

# **Determinantes de la reforestación comercial en los municipios de Antioquia**

---

Robinson Garcés Marín



Trabajo de investigación para optar al título de Magíster en Economía  
Asesores: Mauricio Alviar Ramírez, Ph. D. y Harold Cardona Trujillo, M. Sc.  
Universidad de Antioquia  
Medellín, 2013

## Tabla de contenido

	Pág.
Índice de tablas .....	iii
Lista de anexos .....	iv
<i>Resumen</i> .....	v
Introducción .....	6
I. Marco teórico .....	8
A. <i>La reforestación comercial</i> .....	8
B. <i>Determinantes de la reforestación comercial</i> .....	9
II. Metodología .....	21
<i>Descripción de los datos</i> .....	23
III. Resultados .....	25
Conclusiones .....	27
Anexos .....	30
Bibliografía .....	33

## Índice de tablas

	Pág.
<i>Tabla 1: Uso actual y potencial del suelo en Antioquia, 2004</i> .....	7
<i>Tabla 2: Ejemplos de medición de la competitividad a escala regional</i> .....	10
<i>Tabla 3: Factores identificados en los estudios de competitividad, clasificados de acuerdo con Nagendra (2007)</i> .....	12
<i>Tabla 4: Factores identificados en los estudios sobre desarrollo rural, clasificados de acuerdo con Nagendra (2007)</i> .....	14
<i>Tabla 5: Factores identificados en los estudios sobre deforestación y reforestación, clasificados según Nagendra (2007)</i> .....	16
<i>Tabla 6: Listado definitivo de variables independientes</i> .....	24
<i>Tabla 7: Estadística descriptiva para las variables cualitativas</i> .....	24
<i>Tabla 8: Estadística descriptiva de las variables cuantitativas</i> .....	25
<i>Tabla 9: Coeficientes de regresión y ajuste del modelo</i> .....	26
<i>Tabla 10: Tabla de contingencia acierto/error de la clasificación por regresión logística</i> .....	26

## Lista de anexos

	Pág.
<i>Anexo 1: Listado de variables regresoras .....</i>	30

## ***Determinantes de la reforestación comercial en los municipios de Antioquia***

### ***Resumen***

*La reforestación comercial ofrece beneficios económicos, sociales y ambientales; no obstante, pese a los incentivos ofrecidos por el gobierno nacional, el sector forestal en Antioquia aún se encuentra en una fase incipiente de desarrollo. Este trabajo pretende analizar y cuantificar los determinantes de la reforestación comercial en los municipios de este departamento. Se revisa literatura para identificar los factores relacionados con la reforestación y se estima un modelo de regresión logística para evaluar el efecto de cada uno de ellos. Se encontró que la reforestación comercial en Antioquia está fuertemente asociada con la concentración de la propiedad rural y la intensidad de la ganadería, y en menor medida, con la inversión pública per cápita, el desempeño fiscal del municipio y el potencial forestal protector. Se plantea que las acciones del sector público deben dirigirse a mejorar la infraestructura y la regulación ambiental y a generar cultura forestal.*

*Palabras clave: reforestación comercial, concentración de la propiedad rural, ganadería, cultura forestal. Clasificación JEL: L73, N56*

## ***Determinants of commercial reforestation in Antioquia's towns***

### ***Abstract***

*Commercial reforestation yields economical, social and environmental revenues; however, despite the incentives offered by the Colombian national government, forestry in Antioquia is still in an early stage of development. This paper is aimed to analyze and quantify the determinants of commercial reforestation in Antioquia's towns. Literature is reviewed in order to identify factors associated with reforestation; then, a logistic regression model is estimated to assess their effects. We found that commercial reforestation in Antioquia's towns is highly related to concentration of rural property and intensity of livestock, and to a lesser extent, to per capita public investment, fiscal performance of the town and protective forest potential. We conclude that government actions should be directed to improve infrastructure and environmental regulation, and to generate forest culture.*

*Keywords: commercial reforestation, concentration of rural property, livestock, forest culture. JEL classification: L73, N56*

# **Determinantes de la reforestación comercial en los municipios de Antioquia**

Robinson Garcés Marín \*

**–Introducción. –I. Marco teórico. –II. Metodología. –III. Resultados. –Conclusiones. –Anexos. –Bibliografía.**

## **Introducción**

Diferentes autores señalan los múltiples beneficios que presenta la reforestación para países tropicales como Colombia (Maini, 1992; Haltia y Keipi, 1997; Alviar, 2002; Dürr, 2002; FAO, 2010), pues además de las ganancias derivadas de la extracción de madera y pulpa para papel, esta actividad tiene impactos sociales y ambientales. No obstante, aun cuando estos beneficios son reconocidos, el sector forestal no ha logrado desarrollarse en el país, y por lo tanto la actividad no ha impactado significativamente las condiciones de vida de la población rural.

El gobierno nacional y el local, conscientes de esta situación han establecido metas de reforestación, así como normas e incentivos para alcanzarlas. En el ámbito nacional se ha fijado la meta de tener 450.703 hectáreas plantadas en el año 2010 y seguir aumentando anualmente esta cifra hasta alcanzar 1.208.910 ha en el año 2020, y para ello ofrece estímulos como el Certificado de Incentivo Forestal, el Incentivo a la Capitalización Rural y algunas líneas de crédito (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural - MADR, 2006). En el ámbito departamental, la Gobernación de Antioquia (2005) ha planteado que se tienen 3.089.433 hectáreas con aptitud entre alta y moderada para la reforestación, de las cuales sólo se han sembrado 51.920 ha al año 2009 (MADR y Corporación Colombia Internacional - CCI, 2009). Antioquia ha establecido la meta de sembrar 1.500.000 hectáreas para el año 2040, y para ello hace uso de los incentivos de la nación.

---

\*Estudiante de Maestría en Economía de la Universidad de Antioquia. Ciudad Universitaria, Calle 70 52-51, Bloque 13, Oficina 412, Apartado Aéreo 1226, Medellín, Colombia. Dirección electrónica: [rgarces@udea.edu.co](mailto:rgarces@udea.edu.co)

No obstante, ni el país ni el departamento han logrado cumplir las metas y el sector forestal sigue sin ofrecer los anunciados beneficios para la población local. Por el contrario, se observa la prevalencia de usos conflictivos del suelo, la degradación ambiental y la debilidad institucional, variables asociadas a su vez con la pobreza rural (Donaldson, 1991; Hazell y Lutz, 2000; Heath y Binswanger, 2000; Machado, 2004; Alviar, 2008). En la *Tabla 1* se evidencia la gran brecha entre el uso actual y el potencial del suelo, marcada por la preponderancia de la ganadería.

***Tabla 1: Uso actual y potencial del suelo en Antioquia, 2004***

	Uso potencial		Uso actual	
	Has.	%	Has.	%
Bosques	3.092.303	57,8	2.092.303	32,8
Pastos	1.153.524	17,9	3.394.782	53,2
Agricultura: Cultivos permanentes, transitorios, barbechos, descanso y misceláneos.	725.367	11,3	601.834	9,4
Malezas y rastrojos			104.471	1,6
Urbano y semiurbano	10.395	0,2	10.395	0,2
Aguas y otros usos.	821.602	12,8	174.348	1,2
<i>Total</i>	5.803.191		6.378.133	

Fuente: Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC, 2007.

La administración pública (Gobernación de Antioquia, 2005; Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural - MADR, 2006) y diferentes estudios señalan que la explotación del recurso forestal presenta diversas limitaciones que impiden el desarrollo del sector (Louman y Stoian, 2002; Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional USAID, 2008). Por esta razón, la comprensión de los factores o determinantes de la decisión de reforestación aporta insumos para la formulación de políticas que contribuyan al desarrollo de esta actividad.

No obstante, en la literatura es notorio el predominio de estudios sobre la deforestación (Southworth y Tucker, 2001; García, Pérez y De la Riva; 2006) y sus determinantes por la relación que existe entre esta y las condiciones rurales entre ellas la pobreza, en particular en países en desarrollo (Alviar, 2002; Dürr, 2002; USAID, 2008). Por su parte, la literatura sobre reforestación es menos amplia porque en general, las decisiones de reforestación son de carácter privado y están condicionadas a los factores que determinan la inversión. En este sentido no ha habido una documentación sistemática amplia sobre los proyectos de inversión forestal que permita hacer análisis más rigurosos y académicos (Alviar, 2004).

De manera que el presente trabajo tiene como objetivo analizar y cuantificar la incidencia de los determinantes de la reforestación comercial en los municipios de Antioquia. Para tal efecto el documento contempla las siguientes secciones, además de la

introducción y las conclusiones: en la primera, se aborda el marco teórico en el cual se exploran los determinantes; en la segunda, se describe la metodología, cómo se obtuvieron los datos y el tratamiento que se dio a los mismos, y en la última se exponen los resultados.

## **I. Marco teórico**

### ***A. La reforestación comercial***

Frente al reto de mejorar las condiciones socioeconómicas de la población, el aprovechamiento de los bosques es una alternativa viable para los países tropicales (Haltia y Keipi, 1997; Alviar, 2002; Dürr, 2002; FAO, 2010), donde la pobreza rural está relacionada con el aislamiento geográfico, la degradación ambiental, el uso irracional de la tierra, la debilidad institucional y el acceso limitado a los recursos (Donaldson, 1991; Hazell y Lutz, 2000; Heath y Binswanger, 2000; Machado, 2004; Alviar, 2008). En este caso, los bosques, como recurso renovable, además de servir para la producción de madera y pulpa para papel, también prestan otros servicios a la sociedad tales como regulación hídrica, hábitat para la biodiversidad y ecoturismo, entre otros. De modo que los países tropicales, por su riqueza en biodiversidad, cuentan con ventajas comparativas para generar riqueza y crecimiento económico, siempre y cuando se haga un aprovechamiento con criterios de racionalidad, eficiencia y sostenibilidad, para garantizar la permanencia de los bosques y por ende la provisión de dichos servicios.

Con el propósito de monitorear las variaciones en la cobertura boscosa mundial, la FAO (2010) define las actividades de forestación y reforestación. Mientras la primera busca ampliar el área de bosques mediante la plantación y/o siembra en zonas no clasificadas como forestales, es decir, donde antes no existía bosque, la segunda no necesariamente contribuye a aumentar el área de bosque, ya que se realiza en lugares con aptitud forestal que han sido reducidos a causa de los incendios o la tala rasa, por citar unos ejemplos. En vista de que estas definiciones no tienen en cuenta el uso final de las plantaciones, puede entenderse que la reforestación comercial alude a la forestación o la reforestación con el propósito exclusivo del aprovechamiento productivo.

La reforestación comercial, además de favorecer las industrias del papel y la madera, genera beneficios ambientales, sociales y económicos. Entre los ambientales, es preciso tener en cuenta que las plantaciones forestales en la actualidad no se establecen a expensas del bosque natural, sino en áreas que antes no tenían bosque; por lo tanto, no prestan los



mismos servicios que se atribuyen a un bosque natural (De Groot, Wilson y Boumans, 2002; Millennium Ecosystem Assessment, 2005; Fisher y Turner, 2008) pero cumplen varias funciones como recuperar suelos degradados, asegurar pendientes inestables, capturar carbono y reducir la presión sobre los bosques naturales (Maini, 1992); entre los sociales, la generación de empleo y el apoyo a superación de las condiciones de pobreza (Haltia y Keipi, 1997; Alviar, 2002; Dürr, 2002; FAO, 2010); y entre los económicos, la contribución al cambio en los patrones de uso del suelo y de los recursos naturales, así como de la estructura productiva agropecuaria (Alviar, 2002 y 2008).

## ***B. Determinantes de la reforestación comercial***

En la búsqueda de los determinantes de la inversión en el sector forestal, Nascimento y Tomaselli (2005) proponen una estructura de análisis que involucra variables del orden suprasectorial, intersectorial e intrasectorial. Según ellos, el nivel suprasectorial corresponde a los fenómenos que afectan a todos los sectores económicos de un país, es decir, que hacen parte del ambiente macroeconómico; el intersectorial comprende variables que pueden surgir en otros sectores económicos pero que de alguna manera afectan a los negocios forestales; y el intrasectorial, los factores intrínsecos al sector forestal.

Para proponer los determinantes de la reforestación comercial en el ámbito de este trabajo, no se consideraron los aspectos suprasectoriales porque éstos no presentan variabilidad en escala territorial (municipios). La identificación de los factores pertenecientes al nivel intersectorial puede hacerse a través de la revisión de literatura sobre competitividad y desarrollo rural. Por su parte, los factores asociados al nivel intrasectorial pueden extraerse de estudios que intentan relacionar el comportamiento de la reforestación o la deforestación con variables de tipo socioeconómico, biofísico e institucional. Los hallazgos de estas se muestran a continuación:

### *1. Factores asociados a la competitividad*

Luego de que Michael Porter introdujera el concepto de competitividad en la década de los ochenta, se han producido diversas interpretaciones y aportes, de manera que en la actualidad existe una cantidad de definiciones y de formas de medición. Por ejemplo, el Foro Económico Mundial (2012) la define como "... el conjunto de instituciones, políticas y factores que determinan el nivel de productividad de un país" (p. 4), que a su vez incide sobre la rentabilidad de las inversiones y el crecimiento económico. Por su parte, Lozano y

Yoshida (2009), en la misma dirección, relacionan la competitividad con la capacidad de una comunidad para generar condiciones de producción que promuevan el desarrollo sostenido, de manera que se mejore el ingreso y el bienestar de las generaciones presentes y futuras. De modo que indagar sobre los factores de competitividad contribuye a identificar los determinantes de la inversión de un sector particular, en este caso, la reforestación.

Ahora, la cantidad de variables asociadas con la competitividad y la complejidad de las interrelaciones entre las mismas, ha conducido a la necesidad de construir indicadores que den cuenta de la situación competitiva de los países. Pueden encontrarse ejemplos de escalafones de competitividad en el ámbito mundial, el regional y el sectorial. Los reportes de competitividad más conocidos a nivel mundial son los elaborados por el Foro Económico Mundial – FEM (Reporte de Competitividad Global), el Instituto Internacional para la Gestión del Desarrollo – IMD (Anuario de Competitividad Global) y el Banco Mundial (*Doing Business* y Reporte Global de Gobernabilidad). Las mediciones en el nivel regional son más abundantes y pueden verse algunos ejemplos en la *Tabla 2*.

**Tabla 2: Ejemplos de medición de la competitividad a escala regional**

<b>País/Grupo de países</b>	<b>Autor</b>	<b>Nombre del indicador</b>
<b>Gran Bretaña</b>	Departamento de Negocios, Empresas y Reformas Regulatorias	
<b>Unión Europea</b>	Asociación de Cámaras de Industria y Comercio de Europa	Regional Competitiveness Atlas
<b>Estados Unidos</b>	American Legislative Exchange Council	ALEC-Lafefer State Economic Competitiveness Index
<b>México</b>	Instituto Mexicano para la Competitividad	
<b>Chile</b>	SUBDERE	
<b>Perú</b>	(Way, 2004)	
<b>Colombia<sup>1</sup></b>	Restrepo, Ortiz y Hernández (2001); Perfetti, Taborda y Ortiz (2003); Reinel, de Lombarde y García (2002); Ramírez, Osorio y Parra-Peña (2007)	Escalafón de competitividad de los departamentos de Colombia

Fuente: Elaboración propia.

En una escala local puede encontrarse el trabajo de Lotero, Moreno y Díaz (2006) en el cual se construyó un indicador global de competitividad para las subregiones y municipios del departamento de Antioquia con los datos disponibles para el año 2004.

Por último, en el ámbito sectorial, Lozano y Yoshida (2008) usan la misma metodología para los estudios colombianos y agregan variables relacionadas con el sector y la institucionalidad cafetera para proponer un indicador de competitividad regional cafetero.

<sup>1</sup> Los trabajos que se han hecho para Colombia han establecido escalafones de competitividad de sus departamentos, siguiendo con algunas variaciones, la metodología propuesta por la CEPAL.

La *Tabla 3* recoge los principales sub-factores identificados en los nombrados estudios de competitividad. Para efectos de comparación y posterior interpretación, estos sub-factores se agruparon en las categorías de análisis (factores) sugeridas por Nagendra (2007), a saber: recursos, usuarios, sistema de gobierno, relaciones entre usuarios y recursos, y relaciones entre sistema de gobierno y recursos.

## 2. Factores asociados al desarrollo rural

A pesar de que pueden encontrarse muchos trabajos sobre el desarrollo rural, éstos no han logrado configurar un cuerpo teórico sólido que contribuya a una adecuada planificación (Schejtman y Berdegué, 2004). No obstante, en la literatura sobre este tema pueden identificarse algunos factores, los cuales se muestran en la *Tabla 4*.

Donaldson (1991) plantea que la política rural es una estrategia para el desarrollo agrícola y que éste está relacionado con el desarrollo comercial e institucional, innovación tecnológica e inversión. Aunque se ha considerado que ninguna política sectorial es suficiente para el desarrollo rural y que lo más importante es generar condiciones macroeconómicas adecuadas (Timmer, 1991), otros autores como Hazell y Lutz (2000), quienes hacen una discusión sobre la sostenibilidad ambiental, sugieren que los problemas agrícolas están asociados con uso de técnicas ineficientes para aumentar la productividad, con los niveles de pobreza y densidad poblacional. Heath y Binswanger (2000) en un estudio de las políticas del estado colombiano que condujeron a la degradación ambiental, plantean que las acciones deben estar orientadas a la absorción de mano de obra rural y el uso eficiente de la tierra. Por su parte, Alviar (2008) considera que la adecuada definición de los derechos de propiedad conduce a un uso racional de los recursos.

En estos estudios, los aspectos de política se consideran más relevantes; es decir, las relaciones entre el gobierno y los recursos, las condiciones de los usuarios y las relaciones entre éstos y los recursos. Los sub-factores identificados aquí, de alguna manera ya están recogidos en los estudios sobre competitividad.

**Tabla 3: Factores identificados en los estudios de competitividad, clasificados de acuerdo con Nagendra (2007)**

Factores/sub-factores	IMD	Banco Mundial	Foro Económico Mundial	Ramírez et al. (2007)	Lotero et al. (2004)	Lozano y Yoshida (2008)	Nascimento y Tomaselli (2005)
<b>Recursos</b>					Distancia a los mercados	Distancia a los mercados	
	Infraestructura tecnológica		Habilidad tecnológica y disponibilidad de TIC	Tecnología, información y comunicación			
	Infraestructura científica		Innovación	Inversión y ambiente científico			
				Estado del medio ambiente	Área de bosque	Área forestal	Recurso forestal Tierras con vocación forestal
	Finanzas	Obtención de crédito	Desarrollo de mercados financieros	Servicios financieros	Captaciones bancarias por población económicamente activa		Acceso al crédito
	Infraestructura básica	Servicios públicos Transporte	Infraestructura	Infraestructura	Infraestructura		Infraestructura
<b>Usuarios</b>					Población pobre		
	Mercado laboral Empleo		Eficiencia en el mercado de trabajo				Mano de obra
	Salud		Salud	Salud		Afiliación a seguridad social	
	Educación	Educación	Educación superior y entrenamiento Educación primaria	Educación	Desempeño ICFES		

<i>Factores/sub- factores</i>	<b>IMD</b>	<b>Banco Mundial</b>	<b>Foro Económico Mundial</b>	<b>Ramírez et al. (2007)</b>	<b>Lotero et al. (2004)</b>	<b>Lozano y Yoshida (2008)</b>	<b>Nascimento y Tomaselli (2005)</b>
<i>Sistema de gobierno</i>	Estructura institucional	Instituciones	Instituciones			Condiciones de seguridad	Instituciones
<i>Relaciones sistema de gobierno - recursos</i>	Concentración de la riqueza				Concentración de propiedad rural		Apoyo a los negocios foresto- industriales
	Registro de propiedades						Restricciones a las plantaciones o los aprovechamientos
	Manejo de permisos de construcción			Políticas públicas ambientales			Políticas agropecuarias
	Obtención de electricidad						
	Finanzas públicas	Efectividad del gobierno		Desempeño fiscal	Desempeño fiscal		
<i>Relaciones usuario - recursos</i>	Productividad		Tamaño de los mercados		Densidad poblacional		Tamaño del mercado
					Grado de urbanización		
				Deterioro ambiental por actividad humana			
					Área cultivada	Área agrícola	

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 4: Factores identificados en los estudios sobre desarrollo rural, clasificados de acuerdo con Nagendra (2007)**

<b>Factores/sub-factores</b>	<b>Donaldson (1991)</b>	<b>Hazell y Lutz (2000)</b>	<b>Heath y Binswanger (2000)</b>	<b>Alviar (2008)</b>
<i>Recursos</i>				
<i>Usuarios</i>		Pobreza	Mano de obra rural	
<i>Sistema de gobierno</i>				
<i>Relaciones sistema de gobierno – recursos</i>	Desarrollo comercial e institucional			Definición derechos de propiedad
<i>Relaciones usuario – recursos</i>		Técnicas para aumentar la productividad	Uso eficiente de la tierra	
		Densidad poblacional		

Fuente: Elaboración propia.

### 3. Estudios sobre deforestación y reforestación

Los estudios sobre deforestación y reforestación han considerado como unidad de análisis la escala local, regional o incluso el predio, donde se hacen análisis del cambio en la cobertura de bosque (Southworth y Tucker, 2001; Nagendra, 2007); los núcleos forestales, donde se estudian aspectos institucionales y de gestión (López, Velázquez y Merino, 2010), y los países, sobre los cuales se estudian aspectos de financiación (Haltia y Keipi, 1997), de política forestal (Clapp, 1995) y competitividad del sector forestal (Louman y Stoian, 2002; Nascimento y Tomaselli, 2005; USAID, 2008). Estos estudios, al analizar el cambio en la cobertura forestal, también se refieren a la deforestación; analizar los determinantes de ésta última puede dar elementos para el análisis de los determinantes de la reforestación ya que en algunos casos, el mismo determinante, por ejemplo, la pobreza rural, puede afectar la decisión de deforestar o reforestar pero en sentidos opuestos.

Así pues en el estudio de la experiencia de Chile, Clapp (1995) evalúa para varios períodos históricos las políticas implementadas en este país para promover el sector forestal, así como los resultados de las mismas. El autor concluye que las políticas orientadas al crecimiento del *cluster* de plantaciones de madera constituyen un factor generador de ventaja competitiva para Chile; no obstante, señala que estas ventajas son artificiales y que por lo tanto, otros países podrían aplicar políticas similares y competir en el mercado mundial de la madera.

Haltia y Keipi (1997) afirmaron que en América Latina hay una importante relación entre los bosques y la pobreza rural, puesto que los propietarios de los bosques son en su mayoría comunidades de indígenas o poblaciones campesinas pobres. Considerando que la rentabilidad de la inversión en el sector forestal presenta plazos más largos que en otros sectores agropecuarios, y que los campesinos disponen de poco acceso a información y mejores tecnologías, la inversión en el sector forestal ha sido baja, lo que justifica la intervención del gobierno a través del ofrecimiento de incentivos.

Southworth y Tucker (2001) utilizaron sistemas de información geográfica para analizar los determinantes socioeconómicos del cambio en la cobertura forestal en una comunidad de montaña en el occidente de Honduras. Para tal efecto analizaron fotografías digitales del área de estudio tomadas en 1996, recolectaron datos sobre los bosques entre 1997 y 1998, y posteriormente relacionaron estos datos con los obtenidos en las encuestas y entrevistas en profundidad llevadas a cabo entre 1993 y 1995. Los hallazgos sugieren que la privatización de los terrenos es un factor que contribuye a aumentar el área reforestada, pues los terrenos privados presentaron tasas más altas de reforestación y más bajas tasas de deforestación en relación con las propiedades comunales.

Louman y Stoian (2002) plantean una discusión sobre la viabilidad económica de tener un manejo sostenible de los bosques en Latinoamérica. Para ello usan una estructura analítica al estilo de von Thunen para relacionar el valor de diferentes usos del suelo (agricultura y bosques) con la distancia al mercado y los costos de asegurar los derechos de cada uso. Estos autores encontraron que aunque hay pocos ejemplos, se pueden generar condiciones para un manejo forestal sostenible gracias a factores como los precios de la madera, combinados con mejoras en los caminos y en la infraestructura. Agregan que la política de Estado debe estar orientada a: i) controlar la tala ilegal, ii) promover mecanismos que permitan a los dueños del bosque capturar los valores de los servicios ambientales, y iii) involucrar a las comunidades en el manejo del bosque.

Por su parte, Nagendra (2007) estudió 55 bosques en Nepal para encontrar los determinantes del cambio en la cobertura de bosques en este país. Realizó un análisis de correlación a partir de un conjunto de variables distribuidas en cinco grupos, de acuerdo con los atributos que éstas miden, a saber: i) atributos del sistema de recursos, ii) del grupo de usuarios, iii) del sistema de gobierno, iv) relacionados con la interacción entre el grupo de usuarios y los recursos, y v) relacionados con la interacción entre el sistema de gobierno y los recursos. Los resultados señalan que los determinantes de la reforestación en esta comunidad son el régimen de tenencia de la tierra y el monitoreo de los bosques. Se encontró además que estas variables están relacionadas con otras que se dan por fuera de los bosques, como el manejo de conflictos, la adopción de nuevas tecnologías para reducir

la presión sobre los bosques y el involucramiento de los usuarios en las actividades de mantenimiento.

López, Velázquez, y Merino (2010) llevaron a cabo un estudio en 16 núcleos agrarios forestales repartidos en dos Estados de México para explorar los determinantes socioculturales e institucionales que mejor se relacionan con el éxito de empresas forestales comunitarias. Para ello propusieron un índice de la dinámica de la cobertura vegetal, como *proxy* del desempeño del capital natural; este índice es un compuesto de promedios simples y ponderados de once variables: seis socioeconómicas consideradas detonadoras y cinco variables de respuesta, relacionadas con la dinámica de las coberturas y usos del suelo en el área de estudio entre los años 1986 y 2000. Se encontró que el buen manejo forestal se asocia con el desarrollo económico y la gobernabilidad de los núcleos forestales; mientras que el decrecimiento del capital natural está asociado con la pérdida de la propiedad comunal, la parcelación, la emigración y la antigüedad del plan de manejo forestal.

Los factores identificados en esta revisión se recogen en la *Tabla 5*.

**Tabla 5: Factores identificados en los estudios sobre deforestación y reforestación, clasificados según Nagendra (2007)**

Factores/sub-factores	Haltia y Keipi (1997)	Southworth y Tucker (2001)	Louman y Stoian (2002)	Nagendra (2007)	López <i>et al.</i> (2010)
<b>Recursos</b>			Infraestructura		
<b>Usuarios</b>					Desarrollo de la comunidad Migración
<b>Sistema de gobierno</b>				Manejo del conflicto	
	Incentivos				
<b>Relaciones sistema de gobierno - recursos</b>		Estructura de tenencia de la tierra		Régimen de tenencia de la tierra	Estructura de propiedad de la tierra (comunal o privada)
			Controles ambientales Valoración económica del bosque		
<b>Relaciones usuario - recursos</b>			Manejo del bosque	Monitoreo de los bosques	Antigüedad del plan de manejo forestal
				Involucramiento en mantenimiento	Gobernabilidad del núcleo forestal
				Adopción de nuevas tecnologías	

Fuente: Elaboración propia.



Puede notarse que estos estudios contemplan algunos sub-factores identificados previamente y agregan otros relacionados específicamente con el manejo del bosque. Los efectos de cada uno sobre la reforestación comercial se analizan en la siguiente sección.

#### *4. Efectos de los determinantes sobre la reforestación comercial*

##### *a) Recursos*

Según lo observado en la *Tabla 3*, la *Tabla 4* y la *Tabla 5*, el factor comprende sub-factores asociados con el aislamiento geográfico, la infraestructura, los recursos financieros y los recursos naturales.

La literatura señala que la proximidad geográfica a los mercados contribuye no solo a la generación de encadenamientos hacia adelante y hacia atrás, sino que condiciona la difusión de conocimiento y la tecnología (Maillat, 1995; Diamond, 1997; Vásquez-Barquero, 2007) y por lo tanto es impulsora de la competitividad nacional y regional. Por el contrario, el aislamiento geográfico impone costos adicionales a las actividades económicas y por tanto resta competitividad a las regiones donde éstas se llevan a cabo (Krugman, 1998; Sachs, Mellinger, y Gallup, 1999; Henderson, Shalizi, y Venables, 2001).

La infraestructura, que comprende la cobertura de servicios públicos, la malla vial y las comunicaciones, impacta el desempeño económico de una región (Aschauer, 1989; Gramlich, 1994; Canning y Pedroni, 2004). La cobertura y calidad de los servicios públicos inciden sobre el ambiente de negocios (Rosas y Mendoza, 2004); mientras que el desarrollo en las comunicaciones reduce el efecto de la distancia física sobre el desempeño de las organizaciones, pues permite mayor acceso a la información y reducción de los costos de transacción (Ganesan, Malter y Rindfleisch, 2005). Esto implica que, además de mejorar las condiciones de vida, la cobertura de los servicios públicos contribuye a incrementar la productividad del territorio al generar condiciones favorables para cualquier tipo de inversión.

Las variables asociadas con el capital financiero, las captaciones bancarias por población económicamente activa y el número de cajeros per cápita, dan cuenta del dinamismo del sector financiero, que se traduce en oportunidades de acceso al ahorro y al crédito. Asimismo, ayudan a reducir los efectos del aislamiento geográfico, por la vía la reducción en los costos de transacción y de información y el acceso a recursos para la inversión (Alessandrini, Presbitero, y Zazzaro, 2009).

Por su parte, con respecto a la contribución del capital natural a la competitividad, en la literatura puede encontrarse evidencia tanto de su impacto positivo sobre el crecimiento, como de la hipótesis contraria, conocida como la “maldición de los recursos naturales”, según la cual la posesión de recursos naturales, está asociada con bajas tasas de crecimiento (Van der Ploeg, 2011); sin embargo, otros estudios indican que la diferencia entre los países que han logrado beneficiarse de la tenencia de recursos naturales y los que no, radica en la calidad de las instituciones (Sachs y Warner, 2001; Rodrik, Subramanian y Trebbi, 2002). Para los propósitos de este estudio, el capital natural, medido como la aptitud forestal puede presentar dos tipos de efectos sobre la reforestación, dependiendo de si se trata de aptitud forestal productora o protectora. La primera, medida como la cantidad de hectáreas con aptitud biofísica para el establecimiento forestal orientado a satisfacer la demanda industrial (IGAC, 2007), puede representar una ventaja del territorio y por lo tanto se relaciona de manera positiva con la reforestación. Y la segunda, concebida como aquellas áreas no apropiadas para usos agropecuarios, agroforestales o forestales de producción (IGAC, 2007) constituye una restricción para el desarrollo de la reforestación comercial.

#### *b) Usuarios*

Las condiciones de los usuarios del recurso forestal aluden al capital humano, el cual ha sido considerado en la literatura como una fuente de productividad (Solow, 1956 y 1957; Kendrick, 1961; Jorgenson y Griliches, 1967). Este factor se compone de sub-factores que dan cuenta de la salud, la educación y la pobreza de la población, así como de las condiciones del mercado laboral y del fenómeno de migración. Esto implica que mejoramientos en las condiciones de educación, salud e infraestructura tecnológica contribuyen a incrementar la competitividad nacional y regional (Lucas, 1988; Lall, 2001; Freeman, 2004). Por su parte, la pobreza de la población presenta una relación endógena con la competitividad, puesto que altos niveles de pobreza se asocian con bajos niveles educativos, infraestructura precaria y debilidad institucional (Dürr, 2002; Ibáñez y Querubín, 2004). Finalmente, la migración es un fenómeno que reduce la disponibilidad de mano de obra local, y por ende podría reducir las posibilidades de desarrollo del sector forestal (Heath y Binswanger, 2000; Ibáñez y Querubín, 2004; López, Velázquez, y Merino, 2010).

### *c) Sistema de gobierno*

Los sub-factores que dan cuenta del sistema de gobierno tienen que ver con la seguridad y el manejo de los conflictos, y la calidad de las instituciones. Se plantea que existe una relación negativa entre las diferentes formas de violencia y el crecimiento económico (Querubín, 2004), de modo que las acciones que el gobierno ejecuta para promover la seguridad contribuyen a la reforestación. Por su parte, la calidad de las instituciones, es decir, el establecimiento y acatamiento de las reglas de juego contribuye a la competitividad y al crecimiento al crear un ambiente estable y propicio para los negocios (North, 1992; Rodrik, Subramanian y Trebbi, 2002; Acemoglu, Johnson, y Robinson, 2004). Un tema bastante importante en este sub-factor es la definición de los derechos de propiedad, puesto que en el sector rural, la claridad en la propiedad de la tierra motiva a los agentes a realizar inversiones que conduzcan a aumentar la productividad y uso racional de la tierra (Epp y Malone, 1981; Timmer, 1991; Antle, 1999; Hazell y Lutz, 2000; Deininger y Feder, 2001; Alviar, 2008; Holden, Deininger y Ghebru, 2009).

### *d) Relaciones entre el sistema de gobierno y los recursos*

El adecuado desempeño del sector gubernamental también puede crear un ambiente propicio para atraer la inversión, o por el contrario, limitarlo. Los sub-factores asociados a este desempeño son el apoyo a los negocios forestales, las acciones en relación con la concentración de la propiedad rural, la promoción de la asociatividad, la política ambiental, la política agropecuaria y el desempeño fiscal.

El apoyo a los negocios forestales comprende las políticas y mecanismos de soporte, tales como los incentivos financieros a la inversión en este sector. El saber económico tradicional sugiere que los subsidios estimulan el crecimiento del sector, por cuanto a través de este mecanismo se otorgan compensaciones por las externalidades que generan las plantaciones forestales y por el amplio plazo de recuperación de la inversión. No obstante, Haltia y Keipi (1997), en su estudio de la financiación de las inversiones forestales en Latinoamérica, concluyen que en los casos exitosos de la región los subsidios no ocuparon un papel tan importante para promover las inversiones forestales, como lo hicieron las políticas macroeconómicas.

En la literatura pueden encontrarse planteamientos que sugieren una relación negativa entre la concentración de la propiedad rural y el desarrollo rural; es decir, que la primera es una limitante para la segunda, en la medida que la concentración está asociada con baja productividad agrícola y uso irracional de la tierra (Bandiera, 2004; Mora y Muñoz, 2007;

Vollrath, 2007; Alviar, 2008), limitado desarrollo rural (Donaldson, 1991; Cardona, Barrero, Gaviria, Álvarez y Muñoz, 2007) e incluso migración y conflicto (Ibáñez y Querubín, 2004). Esta distribución inequitativa de la tierra también tiene efectos sobre la concentración de la riqueza (Birdsall y Londoño, 1997; Wolf, 2005). No obstante, en relación con la competitividad del sector forestal, pueden encontrarse estudios que aportan evidencia a dos ideas contrarias: por una parte, Southworth y Tucker (2001) plantean que la migración a esquemas privados y de concentración de tenencia de la tierra conduce al aumento de la reforestación, mientras que López, Velázquez y Merino (2010) sugieren que este hecho puede conducir a la reducción de la masa forestal.

La presencia de instituciones ambientales tiende a favorecer la competitividad; no obstante, la política ambiental que busque la conservación de los recursos naturales, o por lo menos un uso racional de los mismos, puede implicar restricciones para el desarrollo de la reforestación comercial cuando ésta no es planeada con parámetros de sostenibilidad.

Por su parte, el desempeño fiscal de los entes territoriales da cuenta de la gestión pública para la generación de rentas propias en procura de la autonomía y la descentralización, que permita cubrir los gastos de funcionamiento de la administración y además disponer de recursos para libre destinación, dentro de la que se incluye la inversión social. Los territorios requieren de finanzas públicas saludables para aumentar la seguridad pública, las obras de infraestructura y aumentar los recursos que por habitante se destinan a rubros como salud, educación, vivienda y seguridad social, los cuales, como se ha dicho, potencian la competitividad.

#### *e) Relaciones entre los usuarios y los recursos*

Los bosques, como prestadores de una variedad de servicios, constituyen un factor de competitividad en la medida que la disponibilidad y calidad de los mismos contribuye a la generación de beneficios ambientales, sociales y económicos. En esta categoría se incluyen, de acuerdo con la literatura, sub-factores relacionados con la productividad, el tamaño de los mercados, los diferentes usos del suelo y la gestión de los bosques.

En relación con el tamaño de los mercados, las variables clave son la densidad poblacional y el grado de urbanización. La primera permite tener indicios sobre la presión que los usuarios hacen sobre el *stock* de los recursos. La concentración urbana, por su parte, parece tener una relación ambigua con la competitividad y el bienestar de la población, puesto que por una parte, genera externalidades, y por otra, impone costos de contaminación y congestión que pueden jugar en contra de la competitividad o la atracción

de la inversión (Krugman, 1998; Gallup, Sachs y Mellinger, 1999; Sachs, Mellinger y Gallup, 1999; Henderson, Shalizi ,y Venables, 2001).

Sobre los usos del suelo, se plantea que éste, al igual que otros recursos naturales, está sometido a la presión que representan las actividades de producción y consumo que realizan sus usuarios, las cuales pueden generar escasez, deterioro y depredación del medio ambiente. El uso irracional del suelo, que conduce a degradación, resta competitividad a las regiones, por cuanto reduce la calidad y la disponibilidad del capital natural. En este sentido, la expansión de la frontera agrícola y el incremento de la ganadería extensiva en zonas aptas para la reforestación genera desequilibrios y usos conflictivos de los suelos que desestimulan la disponibilidad de tierras para la actividad forestal productiva (Alviar, 2004).

Finalmente, en cuanto a la gestión de los bosques, se plantea que el involucramiento de los usuarios en la misma contribuye al mejor uso del recurso, pues reduce la deforestación y posibilita la reforestación (Southworth y Tucker, 2001; Louman y Stoian, 2002; Nagendra, 2007; López, Velázquez y Merino, 2010).

## **II. Metodología**

Este estudio pretende analizar y cuantificar los determinantes de la reforestación comercial en los municipios de Antioquia. Aunque resulta deseable explicar la intensidad de este fenómeno (cantidad de hectáreas reforestadas), dicha modelación no es apropiada por dos razones: en primer lugar, mientras la información de las variables independientes se encuentra disponible para la unidad de análisis, que es el municipio, los datos de las hectáreas reforestadas se obtuvieron al nivel de predio. Incluso si se calcula el total de hectáreas reforestadas en cada municipio y se trata de explicar dicha cantidad a partir de las variables independientes, tales estimaciones arrojarían relaciones espurias o no significativas desde el punto de vista estadístico, debido a que la decisión sobre la cantidad de hectáreas a sembrar se toma en el predio y no en el municipio. Segundo, tampoco se dispone de información sobre precios y costos asociados a las especies forestales cultivables en cada municipio, ni de la rentabilidad de otras actividades económicas (costos de oportunidad) que permita hacer una simulación de cómo un propietario representativo asigna hectáreas de su predio a cada actividad para maximizar su beneficio.

Se propone, entonces, modelar la ocurrencia de la reforestación en el municipio, sin considerar la intensidad de la misma. Con este enfoque, aunque se pierde la información de cada predio, hay correspondencia entre la unidad de análisis y las variables independientes, de manera que las estimaciones permitirían concluir si una variable es determinante de la reforestación o no, y además cuantificarían su efecto. Dicha transformación se describe a continuación:

Sea  $X$  el número total de hectáreas reforestadas en el municipio en el año 2009. Ahora, como se explicará únicamente la ocurrencia de la reforestación, se establece que:

La variable dependiente ahora toma sólo dos valores:  $Y=1$  indica que se hizo reforestación en el municipio en el año 2009, y  $Y=0$ , señala que no se hizo.

Por otra parte, para consolidar la base de datos de variables independientes, se propusieron variables e indicadores para cada uno de los factores y sub-factores identificados en el marco teórico. En vista de que la unidad de análisis es el municipio, se descartaron variables que se encontraban disponibles para el departamento o la subregión; además no se dispone de datos para las variables al nivel de predio.

Como se tiene una variable dependiente binaria, una metodología apropiada para el estudio de los determinantes de la reforestación comercial en Antioquia es la regresión logística. Este método ha sido usado para estimar la ocurrencia de incendios forestales a escala local (Martínez, Chuvieco y Martín, 2004; Vilar del Hoyo, Martín y Martínez, 2008; Mondugo, Serra y Badia, 2008) y para explicar los cambios en el uso del suelo y la deforestación usando cartografía digital (Rosero-Bixby y Palloni, 1998; García *et al.*, 2006; Pineda, Bosque, Gómez y Plata, 2009). Dado que este es un método común para este tipo de estudios, puede plantearse la siguiente regresión logística para sugerir los determinantes de la reforestación comercial en el ámbito municipal:

$$(1)$$

siendo  $X$  una combinación lineal de las variables independientes, estimadas por el método de máxima verosimilitud, así:

$$(2)$$

donde  $\beta_0$  es intercepto,  $\beta_1$  el coeficiente de la variable  $X$  y  $Y$  la variable independiente. Al igual que en la regresión lineal múltiple, los coeficientes estimados indican la influencia relativa de las variables consideradas. En este caso, puesto que  $Y$  convierte las

estimaciones de  $\beta$  en valores que oscilan entre 0 y 1, ésta puede interpretarse como una función de probabilidad de ocurrencia de la reforestación<sup>2</sup>.

La interpretación de los resultados de este modelo suele hacerse calculando el cociente de posibilidades (*odds ratio*) aplicando la función exponencial a  $\beta$ , el coeficiente estimado para la variable  $X_j$ , así:

$$(3)$$

Este valor determina cuánto aumenta la probabilidad de que se reforeste en el municipio ante un aumento de una unidad en la variable  $X_j$ , asumiendo que las demás variables permanezcan constantes.

La regresión logística es un método conveniente en relación con otros posibles. Esta técnica es preferible por encima de los modelos de probabilidad lineal porque éstos asumen relaciones lineales entre la variable dependiente y las independientes, lo cual no tiene sentido práctico, y además no es posible garantizar que las probabilidades oscilen entre cero y uno. Así que al compararla con otras técnicas de análisis multivariado, esta técnica no requiere asumir relación lineal entre la variable dependiente y las independientes, no exige que la variable dependiente siga una distribución normal ni que sea homocedástica y, en relación con las variables explicativas, éstas pueden ser cuantitativas o categóricas; la única condición es que éstas no estén altamente correlacionadas entre sí (Kutner, Nachtsheim, Neter y Li, 2004).

### ***Descripción de los datos***

Para construir la variable se tomaron datos dos fuentes: El *Resumen de plantaciones* de la Secretaría Técnica de la Cadena Forestal de Antioquia (Secretaría Técnica de la Cadena Forestal de Antioquia, 2009) y el *Inventario de plantaciones forestales* de la Secretaría de Agricultura de la Gobernación de Antioquia (MADR y CCI, 2009). En el caso de las variables independientes se constituyó una base de datos inicial, integrada por 30 variables con datos para el año 2009. En el *Anexos*

*Anexo 1* se indica la fuente y la metodología para calcular cada una de ellas.

---

<sup>2</sup> Los paquetes estadísticos clasifican, por defecto, las estimaciones por encima de 0.5 como si fueran casos exitosos de la variable dependiente (cuando toma el valor de 1); no obstante el investigador puede modificar este parámetro.

Por lo descrito anteriormente, para evitar problemas de multicolinealidad se condujo un análisis de correlaciones bivariadas de Pearson. Para cada par de variables con correlación superior a 0,7 en valor absoluto se calculó su correlación con la variable dependiente con el fin de descartar de manera sistemática las variables poco relacionadas con la reforestación comercial o que presentan alta correlación con otras regresoras. Así, por ejemplo, se observaron correlaciones altas y significativas entre las variables de infraestructura y el aislamiento geográfico, y entre esta y el índice de logro educativo; se conservó la variable que describe el aislamiento geográfico –y se descartaron las demás–, porque ésta presenta la mayor correlación con la variable dependiente. Lo mismo sucedió con otros grupos de variables, de modo que al final del proceso se conservaron las once que se muestran en la *Tabla 6* cuya forma de medición y fuentes se indican en el *Anexos*

*Anexo 1.*

**Tabla 6: Listado definitivo de variables independientes**

<b>Factor</b>	<b>Subfactor</b>	<b>Variable/indicador</b>
Recursos	Capital natural	Potencial forestal protector
	Infraestructura	Aislamiento geográfico
Usuarios	Educación	Colegios de nivel alto, superior, muy superior según el examen de estado
	Salud	Infraestructura hospitalaria
		Población afiliada a régimen contributivo
		Tasa de mortalidad infantil
Sistema de gobierno	Finanzas públicas	Inversión per cápita
		Indicador de Desempeño Fiscal (IDF)
Relaciones sistema de gobierno-recursos	Distribución de los recursos	Estructura de tenencia de la tierra
Relaciones usuarios – recursos	Uso del capital financiero	Aprovechamiento de incentivos
	Presión sobre los recursos	Intensidad de la ganadería

Fuente: elaboración propia.

A continuación se presentan las estadísticas para la este conjunto de datos. En la *Tabla 7* se presentan las frecuencias observadas para las variables cualitativas. Se observa el 43,2% de los 125 municipios reforestó en el año 2009, mientras que el 15,2% lo hizo aprovechando el Certificado de Incentivo Forestal.

**Tabla 7: Estadística descriptiva para las variables cualitativas**

Variable	Frecuencia absoluta (frecuencia relativa)	
	<i>Sí</i>	<i>No</i>
<i>Reforestación</i>	54 (43,2%)	71 (56,8%)
<i>Aprovechamiento incentivos</i>	19 (15,2%)	106 (84,8%)



Fuente: elaboración propia.

En la *Tabla 8* se presentan las estadísticas descriptivas para las variables cuantitativas. Puede observarse en la mayoría de los casos una amplia dispersión de los datos, lo que da cuenta de la heterogeneidad de los municipios de Antioquia.

**Tabla 8: Estadística descriptiva de las variables cuantitativas**

<b>Variable</b>	Media	Mediana	Desviación estándar	Curtosis	Coefficiente de asimetría	Rango
<i>Potencial forestal protector</i>	28,72	26,42	21,91	-0,83	0,45	81,84
<i>Aislamiento geográfico</i>	133,56	109,00	101,59	2,70	1,56	522,00
<i>Colegios de nivel alto, superior, muy superior según el examen de estado</i>	10,70	0,00	20,84	5,64	2,36	100,00
<i>Infraestructura hospitalaria</i>	0,69	0,59	0,51	1,81	1,06	2,62
<i>Población afiliada a régimen contributivo</i>	23,29	16,38	18,61	1,28	1,30	84,46
<i>Tasa de mortalidad infantil</i>	24,63	22,93	8,87	2,30	1,17	53,01
<i>Inversión per cápita</i>	640,99	543,99	357,40	13,27	3,04	2404,38
<i>IDF</i>	59,09	58,46	8,52	1,03	0,19	54,27
<i>Intensidad de la ganadería</i>	52,17	38,84	39,83	3,76	1,54	244,75
<i>Estructura de tenencia de la tierra</i>	0,63	0,66	0,14	3,13	-1,61	0,83

Fuente: elaboración propia.

Finalmente, se efectuó la regresión logística empleando el *método por pasos hacia atrás de Wald* usando la versión 9 del programa estadístico SAS; se estableció 0,5 como punto de corte para la clasificación, y se modeló para la probabilidad de que . Para verificar la bondad del ajuste del modelo se aplicó el test de Hosmer y Lemeshow, que evalúa qué tanto las probabilidades predichas se aproximan a las esperadas, caso en el cual se concluye que el modelo tiene una especificación adecuada.

### III. Resultados

En el proceso de regresión logística con el método de selección hacia atrás se descartaron algunas de las variables consideradas inicialmente. Las variables que resultan significativas para explicar la reforestación comercial en los municipios de Antioquia son el potencial forestal protector, la inversión per cápita, el Indicador de Desempeño Fiscal, la estructura de tenencia de la tierra y la intensidad ganadera.

En la *Tabla 9* se muestran los coeficientes estimados, su error estándar, su nivel de significancia, así como las *odd ratios*.

**Tabla 9: Coeficientes de regresión y ajuste del modelo**

Parámetro	Estimación	Error estándar	Wald	Significancia	
<i>Intercepto</i>	-4,9532	2,4072	4,2341	0,0396	0,007
<i>Potencial forestal protector</i>	-0,0294	0,0104	7,9579	0,0048	0,971
<i>Población afiliada al régimen contributivo</i>	-0,0197	0,0164	1,4451	0,2293	0,980
<i>Inversión per cápita</i>	-0,00184	0,000702	6,9024	0,0086	0,998
<i>Indicador de desempeño fiscal</i>	0,0769	0,0333	5,3201	0,0211	1,080
<i>Estructura de tenencia de la tierra</i>	5,1346	1,8998	7,3043	0,0069	169,877
<i>Intensidad de la ganadería</i>	-0,0135	0,0063	4,5757	0,0324	0,987
<b>-2 Log de la verosimilitud</b>		<b>R cuadrado de Cox y Snell</b>		<b>R cuadrado de Nagelkerke</b>	
154,182 <sup>a</sup>		0,186		0,250	

a. La estimación ha finalizado en el número de iteración 4 porque las estimaciones de los parámetros han cambiado en menos de ,001.

Fuente: Cálculos en SAS 9.

El test de Hosmer y Lemeshow arrojó un estadístico chi-cuadrado de 11,133 con una valor-p asociado de 0.1915; lo que indica que la especificación es adecuada. Así mismo, como se observa en la *Tabla 10*, la especificación tiene una capacidad de clasificar con éxito el 68% de los casos; lo cual se considera un nivel aceptable.

**Tabla 10: Tabla de contingencia acierto/error de la clasificación por regresión logística**

Observado	Pronosticado			Porcentaje correcto
	Aprovechamiento forestal			
	0	1		
Aprovechamiento forestal	0	54	17	76,1
	1	23	31	57,4
Porcentaje global				68

a. El valor de corte es ,500

Fuente: Cálculos en SAS 9.

El análisis de los cocientes de probabilidades sugiere que aunque las variables seleccionadas por el modelo resultaron significativas, éstas tienen una incidencia baja en la decisión de reforestar en el municipio, con excepción del Indicador del Desempeño Fiscal y la estructura de tenencia de la tierra. Así, mientras que un aumento de una unidad en el Indicador de Desempeño Fiscal, que sugiere mejor gestión de los recursos, aumenta en 8% la probabilidad de que un municipio dado reforeste, manteniendo igual los demás factores; un incremento en la concentración de la propiedad rural incrementa 170 veces las

posibilidades de que se reforeste en el municipio. Este último hallazgo es compatible con el de Nagendra (2007).

El potencial forestal protector tiene una influencia negativa sobre la decisión de reforestar en el municipio. Este resultado es natural si se considera que las áreas de aptitud para la protección impiden usos agrícolas, pecuario o incluso agroforestales o forestales productivos.

La inversión municipal per cápita también presenta un efecto negativo sobre la reforestación comercial. Si bien se espera que la inversión mejore el ambiente de los negocios en el ámbito local, este resultado puede indicar que la inversión en los municipios de Antioquia en efecto ha mejorado las condiciones de infraestructura en general, pero que ha impulsado la competitividad en otros sectores económicos diferentes al forestal, lo cual, a su vez, puede deberse a que la mejora en las condiciones económicas y sociales del municipio estimulan las actividades económicas de corto plazo y no las de largo plazo como las forestales.

La estructura de tenencia de la tierra, medida a través del coeficiente GINI de la propiedad rural, sugiere que mayores niveles de concentración de la propiedad rural aumentan enormemente la probabilidad de que se reforeste en un municipio dado, manteniendo los demás factores inalterados. Aunque parece contra-intuitivo y contrario a lo que se plantea del desarrollo rural, este resultado indica que la reforestación es un negocio que se sirve de las económicas de escala en el sentido de que los beneficios de esta actividad se observan mejor en grandes extensiones de tierra y no en pequeñas. También podría pensarse que el propietario de un predio grande tiene la posibilidad de fraccionar su territorio para destinar cada parte a una actividad económica diferente, incluida la forestal, pero no dependería de los ingresos de esta actividad, mientras que el pequeño propietario probablemente se dedique a otra actividad económica que proporcione rentabilidad en el corto plazo, dado que sí dependería de ella.

Finalmente, la intensidad de la ganadería, que hace referencia a la cantidad de cabezas de ganado por hectárea, presenta una relación negativa con la reforestación comercial, tal como se esperaba. La intensidad de la ganadería es un uso conflictivo con la agricultura y la reforestación, puesto que las áreas dedicadas a la primera, limitan las áreas que pueden dedicarse a la segunda a menos que se desarrolle el silvopastoreo como actividad predominante

## Conclusiones

Se ha planteado que los países tropicales como Colombia tienen la oportunidad de aprovechar el capital natural que representan sus bosques para mejorar las condiciones de vida de su población. Antioquia es uno de los departamentos de este país con mayor aptitud para la reforestación; no obstante, este potencial no ha sido aprovechado en su totalidad, pese a que son conocidos los beneficios ambientales, sociales y económicos de esta actividad. La comprensión de los factores que impulsan la decisión de reforestar o no, contribuirá a la formulación de políticas que conduzcan a la utilización del capital natural con criterios de racionalidad y eficiencia.

Como una vía para comprender por qué no se ha aprovechado todo el potencial, se exploraron los determinantes de la reforestación comercial en el nivel municipal en Antioquia. En este trabajo se aportó evidencia según la cual la reforestación comercial se asocia, en términos de Nagendra (2007) con factores como los recursos, los usuarios, el gobierno, y las interacciones entre el gobierno y los recursos, y los usuarios y los recursos. Específicamente, se encontró que dos de las seis variables incorporadas en el modelo de regresión logística tienen efectos significativos sobre la reforestación comercial: la concentración de la propiedad rural y la intensidad de la ganadería.

Aunque en principio parece contra-intuitivo pensar que la mayor concentración de la propiedad rural incide significativamente en la decisión de reforestar en un municipio, este resultado indica que el negocio de la reforestación comercial presenta mayores beneficios si se lleva a cabo en grandes superficies. Esto implica que si el objetivo es estimular la inversión en el sector forestal, más que frenar la concentración de la propiedad rural, la administración pública debe fomentar la asociación entre los pequeños y medianos propietarios.

Por otra parte, el gobierno también puede contribuir a mejorar el clima para la inversión en el sector forestal si toma medidas para reducir el impacto de la actividad ganadera en los municipios, a través de la regulación. La formulación de políticas y reglamentaciones que propendan por el uso adecuado de los recursos contribuirá con el objetivo de mejorar las condiciones de vida de la población.

Las demás variables consideradas tienen una contribución estadísticamente significativa pero de proporciones pequeñas a la decisión de reforestar. Así, para generar un ambiente propicio de inversión en el sector, el gobierno debe seguir avanzando en el mejoramiento de su gestión, en este caso medida por medio del Indicador de Desempeño

Fiscal. Por otra parte, pese a que la inversión pública contribuye a elevar la competitividad regional, no logra incentivar la inversión en el sector forestal en el corto plazo porque aún no se tiene en el país una cultura en torno a este sector (Giraldo, s.f.) como sí existe en sectores como el cafetero y el ganadero (Lozano y Yoshida, 2008) por estar más ligados a la rentabilidad de corto plazo.

Con todo lo anterior, pueden extraerse dos grandes implicaciones de los hallazgos de este trabajo. En primer lugar, para que la reforestación comercial, un sector que promete beneficios ambientales, sociales y económicos, pueda consolidarse como una alternativa de inversión que genere desarrollo en el ámbito rural, se requiere una fuerte intervención gubernamental para seguir generando un ambiente propicio a través de las inversiones, el mejoramiento de la infraestructura, la regulación ambiental y la generación de cultura forestal. En segundo lugar, se evidencia una profunda falta de conocimiento sobre el sector y sobre los determinantes de los cambios en la cobertura del suelo. En la medida en que puedan llevarse a cabo más investigaciones sobre estos asuntos, podrá generarse más conciencia, más cultura y por ende, mayor desarrollo del sector.

## Anexos

### Anexo 1: Listado de variables regresoras

Factor	Sub-factor	Variable/indicador	Unidad de medida	Fuente
<b>Recursos</b>	Capital natural	Potencial forestal productor	Hectáreas con aptitud forestal productora como porcentaje del área del municipio	Cálculos propios en ArcGIS 9.3 con datos de Gobernación de Antioquia (2009a) e Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC (2009)
		Potencial forestal protector	Hectáreas con aptitud forestal protectora como porcentaje del área del municipio	Cálculos propios en ArcGIS 9.3 con datos de Gobernación de Antioquia (2009a) e IGAC (2009)
	Infraestructura	Aislamiento geográfico	Distancia a Medellín en kilómetros	Gobernación de Antioquia (2009a)
		Cobertura acueducto	Porcentaje de viviendas con disponibilidad de acueducto	Gobernación de Antioquia (2009a)
		Cobertura alcantarillado	Porcentaje de viviendas con disponibilidad de alcantarillado	Gobernación de Antioquia (2009a)
		Cobertura energía	Porcentaje de viviendas con disponibilidad de energía eléctrica	Gobernación de Antioquia (2009a)
		Densidad telefónica	Líneas telefónicas por cada 100 habitantes	Gobernación de Antioquia (2009a)
		Penetración de internet	Suscriptores internet conmutado y dedicado por 100 habitantes	Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (2010)
	Capital financiero	Captaciones bancarias por Población Económicamente Activa	Miles de pesos por persona	Cálculos propios con datos de Gobernación de Antioquia (2009a y 2009b)
		Cajeros per cápita	Cajeros per cápita	Cálculos propios con datos de Gobernación de Antioquia (2009a) , A toda Hora S.A. (2010) y Sevibanca S.A. (2010)
<b>Usuarios (capital humano)</b>	Educación	Colegios de nivel alto, superior, muy superior según el examen de estado	Porcentaje de colegios de nivel alto, superior, muy superior según el examen de estado como porcentaje de los colegios del municipio	Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior – ICFES (2010)

<b>Factor</b>	<b>Sub-factor</b>	<b>Variable/indicador</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Fuente</b>
	Salud	Infraestructura hospitalaria	Número de camas por 1000 habitantes	Gobernación de Antioquia (2009a)
		Población afiliada a régimen subsidiado	Afiliados como porcentaje del número de habitantes	Gobernación de Antioquia (2009a)
		Población afiliada a régimen contributivo	Afiliados como porcentaje del número de habitantes	Gobernación de Antioquia (2009a)
		Tasa de mortalidad infantil	Defunciones de niños de cada mil nacimientos vivos registrados, durante el primer año de su vida	Gobernación de Antioquia (2009b)
	Seguridad	Homicidios	Número de homicidios por cada 100.000 habitantes	Gobernación de Antioquia (2009b)
		Accidentes de tránsito	Número de accidentes por cada 100.000 habitantes	Gobernación de Antioquia (2009b)
		Desplazamiento humano	Número de personas expulsadas del municipio	Gobernación de Antioquia (2009b)
<b>Sistema de gobierno</b>	Finanzas públicas	Dependencia de transferencias	Transferencias como porcentaje de los ingresos del municipio	Gobernación de Antioquia (2009a)
		Dependencia de recursos propios	Recursos propios como porcentaje de los ingresos del municipio	Gobernación de Antioquia (2009a)
		Inversión per cápita	Inversión del municipio por habitante	Cálculos propios con datos de Gobernación de Antioquia (2009)
		Indicador de Desempeño Fiscal (IDF)	Indicador [0,100]	Gobernación de Antioquia (2009a)
<b>Relaciones sistema de gobierno-recursos</b>	Distribución de los recursos	Estructura de tenencia de la tierra	Coeficiente GINI de concentración de la propiedad rural [0,1]	Gobernación de Antioquia (2009a)
<b>Relaciones usuarios – recursos</b>	Uso del capital financiero	Aprovechamiento de incentivos	Variable dicotómica = [0: no se aprovechó el certificado de incentivo forestal en el municipio;1: no se aprovechó]	Cálculos propios con datos de la Secretaría Técnica de la Cadena Forestal de Antioquia (2009)
	Presión sobre los recursos	Intensidad de la ganadería	Bovinos por hectárea	Cálculos propios con datos de Gobernación de Antioquia (2009c)
		Densidad poblacional	Número de habitantes por kilómetro cuadrado	Cálculos propios con datos de Gobernación de Antioquia (2009a)

<b>Factor</b>	<b>Sub-factor</b>	<b>Variable/indicador</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Fuente</b>
		Área agrícola total (2008)	Hectáreas en uso agrícola como porcentaje de la extensión del municipio	Cálculos propios con datos de Gobernación de Antioquia (2009a) e IGAC (2010)
		Área en erosión y erosión muy severa	Hectáreas erosionadas como porcentaje de la extensión del municipio	Cálculos propios con datos de Gobernación de Antioquia (2009a) e IGAC (2010)
		Grado de urbanización	Porcentaje de la población urbana dentro de la población total de su respectivo municipio	Gobernación de Antioquia (2009a)

Nota: Las variables sombreadas, son las seleccionadas para el análisis de regresión.

Fuente: Elaboración propia.



## Bibliografía

- A Toda Hora S.A. (2010). *Servicios ATH*. Recuperado el 27 de Febrero de 2013, de Cajeros ATH:  
[http://www.ath.com.co/portal/page?\\_pageid=573,148433121&\\_dad=portal&\\_schema=PORTAL](http://www.ath.com.co/portal/page?_pageid=573,148433121&_dad=portal&_schema=PORTAL)
- Acemoglu, D., Johnson, S., & Robinson, J. (2004). Institutions as the Fundamental Cause of Long-Run Growth. En P. Aghion, & S. Durlauf (Edits.), *Handbook of Economic Growth* (págs. 1-111). Berkeley: Departments of Political Science and Economics.
- Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional USAID. (2008). *Una perspectiva de competitividad forestal de Colombia*. Bogotá, D.C.: Talleres Litográficos de ESCALA S.A.
- Alessandrini, P., Presbitero, A. F., & Zazzaro, A. (2009). Banks, distances and firms' financing constraints. *Review of Finance*, 13(2), 261-307.
- Alviar, M. (2002). *Ecology for economists: lessons for tropical countries*. Oklahoma: Oklahoma State University.
- Alviar, M. (2004). *Economic and Environmental Effects of Land Use on Water Yield and Sediment: A Case Study in Colombia*. Tesis doctoral, Oklahoma State University.
- Alviar, M. (2008). Pobreza y medio ambiente. *Cátedra abierta Jorge Cárdenas Nannetti. Undécimo ciclo : pobreza, equidad y protección social (videgrabación)*. Medellín: Universidad de Antioquia.
- Antle, J. M. (1999). The New Economics of Agriculture. *American Journal of Agricultural Economics*, 81(5), 933-1010.
- Aschauer, D. A. (1989). Does public capital crowd out private capital? *Journal of monetary economics*, 24(2), 171-188.
- Audretsch, D. B., & Feldman, M. P. (1996). R&D Spillovers and the Geography of Innovation and Production. *The American Economic Review*, 630-640.
- Bandiera, O. (2004). *Land Tenure, Incentives and the Choice of Techniques: Evidence from Nicaragua*. London School of Economics and STICERD.
- Birdsall, N., & Londoño, J. L. (1997). *Asset inequality does matter: lessons from Latin America*.

- Canning, D., & Pedroni, P. (2004). The Effect of Infrastructure on Long Run Economic Growth. *Harvard University*, 1-30.
- Cardona, M., Barrero, Y. M., Gaviria, C. F., Álvarez, E., & Muñoz, J. C. (2007). Aportes teóricos al debate de la agricultura desde la economía. *Borradores Departamento de Economía*, 27, 1-17.
- Clapp, R. A. (Julio de 1995). Creating Competitive Advantage: Forest Policy as Industrial Policy in Chile. *Economic Geography*, 71(3), 273-296.
- De Groot, R., Wilson, M. A., & Boumans, R. (2002). A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. *Ecological Economics*(41), 393-408.
- Deininger, K., & Feder, G. (2001). Land institutions and land markets. En *Handbook of agricultural economics* (Vol. 1, págs. 288-331).
- Donaldson, G. (1991). Government-Sponsored Rural Development: Experience of the World Bank. En *Agriculture and The State* (págs. 156-190). Ithaca, New York: Cornell University.
- Dürr, C. (2002). *El papel del bosque y de los árboles en la lucha contra la pobreza*. Intercooperation.
- Epp, D. J., & Malone, J. W. (1981). *Introduction to Agricultural Economics*. New York: Macmillan Publishing Co., Inc.
- Eurochambers. (2008). *Regional competitiveness atlas*. Bruselas: Eurochambers.
- FAO. (2010). *Evaluación de los recursos forestales mundiales 2010*. Recuperado el 9 de Febrero de 2013, de <http://www.fao.org/docrep/013/i1757s/i1757s.pdf>
- Fisher, B., & Turner, K. (2008). Ecosystem services: classification for valuation. *Biological Conservation*, 1167–1169.
- Frankel, J. A., & Romer, D. (Junio de 1999). Does trade cause growth. *American Economic Review*, 89(3), 379-399.
- Freeman, C. (2004). Technological infrastructure and international competitiveness. *Industrial and Corporate Change*, 13(3), 541-569.
- Gallup, J. L., Sachs, J. D., & Mellinger, A. (1999). Geography and Economic Development. *Working Papers*, 1-57.
- Ganesan, S., Malter, A. J., & Rindfleisch, A. (2005). Does distance still matter? Geographic proximity and new product development. *Journal of Marketing*, 69(4), 44-60.

- García Martín, A., Pérez Cabello, F., & De la Riva Fernández, J. (2006). Evaluación de los recursos de biomasa residual forestal mediante imágenes del satélite Landsat y SIG. *GeoFocus*(6), 205-230.
- Giraldo, V. (s.f.). *¿Por qué no se reforesta en Colombia?* Recuperado el 27 de Febrero de 2013, de FEDEMADERAS:  
<http://fedemaderas.org.co/admin/documentos/PORQUE-NO-SE-REFORESTA-EN-COLOMBIA.pdf>
- Gobernación de Antioquia. (2005). *Antioquia forestal. Plan de desarrollo forestal para el Departamento, 2005-2040*. Medellín.
- Gobernación de Antioquia. (2009c). Anuario estadístico del sector agropecuario de Antioquia. Medellín: Secretaría de Agricultura.
- Gobernación de Antioquia. (2010a). *Departamento Administrativo de Planeación*. Recuperado el 16 de Enero de 2013, de Anuario Estadístico de Antioquia 2009:  
<http://www.antioquia.gov.co/index.php/planeacion/6865-antioquia-estadisticas-e-indicadores->
- Gobernación de Antioquia. (2010b). *Departamento Administrativo de Planeación*. Recuperado el 16 de Enero de 2013, de Carta de generalidades de Antioquia 2009:  
<http://www.antioquia.gov.co/index.php/planeacion/6865-antioquia-estadisticas-e-indicadores->
- Gramlich, E. M. (1994). Infrastructure investment: A review essay. *Journal of economic literature*, 32(3), 1176-1196.
- Haltia, O., & Keipi, K. (1997). *El financiamiento de las inversiones forestales en América Latina: El uso de los incentivos*. Washington, D.C.: Banco Interamericano de Desarrollo, Departamento de Desarrollo Sostenible, División de Medio Ambiente.
- Hazell, P., & Lutz, E. (2000). Integración de los temas de sostenibilidad y ambiente a las políticas de desarrollo rural. En P. Hazell, & E. Lutz, *Agricultura y medio ambiente. Perspectivas sobre el desarrollo rural sostenible* (págs. 9-21). Washington, D.C.: Banco Mundial.
- Heath, J., & Binswanger, H. P. (2000). Efectos de la degradación de los recursos naturales inducidos por políticas: El caso Colombia. En J. Heath, & H. P. Binswanger, *Agricultura y medio ambiente. Perspectivas sobre el desarrollo rural sostenible* (págs. 22-35). Washington, D.C.: Banco Mundial.
- Henderson, J. V., Shalizi, Z., & Venables, A. J. (2001). Geography and development. *Journal of Economic Geography*, 81-105.

- Holden, S. T., Deininger, K., & Ghebru, H. (Mayo de 2009). Impacts of low-cost land certification on investment and productivity. *American Journal of Agricultural Economics*, 91(2), 359–373.
- Ibáñez, A. M., & Querubín, P. (2004). Acceso a tierras y desplazamiento forzado en Colombia. *Documento CEDE*(23), 1-114.
- Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior - ICFES. (2010). *ICFES interactivo*. Recuperado el 27 de Febrero de 2013, de Clasificación de planteles: <http://www2.icfesinteractivo.gov.co/Clasificacion/index.html>
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC. (2007). *Estudio general de suelos y zonificación de tierras departamento de Antioquia. Tomo 3*. Bogotá, D.C.: Imprenta Nacional de Colombia.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC. (2010). *Sistema de información geográfica para la planeación y el ordenamiento territorial - SIGOT*. Recuperado el 27 de Febrero de 2013, de <http://sigotn.igac.gov.co/sigotn/default.aspx>
- Jorgenson, D. W., & Griliches, Z. (1967). The explanation of productivity change. *The Review of Economic Studies*, 34(3), 249-283.
- Kendrick, J. W. (1961). Front matter, Productivity Trends in the United States. En *Productivity Trends in the United States* (págs. 52-0). NBER.
- Krugman, P. (1998). The role of Geography in Development. *Annual World Bank Conference on Development Economics* (págs. 1-35). Washington, D.C.: Banco Mundial.
- Kutner, M., Nachtsheim, C., Neter, J., & Li, W. (2004). *Applied Linear Statistical Models* (Quinta ed.). McGraw-Hill/Irwin.
- Lall, S. (2001). *Competitiveness, Technology and Skills*. Edward Elgar Publishing Inc.
- López, F., Velázquez, A., & Merino, L. (Agosto de 2010). Explorando los determinantes del buen manejo forestal comunitario. *Interciencia*, 35(8), 560-567.
- Louman, B., & Stoian, D. (2002). Manejo forestal sostenible en América Latina: ¿económicamente viable o una utopía? *II Congreso Forestal Latinoamericano*. Obtenido de Revista Forestal Centroamericana.
- Lozano, A., & Yoshida, P. (Enero-Diciembre de 2008). Índice de competitividad regional cafetero. *Ensayos sobre economía cafetera*, 21(24), 103-131.

- Lucas, R. E. (1988). On the mechanics of economic development. *Journal of monetary economics*(22), 3-42.
- Machado, A. (2004). Tenencia de tierras, problema agrario y conflicto. En M. Bello (Ed.), *Desplazamiento forzado, dinámicas de guerra, exclusión y desarraigo* (págs. 81-96).
- MADR y Corporación Colombia Internacional - CCI. (2009). Oferta agropecuaria 2009. Medellín.
- Maillat, D. (1995). Territorial dynamic, innovative milieus and regional policy. *Entrepreneurship & Regional Development: An International Journal*, 7(2), 157-165.
- Maini, J. S. (1992). Desarrollo sostenible de los bosques. *Unasyva*(43), 3-8.
- Martínez, J., Chuvieco, E., & Martín, P. (2004). Estimación de factores de riesgo humano de ignición en España mediante regresión logística. *II Simposio Internacional sobre Políticas, Planificación y Economía de los Programas Contra Incendios Forestales*. Córdoba, España.
- Millennium Ecosystem Assessment. (2005). *Millennium Ecosystem Assessment, General Synthesis Report*. Washington, D.C.: Island Press.
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural - MADR. (2006). *Apuesta Exportadora Agropecuaria 2006-2020*. Santafé de Bogotá: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.
- Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. (2010). *Cifras históricas del sector - servicio de acceso a internet*. Recuperado el 27 de Febrero de 2013, de <http://www.siust.gov.co/siust/>
- Mondugo, S., Serra, P., & Badia, A. (2008). Dinámica del riesgo de ignición en un área de interfase urbano-forestal. En L. Hernández, & J. M. Parreño (Edits.), *Tecnologías de la Información Geográfica para el Desarrollo Territorial* (págs. 650-659).
- Mora, T. M., & Muñoz, J. C. (2007). Concentración de la propiedad de la tierra y producto agrícola en Antioquia 1995-2004. *Ecos de Economía*(26), 71-108.
- Nagendra, H. (25 de Septiembre de 2007). Drivers of Reforestation in Human-Dominated Forests. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 104(39), 15218-15223.

- Nascimento, J. R., & Tomaselli, I. (2005). *Cómo medir y mejorar el clima para las inversiones en negocios forestales sostenibles*. Washington, D.C.: Banco Interamericano de Desarrollo.
- North, D. C. (1992). The new institutional economics and development. *American Economic Association*, (págs. 1-8).
- Perfetti, M., Taborda, B. A., & Ortiz, O. A. (2003). *Ranking de competitividad de los departamentos colombianos*. Manizales: CRECE.
- Pineda Jaimes, N. B., Bosque Sendra, J., Gómez Delgado, M., & Plata Rocha, W. (2009). Análisis de cambio del uso del suelo en el Estado de México mediante sistemas de información geográfica y técnicas de regresión multivariantes: Una aproximación a los procesos de deforestación. *Investigaciones geográficas*, 69, 33-52.
- Querubín, P. (2004). Crecimiento departamental y violencia criminal en Colombia. *Documentos CEDE*(2013-12), 1-49.
- Ramírez, J. C., Osorio, H., & Parra-Peña, R. I. (2007). Escalafón de la competitividad de los departamentos en Colombia. *SERIE Estudios y perspectivas, CEPAL*(16).
- Reinel, J., de Lombaerde, P., & García, J. G. (2002). *Proyecto equipo negociador del ALCA en su componente. Sistemas de Indicadores de Competitividad*. Bogotá, D.C.: Universidad Nacional de Colombia.
- Restrepo, B. E., Ortiz, O. A., & Hernández, J. F. (2001). *Programa de competitividad para Caldas. Actualización de indicadores*. Manizales: CRECE.
- Rodrik, D., Subramanian, A., & Trebbi, F. (2002). Institutions rule: The primacy of institutions over geography and integration in economic development. *Working Papers. Center for International Development at Harvard University*, 1-44.
- Rosas, A., & Mendoza, J. (Junio de 2004). The economic effects of geography: Colombia as a Case Study. *Documentos de Economía*(11), 1-39.
- Rosero-Bixby, L., & Palloni, A. (1998). Población y deforestación en Costa Rica. *Conservación del bosque en Costa Rica. Academia Nacional de Ciencias*, 131-150.
- Sachs, J. D., & Warner, A. M. (2001). Natural Resources and Economic Development. The curse of natural resources. *European Economic Review*, 45, 827-838.
- Sachs, J. D., Mellinger, A. D., & Gallup, J. L. (1999). Geography and Economic Development. *International Regional Science Review*, 22(2), 179-232.

- Schejtman, A., & Berdegué, J. A. (2004). Desarrollo territorial rural. *Debates y temas rurales*, 1--53.
- Secretaría Técnica de la Cadena Forestal de Antioquia. (2009). Resumen de plantaciones 2009 - Antioquia. Medellín.
- Servibanca S.A. (2010). *Red de cajeros*. Recuperado el 27 de Febrero de 2013, de <http://www.servibanca.com.co/redcajeros/redcajeros.htm>
- Solow, R. M. (1956). A contribution to the theory of economic growth. *The quarterly journal of economics*, 70(1), 65-94.
- Solow, R. M. (1957). Technical change and the aggregate production function. *The review of Economics and Statistics*, 39(3), 312-320.
- Southworth, J., & Tucker, C. (Agosto de 2001). The Influence of Accessibility, Local Institutions, and Socioeconomic Factors on Forest Cover Change in the Mountains of Western Honduras. *Mountain Research and Development*, 21(3), 276-283.
- Timmer, C. P. (1991). The role of the State in Agricultural Development. En C. P. Timmer (Ed.), *Agriculture and the state: growth, employment, and poverty in developing countries* (págs. 1-28). Ithaca, New York.
- Van der Ploeg, F. (2011). Natural resources: Curse or blessing? *Journal of Economic Literature*, 49(2), 366-420.
- Vásquez-Barquero, A. (2007). Endogenous development. En A. J. Scott, & G. Garofoli (Edits.), *Development on the ground: Clusters, networks and regions in emerging economies* (págs. 23-43). Londres: Routledge.
- Vilar del Hoyo, L., Martín, M. d., & Martínez, J. (2008). Empleo de técnicas de regresión logística para la obtención de modelos de riesgo humano de incendio forestal a escala regional. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 47, 5-29.
- Vollrath, D. (Febrero de 2007). Land distribution and international agricultural productivity. *American Journal of Agricultural Economics*, 89(1), 202–216.
- Way, J. (2004). *Cómo establecer prioridades en las regiones del Perú: una propuesta de índice de competitividad regional sostenible*. Piura, Perú: Consorcio de Investigación Económica y Social (Cies).
- Wolf Isaza, L. F. (2005). La inequidad en la distribución de la tierra en Antioquia. *Ensayos de economía*, 15(27), 95-126.

World Economic Forum. (2012). *The Global Competitiveness Report 2012-2013*. (K. Schwab, Ed.) Geneva: World Economic Forum.