los canales dispuestos por El Fondo para el Financiamiento del Sector Agropecuario (FINAGRO) de acuerdo a los hallazgos obtenidos en el municipio de La Palma Cundinamarca durante el año 2017 (Machado, 2017).

## Objetivos

### Objetivo General:

Analizar los cambios en la convergencia del Producto Interno Bruto (PIB) al estado estacionario de crecimiento en Colombia y el potencial impacto en el sector agrícola, a partir de la utilización de las tierras restituidas en el cultivo de higuera en esquemas de monocultivo y cultivo asociado para los años 2016 y 2017.

### Objetivos específicos:

Incorporar el marco productivo y financiero viable para el cultivo de Higuera, en esquemas de monocultivo y cultivo asociado a partir de resultados obtenidos en el municipio de La Palma Cundinamarca.

Determinar la productividad de hectáreas restituidas en los años 2016 y 2017 de acuerdo con las características técnicas de la semilla *Nila Bicentenario* para el cultivo de higuera.

Medir las variaciones en la convergencia del Producto Interno Bruto (PIB) al estado estacionario de crecimiento nacional tomando como base el modelo dinámico de N. Gregory Mankiw, David Romer and David N. Weil al insertar la producción de higuera en las tierras restituidas a partir de la firma del acuerdo de paz en esquemas de monocultivo y cultivo asociado.

Determinar el precio de venta de la producción de Higuera de acuerdo con el histórico de los años 2016 y 2017 del precio internacional de la semilla de higuera en los mercados de commodities.

## **Justificación**

En el año 2016 en Colombia se firmó el acuerdo de paz entre el gobierno nacional y Las Fuerzas Armadas Revolucionarias de Colombia (FARC), uno de los programas implementados por La Presidencia de la República es el programa de restitución de tierras a víctimas de la violencia el cual ha operado desde al año 2011 de acuerdo con la Ley 1448 del año 2011.

En el marco del acuerdo de paz en Colombia el Plan Nacional de Restitución de Tierras ejecutado por La Unidad de Restitución de Tierras (UIT) para el año 2017 entregó 233.000 hectáreas y se estima que para el año 2018 se restituirán 800.000 (Sabogal, 2017), este plan no sólo busca la formalización de los derechos de propiedad sino también la inmersión de los beneficiarios en proyectos productivos que permitan el sustento y aumento de productividad de estas zonas.

El Municipio de La Palma Cundinamarca consta de una extensión total de 19.067,34 hectáreas con un área urbana de 66,26 hectáreas, la capacidad rural para actividades productivas consta de 19.001,08 hectáreas. La población del municipio es cercana a los 10.727 habitantes con una concentración de 52 habitantes por kilómetro cuadrado (Alcaldía de La Palma Cundinamarca, 2016), el 59% de la población habita en áreas rurales y las Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI) son del 63% (Federación Colombiana de Municipios, 2011).

En éste municipio se han presentado históricamente eventos de violencia de diferentes tipos: En la década de los cincuenta, como en el resto del país hubo violencia bipartidista, entre los años setenta y ochenta debido a sus características geográficas ya que se encuentra en el cinturón oriental, zona de extracción esmeraldera, hubo violencia debido a estas actividades productivas, siendo un territorio del dominio del señor Gonzalo Rodríguez Gacha, y como último factor se hace referencia a las disputas entre el Paramilitarismo y Las Fuerzas Armadas Revolucionarias de Colombia (FARC) en periodo entre 2001 a 2006 por el dominio del poliducto Puerto Salgar – Mancilla, dejando desplazados, secuestros, masacres y pobreza (La Verdad Abierta, 2013).

De acuerdo con la experiencia obtenida en el municipio en la consolidación y comercialización del cultivo de higerilla en el año 2016 y el plan piloto efectuado en el 2017 que diseño una propuesta viable y sostenible para la inserción del cultivo de higerilla en esquemas de monocultivo y cultivo asociado con la participación de la comunidad, pequeños productores y cooperativas con el objetivo de dinamizar la economía de la zona (Machado, 2017), se obtuvo la información necesaria de flujo de caja, indicadores financieros y productividad para la elaboración de este documento.

Las características del cultivo de higerilla permiten que el productor disminuya sus costos de mantenimiento, conserve los suelos, aumente su flujo de caja debido a que es un cultivo de ciclo corto y obtenga una rentabilidad alta que la venta de la semilla no necesita de ningún proceso de valor agregado, lo que lo convierte en un cultivo apto para los beneficiarios del Plan de Restitución de Tierras.

## **Marco teórico y antecedentes de la literatura**

El marco teórico de éste proyecto se abordará desde cuatro perspectivas diferentes las cuales le darán sustento al objetivo general de éste análisis, Primero (1) la visión técnica en Colombia del cultivo de Higuierilla de acuerdo a las propiedades de la planta aptas para las características del territorio nacional, segundo (2) se mostrará la rentabilidad financiera y productiva del cultivo de higuierilla de acuerdo a los resultados obtenidos para el municipio de La Palma Cundinamarca, tercero (3) la capacidad productiva del cultivo de higuierilla en las hectáreas restituidas para los años 2016 y 2017 será evaluado por medio del modelo dinámico de crecimiento de N. Gregory Mankiw, David Romer and David N. Weil, tomando como precio de venta el promedio en el mercado internacional para los años 2016 y 2017 de la semilla de higuierilla, cuarto (4) se evaluará el cumplimiento de las características del Programa de Proyectos Productivos del cultivo de higuierilla para las tierras restituidas por el gobierno nacional delimitadas por la Unidad de Restitución de Tierras.

### **I. Visión técnica del cultivo de Higuierilla en Colombia**

La higuierilla es una planta de arbustiva de la familia de las oleaginosas, de la cual es extraído el aceite de ricino el cual es usado para más de 180 industrias entre las cuales están los aceites para motores, elaboración de nylon, elaboración de pinturas, industria plástica y en un grado superior de refinación la producción de biodiesel.

Desde el año 2011 en Colombia existe la posibilidad de sembrar higuierilla como cultivo productivo como resultado de la creación de una variedad genéticamente modificada con dos características enfocadas en el aumento de la productividad y disminución de la pérdida de esta semilla. La primera característica es la indehiscencia de sus frutos, lo que le da tiempo a los recolectores de cortar el racimo de las semillas con tiempo de secado óptimo, es decir, cuando

todos los racimos estén secos sin perder ninguna por una eclosión temprana como ocurre con las variedades silvestres. La segunda característica es la precocidad de su semilla, esta permite la recolección del cultivo en tiempos más cortos para los diferentes pisos térmicos, existen diversas fuentes de obtención de éste tipo de materiales mejorados provenientes de Ecuador, Brasil e India (Home of Castor Oil Industry, 2016). Sin embargo, para efectos de este proyecto se trabajara con la semilla denominada *Nila Bicentenaria* desarrollada por Corpoica en Colombia para un uso entre 1.800 y 2.200 metros sobre el nivel del mar y publicada en el año 2011 (Corpoica C.I. La Selva, 2013), para la cual se diseñó a nivel nacional un protocolo de producción y soporte a cultivos financiado por el Ministerio de Agricultura y a cargo del Dr. Alejandro Navas, desarrollado en el centro de investigación de La Selva en Rionegro Antioquia con el fin de suplir las necesidades de la industria de la ricino química, inicialmente en el ámbito nacional y posteriormente satisfaciendo la demanda externa (Machado, 2017).

## II. La rentabilidad financiera y productiva del cultivo de higuierilla

El proyecto piloto realizado por la señora Natalia María Gómez en el Municipio de La Palma Cundinamarca en el año 2017, descrito en el trabajo *“La Higuierilla Como Cultivo Alternativo Para La Reactivación de Algunas Zonas Afectadas Por La Violencia En Colombia”* en el cual se evaluó la viabilidad económica del cultivo y los tipos de financiamiento aptos para garantizar su rentabilidad y sostenibilidad, se llegó a la conclusión que a partir de la siembra de una hectárea con una densidad de cultivo de 2.000 plántulas, en el primer año de producción se cubre el total de la inversión inicial del proyecto, estimando un periodo productivo de seis años y con una renovación de siembra cada dos años (Corpoica C.I. La Selva, 2013). Lo anterior fue implementado y evaluado según lo requerido por El Fondo para el Financiamiento del Sector Agropecuario (FINAGRO) y diligenciado de acuerdo con la estructura del formato Guía de

Soporte de Proyectos Productivos Agropecuarios y Rurales con el fin de cumplir con los requisitos para acceder a un crédito para la consolidación del cultivo de las diferentes entidades de financiación con presencia en la zona, conformadas por el Banco Agrario y el Banco W (Womens Wold Banking). A partir del flujo de caja estimado para este cultivo en una hectárea se obtuvieron los siguientes indicadores financieros:

Tabla 1

*Indicadores Financieros para el Cultivo de Higuierilla en una Hectárea Sembrada*

<i>Costo de oportunidad</i>	<i>VPN</i>
0,25	\$ 12.071.269,27
<i>TASA INTERNA DE RETORNO</i>	
<i>TIR</i>	306,75%
<i>RENTABILIDAD (%)</i>	
<i>R</i>	568,83

Datos obtenidos por medio del programa Excel (Fuente: Elaborado por el autor con base en los datos obtenidos del proyecto piloto llevado a cabo en el Municipio de La Palma Cundinamarca en el año 2017)

De lo expuesto en la Tabla 1 se puede concluir que el proyecto tendría una rentabilidad del 569%, una tasa interna de retorno 307%, con un costo de oportunidad estimado del 25% (Gómez Salazar & Diez Benjumea, 2015) para el total del ciclo productivo, lo que, para un cultivo de corto plazo, garantiza la sostenibilidad y capacidad de pago para los pequeños y medianos productores.

Los rendimientos obtenidos en la tasa interna de retorno reflejan la naturaleza del cultivo de higuierilla, siendo este un cultivo que no necesita un uso intensivo de fertilizantes, no es propenso a enfermedades o plagas y es intensivo en trabajo, sin requerir la implementación de nuevas tecnologías para su consolidación (Corpoica C.I. La Selva, 2013).

*Tabla 2*  
*Flujo de Caja Neto de la Consolidación y Cultivo de Higuierilla en una Hectárea*

	<b>FLUJO NETO</b>						
	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<b>Ingresos</b>	0	9.000.000	6.000.000	6.000.000	6.000.000	6.000.000	3.000.000
<b>Egresos</b>	2.122.131	1.589.100	2.484.261	1.285.100	2.484.261	1.285.100	651.850
<b>Flujo Neto</b>	<b>-2.122.131</b>	<b>7.410.900</b>	<b>3.515.739</b>	<b>4.714.900</b>	<b>3.515.739</b>	<b>4.714.900</b>	<b>2.348.150</b>

Datos obtenidos de la contabilidad de la finca Buenavista sede principal del plan piloto (Fuente: Elaborado por el autor con base en los datos obtenidos del proyecto piloto llevado a cabo en el Municipio de La Palma Cundinamarca en el año 2017)

De acuerdo con el flujo de caja descrito en la Tabla 2, la inversión inicial se recupera en el primer año de producción del cultivo, lo cual es óptimo para la población objetivo de este análisis siendo personas de escasos recursos y de poca capacidad de endeudamiento.

- III. La capacidad productiva del cultivo de higuierilla en las áreas restituidas para los años 2016 y 2017 será evaluado por medio del modelo dinámico de crecimiento de N. Gregory Mankiw, David Romer and David N. Weil, tomando como precio de venta el promedio en el mercado internacional para los años 2016 y 2017 de la semilla de higuierilla.

A partir de la firma del proceso de paz en Colombia en el año 2016, la Unidad de Restitución de Tierras ha reportado que para el año 2016 se restituyeron 189.424 hectáreas en todas las regiones del país y para el año 2017 se restituyeron 233.000 hectáreas (Unidad de Restitución de Tierras, 2016), estas cifras serán tomadas como base para calcular la capacidad productiva en higuierilla en esquemas de pequeños y medianos productores, teniendo en cuenta que la producción

por planta en el primer año es de 3,7 kilogramos y para el segundo año es de 2,5 kilogramos, debido a cosechas precoces en los primeros meses del desarrollo de la planta (Corpoica C.I. La Selva, 2013).

*Tabla 3*  
*Productividad estimada del Cultivo de Higuierilla en el Número de Hectáreas Restituidas Durante los Años 2016 y 2017 en Colombia*

Tipo de cultivo	Plantas Hc	Producción del cultivo	Producción año 1	Producción año 2	Producción estimada	2016	2017
Monocultivo	2000	Total, en Kl	7.500	5.000	Total, producción (Tn)	1.420.680	1.165.000
		Cantidad por planta Kl	3,75	2,5	Número de Hc restituidas	189.424	233.000
Cultivo asociado	1100	Total, en Kl	4.125	2.750	Total, producción (Tn)	781.374	640.750
		Cantidad por planta Kl	3,75	2,5	Numero de Hc restituidas	189.424	233.000

Datos obtenidos por medio del programa Excel (Fuente: Elaboración propia)

De acuerdo con lo expuesto en la Tabla 3, para el año 2016 la capacidad productiva del cultivo es de 1.420.680 toneladas si es sembrado como monocultivo y como cultivo asociado es de 781.374 toneladas, la diferencia de la productividad estimada radica en la densidad de plantas sembradas en el monocultivo con un total 2.000 plántulas con una distancia de calles dos metros por dos metros y en el cultivo asociado de 1.100 plántulas con un densidad de siembra de tres metros por tres metros.

De acuerdo al precio reportado de la semilla de higuierilla en la bolsa tomando como referencia las principales empresas productoras de semilla y aceite de ricino en el mundo ubicadas en India

con una participación del mercado mundial del 85%, y dividiendo el excedente entre China con un cinco por ciento (5%), Naciones Africanas con un dos 2%, Brasil con 1% y el resto del mundo con una participación 7% (Nirmal Bang, 2017). Se estimó que en promedio para el año 2016 el kilo se vendió \$1.600 COP y para el año 2017 \$1.546 COP (The Economic Times ET Markets), con una tasa de cambio promedio para el año 2016 de \$ 3.050,98 COP y para 2017 de \$ 2.951,32 COP por cada dólar americano (Banco de la República de Colombia, 2018).

*Tabla 4*

*Total en pesos de producción Estimada de Higuierilla Para el año 2016 y 2017.*

	Producción estimada		Total, en millones pesos	
	2016	2017	2016	2017
			TRM: 3050	TRM: 2951
<b>Monocultivo</b>				
Total, producción (Tn)	1.420.680	1.165.000	4.333.074	3.437.915
<b>Cultivo Asociado</b>				
Total, producción (Tn)	781.374	640.750	2.383.190,7	1.890.853,25

Datos obtenidos por medio del programa Excel (Fuente: Elaboración propia)

De acuerdo con lo descrito en la Tabla 4, para el año 2016 el valor total de la producción nacional es de 4.333.074 billones y 3.437.915 para el 2017 en esquemas de monocultivo y en cultivo asociado es de 2.383.190,7 billones y 1.890.853,25 billones respectivamente.

Tomando como base el modelo neoclásico de crecimiento dinámico de N. Gregory Mankiw, David Romer and David N. Weil basado en el modelo de Solow expuesto en 1956, que cuenta con los siguientes supuestos básicos: retornos decrecientes del capital y se toman como exógenas las tasas de crecimiento y ahorro de la población. El objetivo principal del modelo de Solow era mostrar una aproximación simple de la influencia de las variables exógenas en el nivel del estado estacionario del ingreso per cápita, logrando explicar más de la mitad de las variaciones en el

ingreso para una gran cantidad de países. Sin embargo, no era correcto en determinar en qué magnitud, debido a la exclusión del capital humano, por tal razón se usará el modelo dinámico de crecimiento, en donde se logra explicar las variaciones del ingreso del 80% de los países evaluados (Mankiw, Romer, & Weil, 1992).

En el modelo de Solow aumentado por Mankiw el capital humano (H) no está implícito en el capital físico (K), ni en el la productividad total de los factores (PTF), por lo tanto, puede explicar un incremento en el PIB o el ingreso per cápita en una mayor proporción que el modelo sin aumentar se Solow. El modelo dinámico propuesto por N. Gregory Mankiw, David Romer and David N. Weil en 1992; el modelo original de Solow aumentado se concibe como un proceso de convergencia hacia el estado estacionario, en el cual el estado estacionario ( $y^*$ ), esta en función de lo invertido en el PIB en capital físico ( $s_k$ ) y capital humano ( $s_h$ ), la tasa de crecimiento de la fuerza laboral ( $n$ ), la tasa de depreciación del capital físico ( $\delta_k$ ) y la tasa de depreciación del capital humano ( $\delta_h$ ). Los coeficientes sobre los cuales se efectuará el análisis serán: El promedio el porcentaje del PIB que reciben los dueños del capital fijo ( $\alpha$ ), los efectos directos o indirectos del capital humano en el PIB ( $\beta$ ) y la velocidad de convergencia hacia el estado estacionario de crecimiento ( $\lambda$ ), los cuales serán comparados tomando como base la economía colombiana para los años 2010 a 2017 mediante una regresión por Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO), introduciendo la producción de higuierilla en esquemas de monocultivo en el PIB para los años 2016 y 2107 en las hectáreas restituidas para este año, mediante una regresión MCO e introduciendo la producción de higuierilla en esquemas de cultivo asociado para los años 2016 y 2107 por medio de MCO. En total se van comparar y analizar los resultado de los tres modelos anteriores respecto a los coeficientes de interés para determinar si existe un impacto significativo

de la producción del cultivo de higuera en el proceso de convergencia al estado estacionario de crecimiento en Colombia.

IV. Cumplimiento de las características del Programa de Proyectos Productivos del cultivo de higuera para las tierras restituidas por el gobierno nacional delimitadas por la Unidad de Restitución de Tierras.

De acuerdo al plan estratégico interinstitucional de la Unidad de Restitución de Tierras, la cual debe elaborar planes y programas de enfoque diferencial para la restitución sostenible y efectiva de las víctimas, garantizando lo sostenibilidad y a la reparación integral según lo definido por el artículo 3 del decreto 4081 de 2011 (Unidad de Restitución de Tierras, 2016).

Con base en lo expuesto anteriormente, se verificará si el cultivo de higuera se ajusta al contexto normativo dispuesto para cultivos productivos en dichas zonas afectadas por la violencia (Corpoica C.I. La Selva, 2013).

### **Presentación de la Hipótesis o proposiciones teóricas**

A partir de la estimación de la producción esperada de higuera para los años 2016 y 2017 en las zonas restituidas como cultivo potencial, se buscará analizar la variación del PIB per cápita nacional, la tasa promedio de la inversión de capital físico y la tasa promedio de la inversión de capital humano, además de los cambios en la proporción de la producción total del sector agrícola.

Todo esto tomando como base el modelo de Solow aumentado por Mankiw para el crecimiento (Mankiw, Romer, & Weil, 1992), el cual se caracteriza por considerar exógena la tecnología, es decir, que las variaciones en el crecimiento son justificadas a partir de la inversión en capital físico y humano. De acuerdo con lo anterior, se analizarán los cambios en el PIB per cápita, si los datos obtenidos son significativos y si el cultivo de higuera es una alternativa atractiva para la reactivación económica de las zonas afectadas por la violencia en Colombia.

## Metodología

El modelo a utilizar parte del modelo de Solow aumentado por Mankiw en el cual el crecimiento del PIB está determinado por dos factores productivos: el capital (K) y el trabajo (L). Este último determinado por la cantidad de población en edad de trabajar, el total de la productividad es uniforme y constante para todos los países. Sin embargo, en el modelo aumentado (Mankiw, Romer, & Weil, 1992), el capital humano (H) no está implícito en el capital físico (K) o en la TFP y puede explicar un aumento en el Producto Interno Bruto (PIB) o en el ingreso per cápita en una mayor proporción que en el modelo sin aumentar.

$$\left(\frac{Y}{L}\right)_t = \left(\frac{K}{L}\right)_t^\alpha \left(\frac{H}{L}\right)_t^\beta (A_0 e^{gt})^{1-\alpha-\beta} \quad (1)$$

Los cambios del PIB por adulto (Y) responden a cambios en el capital fijo (K), cambios en el capital humano (H), el trabajo (L) y un factor total de productividad (A) el cual se asume que crece en un rango constante  $g(1-\alpha-\beta)$  (Breton, 2015).

$$\log(y_t) - \log(y_0) = (1 - e^{-\lambda t})\log(y^*) - (1 - e^{-\lambda t})\log(y_0) \quad (2)$$

El modelo descrito anteriormente en (2) modificado como una versión dinámica (Mankiw, Romer, & Weil, 1992), en el cual el crecimiento económico se expresa como la convergencia al estado estacionario de crecimiento  $y_t = y^*$  con  $y_t = Le^{gt}$  y  $\lambda$  es el grado de convergencia al estado estacionario (Breton, 2015). Se debe tener en cuenta que  $y^*$  esta en función de lo invertido del PIB en capital humano ( $s_k$ ) y físico ( $s_h$ ), la tasa de crecimiento de la fuerza laboral ( $n$ ), y la tasa de depreciación del capital físico  $\delta_k$  y humano  $\delta_h$  se llega a la siguiente ecuación

$$y^* = \frac{\alpha}{(1-\alpha-\beta)} \left[ \frac{\log(s_k)}{(n+g+\delta_k)} \right] + \frac{\beta}{(1-\alpha-\beta)} \left[ \frac{\log(s_h)}{(n+g+\delta_h)} \right] \quad (3)$$

Al reemplazar la ecuación (3) en (2) se crea un modelo de crecimiento que contienen una variable de ingreso per cápita rezagado más una variable que mide las instituciones a través del Rule of Law.

$$\log \left( \frac{PIB}{Fuerza\ labor} \right)_t - \log \left( \frac{PIB}{Fuerza\ labor} \right)_0 = c + (1 - e^{-\lambda t}) \frac{\alpha}{(1-\alpha-\beta)} \left[ \frac{\log(s_k)}{(n+g+\delta_k)} \right] - (1 - e^{-\lambda t}) \frac{\beta}{(1-\alpha-\beta)} \left[ \frac{\log(s_h)}{(n+g+\delta_h)} \right] - (1 - e^{-\lambda t}) \log \left( \frac{PIB}{Fuerza\ labor} \right)_0 + \gamma Instituciones + \varepsilon \quad (4)$$

En éste modelo  $t$  es el último año del periodo y  $0$  es el primer año, además los valores de  $g = 0,01$ ,  $\delta_h = 0,025$  y  $\delta_k = 0,06$  de acuerdo por lo expuesto en el modelo de (Breton, 2015). Para el modelo expuesto en (4) se realizó una regresión por medio de MCO, ya que éste es la adaptación empírica de los datos obtenidos para Colombia en el periodo 2000 a 2017.

### Descripción de los datos

Los datos evaluados provienen de diferentes fuentes, la información correspondiente al crecimiento poblacional anual fue obtenida de Penn World Table en su versión 9.9 (University of Groningen, 2017), el Banco de la República de Colombia para el periodo comprendido ente 2000 -2017 para el total de un país se tomó para la evaluación del modelo el valor del PIB a precios constantes en miles de millones de pesos (Banco de la República de Colombia, 2018), de los datos estadísticos del Banco Mundial se tomó el porcentaje de Formación Bruta de Capital Fijo (FBKF) respecto al PIB para el periodo comprendido entre el año 2000 a 2017 incluido en el modelo como la variable  $(s_k)$  y el porcentaje gasto público en educación  $(s_h)$  respecto al PIB (Banco Mundial,

2018). La tasa de crecimiento de adultos definidos como población en edad de trabajar mayor a 12 años ( $n$ ) se obtuvo a partir de los datos obtenidos del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) respecto a la fuerza laboral en Colombia entre 2000 y 2017 (Departamento Administrativo Nacional de Estadística, 2017), calculando la diferencia entre cada uno de los años con el periodo anterior en el rango de tiempo de interés en el rango del año 2000 a 2017. Los datos sobre la velocidad a la que los factores de producción se hacen más productivos en cualquier economía ( $g$ ), la depreciación del capital humano ( $\delta_h$ ) y la depreciación del capital físico ( $\delta_k$ ) actúan como constantes y son tomadas de (Breton, 2015).

El modelo empírico descrito en (4) fue corrido para un total de 18 observaciones correspondientes a los años comprendidos entre el 2000 y 2017, para cada observación se tienen nueve variables para un total de 162 datos para cada uno de los modelos evaluados. De acuerdo con lo anterior se comprenden las limitaciones del modelo, ya que debido a la poca disponibilidad de datos existentes sobre FBKF y de inversión en educación pública, el modelo no se puede ampliar con el fin de hacer un mejor análisis econométrico.

## Resultados

La regresión para cada uno de los modelos fue hecha por medio de MCO tratando los datos por medio de corte transversal utilizando el programa STATA, los resultados obtenidos son expuestos en la siguiente tabla:

Tabla 5

*Estimación del Modelo Dinámico de Mankiw, Romer, y Weil periodo 2000-2017*

	<b>Efecto del Cultivo de Higuera en Esquemas de Monocultivo y Cultivo Asociado en el Crecimiento de Colombia 2000-2017</b>		
	<b>Modelo Inicial (1)</b>	<b>Monocultivo (2)</b>	<b>Cultivo Asociado (3)</b>
Ln( $s_k/(n+g+\delta_k)$ )	-,0013 (,0072)	-,0013493 (,0072)	,0013311 (,007232)
Ln( $s_h/(n+g+\delta_h)$ )	,000432 (,0004998)	,0003874 (,0005029)	,0004075 (,0005015)
Ln(Y/L-inicial)	-1,002717 *** (,0046135)	-1,002929 *** (,0046425)	-1,002834 *** (,004629)
R <sup>2</sup>	,3963	,3986	,3975
Valor de $\alpha$	,0013064	,0013467	,0013286
Valor de $\beta$	,0004313	,0003867	,0004067
Valor de $\lambda$	,001834	,001834	,001834

Errores estándar en paréntesis

Significativo al: \* p<0.1, \*\* p<0.05, \*\*\* p<0.01

Datos obtenidos por medio del programa STATA mediante regresión MCO (Fuente: Elaboración propia)

### Modelo Inicial (1)

Para esta regresión se tuvieron en cuenta la inversión en capital humano, en capital físico, el ingreso del periodo inicial para Colombia en el periodo comprendido entre el año 2000 y 2017, para lo cual se obtuvo un nivel de confianza estadística del logaritmo del periodo inicial por adulto del 99,9% lo cual se entiende como la una elasticidad negativa del PIB por adulto del periodo inicial en el porcentaje de la variación del crecimiento del periodo evaluado, este modelo que logra explicar el 39,6% del total de las variables que pueden explicar el crecimiento del PIB per cápita. Además, se nota que el valor del PIB perteneciente a los inversionistas del capital físico es del

0,1% y a los del capital humano es del 0,04%, lo que permite notar que a medida que se ajusta el modelo con posibles variables omitidas, la capacidad explicativa va aumentando y así mismo el  $\alpha$  y  $\beta$  disminuyen, lo que implicaría que para la economía colombiana la explicación del crecimiento no estaría relacionada con la inversión en capital humano ni físico ya que en la etapa inicial los porcentajes son muy bajos.

### **Modelo en esquemas de Monocultivo (2)**

Para esta regresión se obtuvo un nivel de confianza estadística del 99,9% del logaritmo del periodo inicial del PIB por adulto, en un modelo que logra explicar el 39,86% del total de las variables que pueden explicar el crecimiento del PIB per cápita. Además, se nota que el valor del PIB perteneciente a los inversionistas del capital físico es del 0,1% y a los del capital humano es del 0,03%, lo que muestra que disminuye el retorno del capital humano, además el valor de la convergencia del modelo permanece igual respecto al modelo inicial.

### **Modelo en esquemas de Cultivo Asociado (3)**

Para esta regresión se obtuvo un nivel de confianza estadística del 99,9% del logaritmo del periodo inicial del PIB por adulto, en un modelo que logra explicar el 39,75% del total de las variables que pueden explicar el crecimiento del PIB per cápita. Además, se nota que el valor del PIB perteneciente a los inversionistas del capital físico es del 0,1% y a los del capital humano es del 0,04%, lo que muestra que aumenta el retorno del capital humano al disminuir la producción de higuerilla en las áreas restituidas, nuevamente el valor de la convergencia del modelo permanece igual respecto al modelo inicial.

## Conclusiones

A partir del análisis del modelo del modelo de crecimiento dinámico (Mankiw, Romer, & Weil, 1992) se concluye que la utilización de las tierras restituidas para la consolidación del cultivo de higuera en esquemas de monocultivo y cultivo asociado no afecta significativamente la convergencia al estado estacionario. Además que con una capacidad explicativa del modelo del 39% debido a las variables omitidas, el crecimiento del Producto Interno Bruto por adulto en Colombia no tiene relación directa con la inversión en capital fijo y humano y sus retornos en porcentajes respecto al PIB son mínimos. Lo anterior se puede explicar debido al que la economía colombiana depende en gran medida del sector de explotación de hidrocarburos y minería lo que determina año a año el Producto Interno Bruto.

Sin embargo, para el sector agrícola el aumento en la producción del esquema de monocultivo expuestos en la Tabla 6 para el año 2016 reflejan un total del 13,1% y 9,91% para el año 2017 y para cultivos asociados para el 2016 de 7,21% y 2017 de 5,45%. Además, la diferencia del Producto Interno Bruto respecto a la fuerza laboral (PIB/L) arroja que para el año 2016 en monocultivo y cultivo asociado es de 0,8% y 0,44% respectivamente y para el año 2017 es de 0,62% y 0,34% según lo expuesto en la Tabla 5.

*Tabla 6*

*Estimación del Impacto del Cultivo de Higuierilla en la Variación Porcentual del PIB Sectorial y el PIB por Adulto en Colombia para los Años 2016 y 2017*

		Sector Agrícola		PIB por Adulto	
		Miles de Millones de Pesos	(%)	Miles de Millones de Pesos	(%)
<b>Inicial</b>		<b>33.061</b>		<b>14.322.231,94</b>	
2016	Monocultivo	37.394,074	13,11	14.436.707,97	0,80
	Cultivo Asociado	35.444,1907	7,21	14.385.193,76	0,44
<b>Inicial</b>		<b>34.689</b>		<b>14.384.095,75</b>	
2017	Monocultivo	38.126,915	9,91	14.473.729,99	0,62
	Cultivo Asociado	36.579,85325	5,45	14.433.394,58	0,34

Datos obtenidos por medio del programa Excel (Fuente: Elaboración propia)

Con base en las características poblacionales de los individuos que han sido beneficiarios del Programa de Restitución de Tierras del gobierno nacional, se muestra que el promedio de edad de los beneficiarios está entre los 35 y 50 años, que son personas de bajos recursos y que el grado de escolaridad de la media está en quinto de primaria (Unidad de Restitución de Tierras, 2016), el aumento en la diferencia del Producto Interno Bruto respecto a la Fuerza Laboral influiría en la dinamización de las economías campesinas como población objetivo del programa, es decir, que el cultivo de higuierilla puede garantizar la sostenibilidad a largo plazo de la actividad agrícola en las zonas afectadas por la violencia en Colombia.

## Bibliografía

- Alcaldía de La Palma Cundinamarca. (2016). *Historia del Municipio de La Palma Cundinamarca [en línea]*. Obtenido de <http://www.lapalma-cundinamarca.gov.co/index.shtml#8>.
- Banco de la República de Colombia. (2018). *Producto Interno Bruto (PIB) [en línea]*. Obtenido de <http://www.banrep.gov.co/es/pib>.
- Banco de la República de Colombia. (2018). *Tasa de Cambio del Peso Colombiano (TRM) [en línea]*. Obtenido de <http://www.banrep.gov.co/es/trm>.
- Banco Mundial. (2018). *Gasto público en Educación, total (% PIB) [en línea]*. Obtenido de <https://datos.bancomundial.org/indicador/se.xpd.totl.gd.zs>.
- Breton, T. R. (2015). Higher Test Scores or More Schooling? Another Look at the Causes of Economic Growth. *Journal of Human Capital*, 239-263.
- Corpoica C.I. La Selva. (2013). *Nila Bicentenario la primera variedad para el clima frío colombiano [en línea]*. Obtenido de <http://www.corpoica.org.co/menu/ot/cultivos-transitorios-y-agroindustriales/369-nila-bicentenario-variedad-de-higuerilla-ricinus-communis-l-para-clima-frio-en-colombia/>.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (2017). *Fuerza Laboral y Educación [en línea]*. Obtenido de <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/mercado-laboral/fuerza-laboral-y-educacion>.
- Federación Colombiana de Municipios. (2011). *Información Municipal para la Toma de Decisiones [en línea]*. Obtenido de [https://www2.fcm.org.co/appfichamun/pdfs/ficha\\_25394000.pdf](https://www2.fcm.org.co/appfichamun/pdfs/ficha_25394000.pdf).
- Gómez Salazar, E. A., & Díez Benjumea, J. M. (2015). *Evaluación Financiera de Proyectos*. Medellín.

Home of Castor Oil Industry. (2016). *Comprehensive Castor Oil Report [en línea]*. Obtenido de <http://www.castoroil.in/reference/report/report.html>.

La Verdad Abierta. (2013). *El terror que los Paramilitares sembraron en La Palma, Cundinamarca [en línea]*. Obtenido de <http://www.verdadabierta.com/justicia-y-paz/imputaciones/5070-el-terror-que-los-paramilitares-sembraron-en-la-palma-cundinamarca>.

Machado, N. (2017). *La Higuerilla como Cultivo Alternativo para la Reactivación Económica de Algunas Zonas Afectadas por la Violencia en Colombia*. Medellín: Universidad EAFIT.

Mankiw, N. G., Romer, D., & Weil, D. N. (1992). A Contribution to the Empirics of Economic Growth. *Oxford Journals* 107(2), 407-437.

Nirmal Bang. (2017). *Castor Seed Market Analysis & Outlook 2017 [en línea]*. Obtenido de [https://www.nirmalbang.com/Upload/Castor\\_Seed\\_Market\\_Analysis\\_and\\_Outlook\\_2007.pdf](https://www.nirmalbang.com/Upload/Castor_Seed_Market_Analysis_and_Outlook_2007.pdf).

Sabogal, R. (17 de 12 de 2017). Gobierno cerró 2017 con 233 mil hectáreas restituidas a familias campesinas. 1. (R. Radio, Entrevistador)

The Economic Times ET Markets. (s.f.). *Oil Seeds & Oils [en línea]*. Obtenido de <https://economictimes.indiatimes.com/commoditylisting.cms?head=Oil%20Seeds%20%26%20Oils>.

Unidad de Restitución de Tierras. (2016). *Plan Estratégico Interinstitucional para la Restitución de Tierras para el periodo 2017 - 2021 [en línea]*. Obtenido de <https://www.restituciondetierras.gov.co/plan-estrategico-interinstitucional-de-restitucion-de-tierras>.

University of Groningen. (2017, Octubre 30). *Productivity*. Retrieved from The Data Base Penn

World Table 9.0 [en línea}: Recuperado de: <https://www.rug.nl/ggdc/productivity/pwt/>