

¿Qué determina la productividad agrícola departamental en Colombia?

LUIS ARMANDO GALVIS APONTE*

Introducción

EN EL ESTUDIO de los diferenciales en productividad agrícola en Colombia cobran importancia aquellas variables que han sido empleadas en la literatura sobre crecimiento económico, especialmente las que hacen referencia a la geografía física.

La productividad agrícola es uno de los principales canales a través de los cuales actúa la geografía sobre el crecimiento y el desarrollo económico de un país.¹ En adición a ésta se han planteado otras dos vías sobre las cuales la geografía física tiene una influencia directa en el desarrollo, como son la salud y los desastres naturales.²

En este trabajo se realiza un análisis de la producción y la productividad agrícola departamental de Colombia y su relación con la geografía física. Se muestra cómo aquellos departamentos y regiones del país que presentan desventajas relativas en la dotación de factores y en las condiciones físicas de su geografía, presentan niveles de productividad agrícola bajos con relación a los demás.

Marco teórico

En la literatura sobre crecimiento económico se ha venido enfatizando en el rol que desempeña la geografía de un país o región como determinante de su

* Economista del departamento de Estudios Económicos del Banco de la República, Cartagena. El autor agradece los comentarios de Adolfo Meisel y de Andrés Rangel a una versión preliminar de este documento.

1 John Gallup, Jeffrey Sachs, and Andrew Mellinger, "Geography and Economic Development", *Annual World Bank Conference on Development Economics*, Washington, 1998.

2 Banco Interamericano de Desarrollo, *Desarrollo: Más allá de la economía. Informe de progreso económico y social de América Latina*, Washington, 2000.

crecimiento y desarrollo económico. Los trabajos pioneros de Jeffrey Sachs en este sentido plantean una relación a través de dos vías principales: una directa sobre la productividad económica a través de los efectos sobre los costos de transporte, la productividad agrícola, la densidad de población, la dotación de recursos y las condiciones de salud. La segunda vía actúa de forma indirecta a través de la incidencia de la geografía sobre las decisiones de política. En este punto se hace referencia a que las políticas reflejan (o están influenciadas por) la distribución espacial de la población, la morfología del territorio y la ubicación geográfica del país o región en cuestión.³

En el análisis de Sachs también se ponen de manifiesto dos aspectos que tienen grandes efectos sobre la estructura económica y su desempeño: el clima y la dotación natural de recursos.

Sachs plantea que el clima afecta la productividad agrícola a través de la *duración del período de crecimiento de los cultivos*⁴, de la temperatura, la precipitación y la erosión del suelo.⁵

Las diferencias en la dotación de recursos, a su vez, pueden resultar en diferentes orientaciones de la actividad económica y en diferentes niveles de crecimiento del PIB. En el sentido que lo plantea el modelo de Heckscher-Ohlin, las regiones o países con diferente dotación de factores pueden generar más producto especializándose en la producción de aquellos bienes en los cuales tienen una abundancia relativa de sus insumos.⁶

Existe, sin embargo, una serie de planteamientos que enfocan la relación entre recursos naturales y crecimiento como dos variables cuyo comportamiento guarda una relación negativa. Ricardo Hausman y Michael Gavin, en un reciente trabajo sobre geografía y desarrollo, plantean que la disponibilidad de tierra arable, per cápita, está asociada al desarrollo económico de forma negativa. Estos autores también plantean una relación en el mismo sentido entre el crecimiento económico

3 Véase: John Gallup, Jeffrey Sachs, and Andrew Mellinger, *Op.Cit.*, 1998; Jeffrey Sachs, "Geography and Economic Transition", mimeo, HIID, November, 1997.

4 Traducción del término que se utiliza en las ciencias del suelo y los recursos naturales para definir el período del año en el cual es factible la producción agrícola, desde el punto de vista de las condiciones de humedad y de las condiciones de temperatura. Al respecto véase Fisher, G., et.al., "A Provisional World Climatic Resource Inventory Based on the Length-Of-Growing-Period Concept", Paper presented at the NASREC conference, Netherlands, November, 1995.

5 Véase Jeffrey Sachs, 1997, *Op.Cit.* p.13.

6 Véase Ronald H. Schmidt, "Natural Resources and Regional Growth", *Economic Review*, Federal Reserve Bank of San Francisco, o(4), Fall, 1989.

frente a la participación de las exportaciones primarias, las de productos metálicos y los minerales en el PIB.⁷

En los últimos años esta relación había sido planteada por Sachs y Warner, quienes empleando una muestra de países para el período 1970-1989, concluyen que la abundancia de recursos naturales está asociada negativamente con el crecimiento económico.⁸

En este punto hay que aclarar que la relación se está planteando en términos de la participación que tienen en el PIB las exportaciones basadas en los recursos naturales, frente al nivel de crecimiento económico, con lo cual el resultado encontrado está dando muestras de que es la dependencia de los recursos naturales la que es no favorable para el crecimiento económico global y no la dotación como tal.

Para Ronald Schmidt, la literatura económica ha aportado evidencia ambigua en términos de la relación entre dotación de recursos naturales y desempeño económico. En particular en su trabajo encuentra que la relación entre dichas variables es positiva, realizando una comparación entre diferentes economías durante el período 1964-1986.⁹

Ahora bien, ¿es de esperarse una relación negativa entre la dotación de recursos naturales y el PIB agrícola o su crecimiento? Hay quienes dicen que no: John Gallup, empleando un panel de 101 países en un período de 23 años, encuentra que variables como la temperatura, la disponibilidad de agua en términos de la precipitación anual y de las fuentes de agua como los ríos y lagos, así como la fertilidad del suelo, explican en gran proporción los índices de productividad agrícola de dichos países.¹⁰

También Jeffrey Sachs en su reconocido trabajo sobre geografía y desarrollo económico relaciona, además de factores climáticos asociados al trópico, la disponibilidad per cápita de hidrocarburos como un elemento que influye positivamente sobre el crecimiento y el PIB en una amplia muestra de países.¹¹

En Colombia se han hecho algunos planteamientos en torno al papel de la geografía en el desarrollo económico. Por ejemplo, Ernesto Guhl en 1975 señalaba

7 Michael Gavin and Ricardo Hausmann, "Nature, Development and Distribution in Latin America. Evidence on the Role of Geography, Climate, and Natural Resources", *Office of the Chief Economist Working Paper*, No. 378, Inter-American Development Bank, August, 1998.

8 Jeffrey Sachs and Andrew Warner, "Natural Resource Abundance and Economic Growth", *NBER Working Paper*, No. 5398, December, 1995.

9 Ronald H. Schmidt, *Op.Cit.*, 1989.

10 John L. Gallup, "Agriculture Productivity and Geography", mimeo, HIID, January, 1998.

11 John Gallup, Jeffrey Sachs, and Andrew Mellinger, *Op.Cit.*, 1998.

que el cultivo de café, cuyo desempeño ha sido decisivo históricamente para el desarrollo económico del país, se lleva a cabo en zonas climáticas que se caracterizan por tener una temperatura que varía entre los 17,5°C y los 24°C, esto es, aproximadamente a un altura entre los 1.000 y 1.800 metros sobre el nivel del mar y que de acuerdo con la variedad de café utilizada, para su cultivo se requiere de una humedad bastante alta, así como alta nubosidad, condensación y precipitación.

No es casualidad, según lo plantea Ernesto Guhl, que precisamente entre el rango de 1.000 a 1.200 metros sobre el nivel del mar se encuentran condiciones favorables para este tipo de cultivos y que el cinturón que forman estos territorios es precisamente el área económicamente más desarrollada del país y que concentra la mayor parte de la población rural de Colombia.¹²

Fabio Sánchez y Jairo Núñez emplearon una muestra de 897 municipios para evaluar la incidencia de las variables geográficas en el nivel y el crecimiento del PIB per cápita de los municipios colombianos, durante el período 1973-1995. De acuerdo con sus resultados, el desarrollo económico de los municipios colombianos está afectado negativamente por los niveles de precipitación y positivamente por la calidad del suelo y la disponibilidad de fuentes de agua.¹³

Definición de variables

La calidad de la tierra es un factor que representa una condición específica de la geografía física. La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, FAO, define la calidad de la tierra como *un atributo complejo del suelo, el cual afecta su aptitud para usos específicos en distintas formas*.¹⁴ Ese atributo o estado de la tierra se refiere adicionalmente a las características del suelo y del agua que la hacen idónea para los propósitos de producción agrícola y pecuaria.¹⁵

¹² Ernesto Guhl, *Colombia: Bosquejo de su geografía tropical*, Instituto Colombiano de Cultura, Bogotá, 1975.

¹³ Fabio Sánchez y Jairo Núñez, "La geografía y el desarrollo económico en Colombia. Una aproximación municipal", *Desarrollo y sociedad*, No. 46, Bogotá, 2000. En el trabajo de Galvis y Meisel (2001), se argumentó que Sánchez y Núñez no tienen en cuenta que la agricultura no es importante para los municipios de mayor tamaño, en los cuales pesa más la industria y los servicios en la estructura económica, y en los cuales no parece haber un efecto directo de las variables geográficas sobre su desempeño económico.

¹⁴ FAO, "Guidelines for Land-Use Planning", *FAO Development Series*, No 1, Rome, 1993.

¹⁵ Christian Pieri, et.al., "Land Quality Indicators", *World Bank Discussion Papers*, No.315, 1995, p.16.

Así pues, en general existirá una serie de calidades de tierra, definidas por la profundidad del suelo, la densidad de la capa vegetal, la cantidad de materia orgánica presente, la humedad del suelo, los procesos erosivos, entre otros.¹⁶

La calidad de las tierras según la FAO, se refiere a una condición de "salud" de la tierra y específicamente a su capacidad para el manejo sostenible de la agricultura y el medio ambiente. En conclusión, se plantea adicionalmente que *la calidad de la tierra debe ser evaluada con respecto a sus usos específicos*.¹⁷

Para efectos de este trabajo nos interesa analizar esa calidad en términos de la fertilidad del suelo, o de la capacidad de éste para germinar gran cantidad de tipos de cultivo, con relativamente poca inversión en términos del tiempo de crecimiento de las plantas y en términos de los requerimientos de fertilizantes. En este sentido, y para simplificar el manejo de estas variables, se asocia la calidad del suelo a la aptitud de uso de éste, siguiendo además la recomendación adoptada por la FAO.¹⁸

De esta manera se espera que aquellas zonas o regiones que cuenten con suelos poco fértiles o con limitada aptitud de uso, tendrán índices de productividad agrícola menores en relación a las demás zonas.

Otro elemento que afecta la productividad agrícola son las condiciones climáticas, puesto que para los cultivos, además de suelos "saludables", se requieren condiciones favorables en el clima, como pueden ser moderados niveles de precipitación y de evapotranspiración (evaporación de la superficie del suelo y transpiración de las plantas), suficientes horas de brillo solar y condiciones propicias en la temperatura ambiente.

Si bien es cierto que todos estos factores tienen una influencia individual importante, es posible captar el efecto combinado de gran parte ellos mediante el balance hídrico que se evalúa a través de las condiciones de humedad. A este respecto, Solomou y Weike (1999) plantean que un práctico y sencillo índice del clima (el mejor, según Rodda, et.al., 1976)¹⁹ es el índice de humedad del suelo.²⁰

16 FAO, *Land Quality Indicators and Their Use in Sustainable Agriculture and Rural Development*, Rome, 1997.

17 Christian Pieri, et.al., *Op.Cit.*, 1995.

18 *Ibid.*

19 J.C., Rodda, R.A. Downing, and F.M. Law, *Systematic Hydrology*, Butterworths, London, 1976.

20 Solomos Solomou and Weike Wu, "Weather Effects on European Agricultural Output, 1850-1913" *European Review of Economic History*, 3(3), December, 1999.

Por lo anterior se decidió trabajar con el índice que calcula el IGAC para evaluar las condiciones de humedad. A este índice se le denomina el Factor de Humedad del suelo y tiene la característica de que combina los efectos de la precipitación y la evapotranspiración, de tal manera que cuando la magnitud de la evapotranspiración excede a la precipitación, sobreviene un aumento en los niveles de sequedad del suelo, o lo que es lo mismo, se reduce el índice de humedad.

Nótese que este aumento en los niveles de evapotranspiración puede ser ocasionado por altos niveles de temperatura, con lo cual el efecto de esta última variable también se refleja en los índices de humedad.

Así, pues, se confirma que efectivamente la humedad del suelo es un buen indicador de las condiciones climáticas, puesto que es una medida global de varios de los factores que modifican o determinan el clima.

Ahora bien, cuantificar el efecto del clima sobre la producción agrícola no es una tarea fácil, si se considera que para niveles extremos de clima se tienen efectos adversos (contrarios) sobre la producción y la productividad agrícola. Esto es, si se presentan altas temperaturas y con ellas, bajos niveles de humedad del suelo, la producción agrícola se verá afectada negativamente, lo mismo que cuando existen temperaturas muy bajas y suelos excesivamente pantanosos. Es por esa razón que se ha planteado que el efecto esperado del clima sobre el producto agrícola tiene una funcionalidad no lineal, específicamente cuando se emplean los índices de humedad como *proxy* del clima.²¹

A. Variables económicas

La información empleada para el análisis se construyó a nivel departamental, seleccionando y agregando los municipios que se pueden catalogar como rurales. Esto nos permite evitar el sesgo que se introduciría al contemplar los municipios con alto grado de urbanización y con relativamente baja dependencia económica del producto agrícola.

Sobre este punto vale la pena anotar que en un reciente trabajo de Galvis y Meisel se demostró que para los grandes conglomerados urbanos en Colombia, las variables de la geografía física no son importantes como determinantes del PIB per cápita ni de su crecimiento durante el período 1973-1998. La justificación de esta posición está basada en el análisis de la estructura económica del país, en la cual el sector agrícola cada vez tiene un tamaño más reducido y en la que el sector industrial,

²¹ *Ibid.* P.352.

financiero y los servicios del gobierno tienen el mayor peso en las grandes ciudades (aquellas con una población de más de 100.000 habitantes en 1998).²²

Para la selección de los municipios rurales se tomaron aquellos que en 1997 tenían menos de 40.000 habitantes en la cabecera municipal. Ello incluye una estimación más alta de la población que el DANE clasifica como rural, pues éste sólo incluye la población que vive fuera de las cabeceras municipales. Sin embargo, consideramos que no necesariamente la población que vive en cabecera es urbana, máxime en aquellas cabeceras pequeñas y de baja densidad poblacional, cuya actividad económica se sustenta primordialmente en la producción agrícola y pecuaria.²³

Es importante aclarar que los denominados “nuevos departamentos” no se incluyeron en la muestra ya que para un número apreciable de sus municipios no están disponibles muchas de las variables geográficas utilizadas. Además, la agregación de los municipios existentes no alcanzaba los niveles de representatividad deseados.

A partir de la estimación de la población rural, se calculó el PIB agrícola per cápita rural, tomando las cifras del PIB agrícola departamental, para el cual sólo se dispone de cifras al año 1997. La distribución espacial de los índices de productividad agrícola muestra que los departamentos ubicados sobre las cordilleras, con gran disponibilidad de tierras agrícolas y condiciones favorables para los cultivos, tienen altos índices de productividad. Sobresalen las cifras de los departamentos del Quindío y parte del Caquetá (véase Mapa 1)²⁴.

B. Variables geográficas

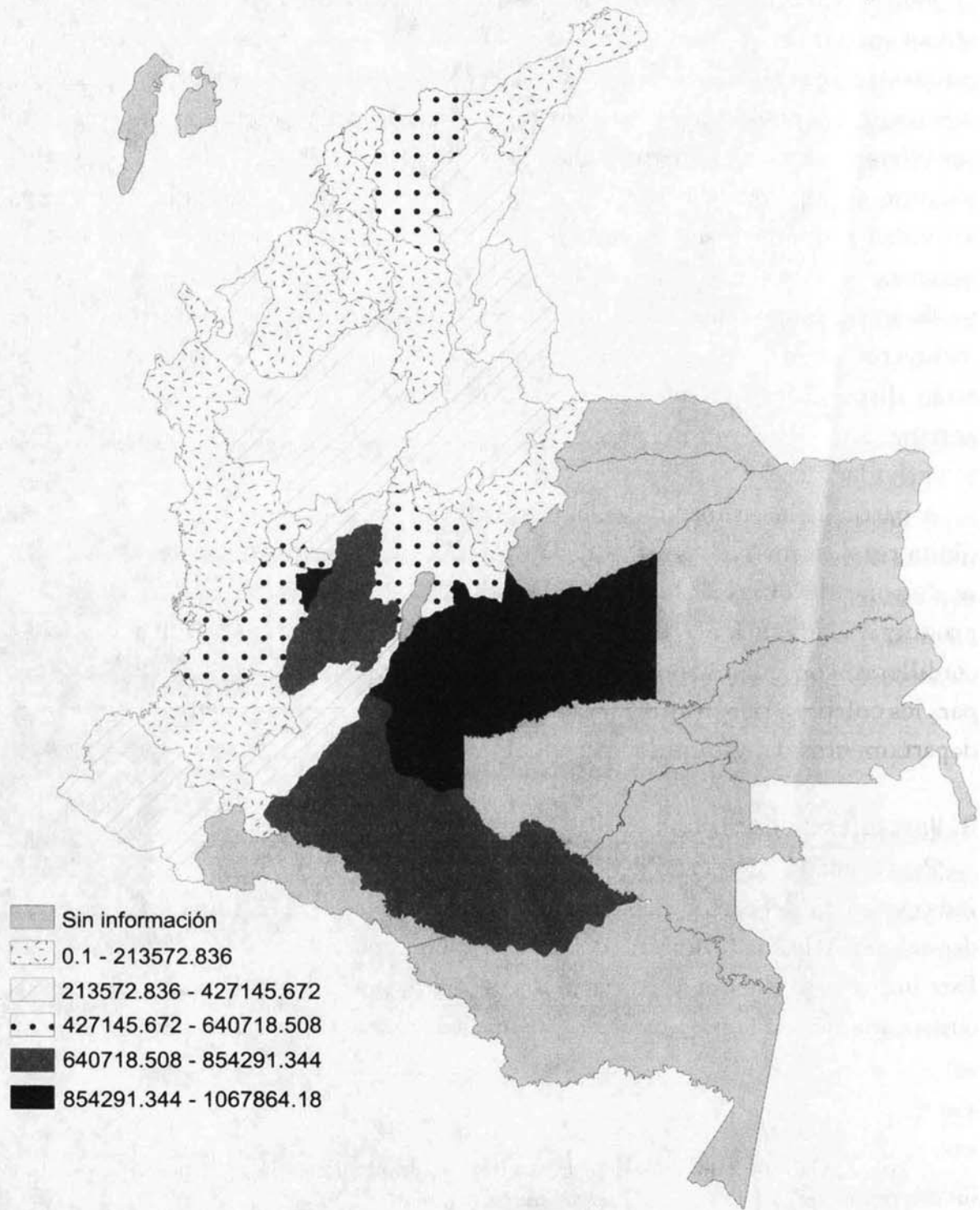
Para el análisis agregado del clima de los departamentos y regiones se calcularon índices a partir del Factor de Humedad de Thornthwaite, FHT, tomados del archivo digital del Atlas de Colombia del Instituto Geográfico Agustín Codazzi, IGAC. Este índice está elaborado en términos del balance hídrico del suelo que tiene en cuenta además de la precipitación, los índices de evapotranspiración y la aridez.

22 Luis A. Galvis y Adolfo Meisel, “El crecimiento económico de las ciudades colombianas y sus determinantes, 1973-1998”, *Coyuntura económica*, Marzo, 2001.

23 Vale decir que de acuerdo con las proyecciones de población del DANE el número de habitantes que vivía en las áreas rurales en 1997 era de 11,9 millones y de acuerdo con nuestros cálculos la población rural en 1997 era de 15,6 millones de habitantes.

24 Los mapas fueron generados con el software ArcView GIS, V. 3.2, a partir de la información cartográfica del DANE.

Mapa 1 Distribución espacial de los índices de productividad agrícola departamental, 1997 (pesos de 1994).



FUENTE: ELABORACIÓN Y CÁLCULOS DEL AUTOR CON BASE EN IGAC Y DANE.

De acuerdo con el IGAC este índice “*ha tenido múltiples aplicaciones en todo el mundo y tiene gran aceptación, especialmente porque incluye el concepto de evapotranspiración, asociado tanto a la disponibilidad de agua por precipitación, como a la retención de humedad por el suelo y las plantas*”.²⁵

Para hacer más consistentes los resultados, los promedios se ponderaron por la disponibilidad y uso de tierras para fines agrícolas en cada municipio, según los resultados de la Encuesta Nacional Agropecuaria realizada por el DANE, en 1997. En este punto se sigue la metodología utilizada por John Gallup quien, para obtener un índice promedio del rendimiento de los cultivos, ajusta o pondera ese promedio por un índice de intensidad del cultivo, para así obtener el índice de la calidad del suelo sobre la tierra cultivada y no sobre la extensión total de tierras.²⁶

Este ejercicio tiene gran validez para los cálculos realizados en este trabajo, en razón de que un municipio puede tener excelentes condiciones climáticas y de calidad de suelos, pero si este municipio está localizado en alguna zona marginal y sus tierras no están destinadas al uso agrícola, la calidad de los suelos o su clima no tendrán importancia para su desempeño agropecuario.

La calidad del suelo, definida en términos de su aptitud de uso, se obtuvo a partir de la digitalización de los mapas de suelos y zonas agroecológicas del IGAC, realizada por el Departamento Nacional de Planeación, DNP. A partir de estas cifras se obtuvieron indicadores agregados para el nivel departamental, empleando los promedios de las tierras per cápita ponderados por la intensidad de uso con fines agrícolas. Este índice de calidad del suelo se mide en una escala de 0 a 100.

Se emplean índices de disponibilidad de tierra con índices de aptitud en relación a la población rural para reflejar el hecho de que existen municipios y departamentos en donde hay altos niveles de calidad del suelo y vastas extensiones de bosques vírgenes y tierras de gran fertilidad, pero lo que realmente importa es la jerarquía que tienen esos departamentos en términos de las tierras por habitante “atendido”.²⁷

El índice de tierras homogéneas per cápita se calculó mediante la agregación de las tierras disponibles para uso agropecuario, ajustadas por el tamaño de la población rural de cada departamento. De esta manera, municipios o departamentos que poseen grandes extensiones de tierra, pero que no son explotadas econó-

25 IGAC, “Zonificación climática según Thornthwaite”, *Atlas de Colombia*, Bogotá, 1997.

26 Véase al respecto John Gallup, *Op.Cit.*, 1998. p.5.

27 Véase FAO, *Op.Cit.*, 1997.

micamente, tendrán un bajo índice de tierras homogéneas. Así mismo, departamentos como Risaralda y el Quindío, que no posee gran superficie en el contexto de los departamentos de Colombia, aparecen con un indicador sobresaliente de tierras homogéneas per cápita.

Otra variable que da una medida de la productividad agrícola es lo que se denomina la densidad del PIB, calculada como la relación del PIB por unidad de área. Con esta variable se puede evaluar la productividad agrícola controlando por la extensión del departamento analizado, y más específicamente por la extensión de los terrenos dedicados al uso agrícola.

Nótese que la densidad del PIB agrícola resulta de multiplicar el PIB per cápita por la densidad de población, con lo cual el PIB por hectárea, además de mostrar la distribución espacial de la generación del producto, da una muestra de la interacción de estas dos últimas variables.

La clasificación de los departamentos según la densidad del PIB se presenta en el Mapa 2. En este mapa se puede observar que nuevamente es el área localizada sobre las cordilleras la que presenta altos niveles de densidad de PIB. De los departamentos de la Costa Caribe sólo se destaca medianamente el departamento del Magdalena, que también en el Mapa 2 aparecía con una productividad agrícola per cápita por encima de la media nacional.

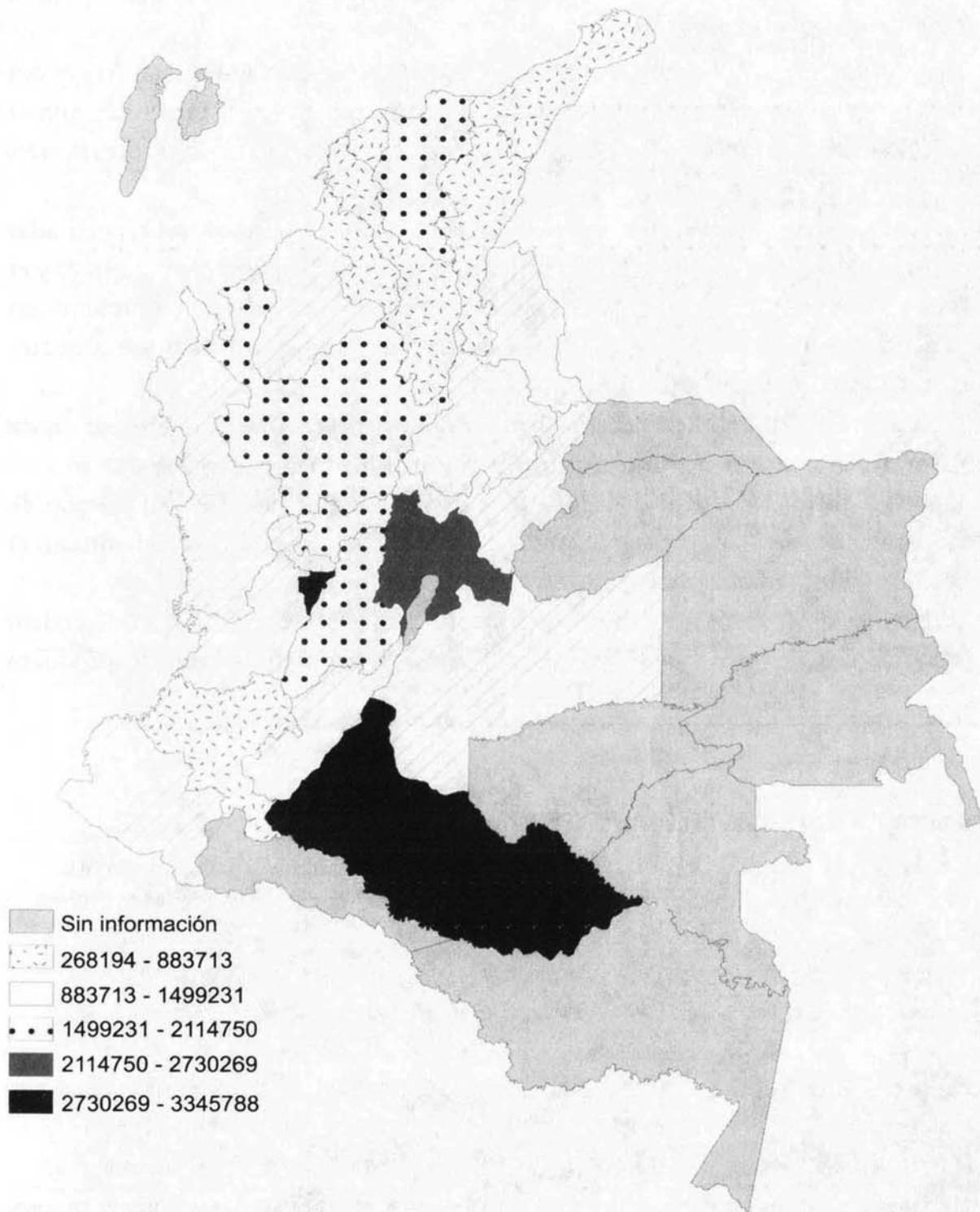
Determinantes de la productividad agrícola

La caracterización espacial del clima, medido a través de los índices de FHT, muestra una clara dicotomía en la distribución de los suelos de acuerdo a sus índices de humedad. La región centro-occidente, junto con la región pacífica muestran índices de clima clasificados en promedio como super-húmedos (véase Cuadro 1 y Anexo 2).²⁸ Aquí hay que aclarar que la región Pacífica está fuertemente influenciada por el resultado observado para el departamento de Chocó, que presenta un FHT de 319,8.

La región centro-occidente, caracterizada por presentar un clima que en promedio se ubica en la categoría super-húmedo, es una de las zonas que posee el mayor índice de tierras con destacada productividad agrícola (véase Mapa 1). En esta sub-región se encuentra clasificado el departamento del Quindío, que de

²⁸ En el Anexo 2 se encuentra la escala de convenciones definida por Thornthwaite y la clasificación general de las zonas de Colombia de acuerdo a esa escala, realizada por el IGAC.

Mapa 2 PIB agrícola por hectárea, 1997 (Pesos de 1994).



FUENTE: ELABORACIÓN Y CÁLCULOS DEL AUTOR CON BASE EN IGAC Y DANE.

acuerdo con los cálculos del PIB regional, es el departamento que presenta el mayor nivel de productividad agrícola en 1997.

Las cifras para la Costa Caribe la ubican en promedio en la escala de clima semiárido (véase Mapa 3). Para contextualizar este resultado, obsérvese que de una muestra de 1.032 municipios, para los cuales se acopiaron las estadísticas del FHT, 225 presentaron valores negativos en el índice de FHT, caracterizando el clima en tales municipios como semi-seco, semiárido y árido. De esos 225 municipios 131 pertenecen a la región Caribe (véase Anexo 2).

Con respecto a la relación entre las variables económicas y geográficas, analizadas hay que mencionar que existe una correlación entre el PIB agrícola per cápita y el Factor de Humedad de 0,29. Dado que el departamento del Chocó presenta un índice de humedad demasiado alto, si se elimina de la muestra este departamento, el coeficiente de correlación aumenta a 0,52.

Adicionalmente, la correlación entre el índice de tierras homogéneas per cápita y el PIB agrícola per cápita es de 0,56.

Con respecto a la densidad del PIB agrícola, se encuentra un alto grado de asociación de esta variable con los índices de humedad, pues su correlación con el Factor de Humedad es de 0,51.

Para analizar estos resultados de manera conjunta se especificó un modelo econométrico de corte transversal que evalúa el grado de dependencia del producto

Cuadro 1 Clasificación regional del «Factor de Humedad» de Thornthwaite

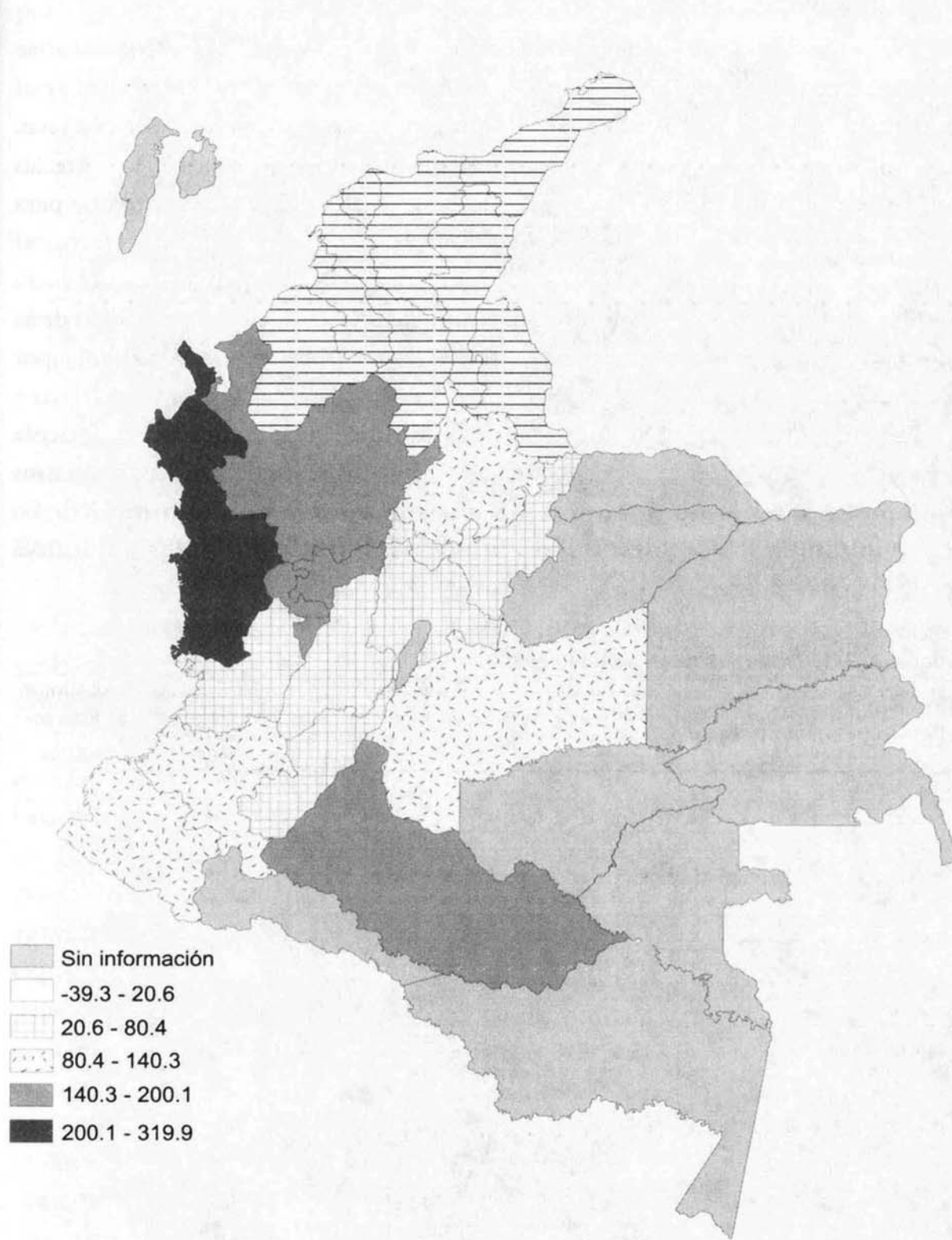
Sub-región*	PIB agrícola per cápita promedio 1997 (Millones \$ de 1994)	Factor de Humedad promedio	Clasificación en la escala de Thornthwaite
Caribe	219,413.4	-26.7	Semi-árido
Centro-occidente	439,015.1	168.4	Super-húmedo
Centro-oriente	411,693.0	58.3	Húmedo
Pacífica	292,182.0	104.8	Super-húmedo
Pacífica sin Chocó	309,442.4	96.52	Muy-húmedo
Promedio Nacional**	364,591.0	61.78	Húmedo

* Sólo se presentan cuatro sub-regiones porque el Factor de Humedad no está disponible para gran parte de los nuevos departamentos.

** No incluye los nuevos departamentos.

FUENTE: CÁLCULOS DEL AUTOR CON BASE EN DANE E IGAC-ATLAS DE COLOMBIA, CDROM, 1997.

Mapa 3 Distribución espacial de los índices de clima según el FHT



FUENTE: ELABORACIÓN Y CÁLCULOS DEL AUTOR CON BASE EN IGAC Y DANE.

agrícola per cápita, en términos de variables como la calidad del suelo, las condiciones climáticas y el índice de tierras homogéneas per cápita.

Los resultados de la aplicación de este modelo se presentan en el Cuadro 2. Se encuentra una clara y significativa asociación entre la productividad agrícola y el factor climático. El signo del coeficiente, como se esperaba, resultó ser positivo. Además, como se planteó al inicio, se presenta una relación cuadrática entre las condiciones de humedad del suelo y la productividad agrícola, en tanto que para valores extremos del FHT, la productividad agrícola será baja. En efecto, al especificar en la ecuación un término cuadrático para la variable FHT, se encuentra un nivel de significancia aceptable y un signo negativo, tanto en la ecuación de la productividad agrícola per cápita, como en la de productividad agrícola por hectárea.

El departamento del Quindío muestra un índice de productividad agrícola per cápita y por hectárea muy por encima del promedio de los demás departamentos y por ello fue necesario especificar una variable *dummy* para identificar dicho departamento en el modelo estimado. Dicha variable resultó bastante significativa y con el signo esperado.

Cuadro 2 Determinantes de la productividad agrícola

Variable dependiente	Productividad agrícola per cápita	Productividad agrícola per cápita	Productividad agrícola por hectárea	Productividad agrícola por hectárea
Var. Explicativas	(1)	(2)	(3)	(4)
Intercepto	-14.954,5 (-0,3)	71.795,9 (1,2)	840.739,6 (4,0)	939.843,2 (9,02)
Calidad del suelo	7.522,1 (6,1)		2.395,2 (0,6)	
Tierras homogéneas per cápita		570.544,1 (4,7)		
Factor de Humedad del suelo	1.907,9 (3,3)	2.023,5 (3,0)	4.860,3 (2,4)	5.081,9 (2,6)
(Factor de Humedad del suelo) ²	-5,4 (-2,3)	-6,6 (-2,4)	-10,8 (-1,3)	-12,2 (-1,6)
Variable <i>dummy</i> para Quindío	618.089,0 (5,2)	649.289,0 (4,7)	1.729.512 (4,1)	1.726.949 (4,2)
R ² ajustado	82,2	75,2	60,1	61,6

Nota: t estadístico entre paréntesis.

FUENTE: CÁLCULOS DEL AUTOR.

Para el coeficiente de la variable tierras homogéneas se encuentra un coeficiente positivo, indicando que la mayor disponibilidad de tierras per cápita para uso agrícola influye positivamente sobre los niveles de productividad en dicho sector. Con respecto a este indicador, hay que advertir que presenta una correlación alta con el índice de calidad del suelo, por lo cual se evaluó su influencia sobre la productividad agrícola de forma individual, especificando la ecuación 2 en el Cuadro 2. En esta ecuación se encuentra un resultado bastante significativo para el índice de tierras homogéneas per cápita como determinante de la productividad agrícola.

Adicionalmente, se evaluó la relación entre la productividad agrícola por hectárea y las variables geográficas en las ecuaciones 3 y 4 del Cuadro 2. De estas variables sólo el Factor de Humedad del suelo resultó significativo, junto con una variable *dummy* que identifica el departamento del Quindío. De nuevo este departamento arroja un índice de densidad del PIB por hectárea que es muy alto en relación con los demás departamentos.

Conclusiones

La principal conclusión de este trabajo es que la dotación de recursos naturales y el clima, son los factores más importantes para explicar las diferencias en la productividad agrícola de las áreas rurales de los departamentos colombianos.

Ello nos lleva a pensar que uno de los factores que posiblemente ha influido en el rezago de algunas regiones en términos de su desarrollo agrícola ha sido que no han contado con una buena dotación natural de recursos.

A partir de la utilización de variables geográficas como la precipitación, la evapotranspiración, la humedad del suelo, la disponibilidad de tierras para el uso agrícola y los índices de aptitud o idoneidad del suelo para fines agrícolas se logra explicar más del 80% de la variabilidad en la productividad agrícola de los departamentos de Colombia.

Si se mide la productividad agrícola en términos del PIB por hectárea de tierra, es el elemento climático el que juega el papel más importante en la explicación de su variabilidad.

Es claro que, como ya se ha insistido en muchos de los trabajos sobre este tema, la geografía no es el destino. No obstante, es importante saber qué papel juegan las variables geográficas en el desempeño de una economía, de tal manera que sea factible emprender estrategias para mejorar dicho desempeño, y así superar los efectos adversos que se puedan desprender de las condiciones geográficas no favorables.

Bibliografía

- BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO, *Desarrollo: Más allá de la Economía*, Informe de progreso económico y social de América Latina, Washington, 2000.
- DANE, Encuesta Nacional Agropecuaria, Bogotá, 1997.
- DAVIS, Ronald, WEINSTEIN, David, "Economic Geography and Regional Production Structure: An Empirical Investigation", *Federal Reserve Bank of New York Staff Reports*, No. 40, May, 1998.
- FAO, "Guidelines for Land-Use Planning", *FAO Development Series*, No 1, Rome, 1993.
- FAO, *Land Quality Indicators and Their Use in Sustainable Agriculture and Rural Development*, Rome, 1997.
- FISHER, G., DE PAUW, E., VAN VELTHUIZEN, H., NACHTERGAELE, F. and ANTOINE, J., "A provisional world Climatic Resource Inventory Based on the Length-of-Growing-Period Concept", paper presented at the NASREC Conference, Netherlands, November, 1995.
- GALLUP, John, John L., "Agriculture Productivity and Geography", mimeo, HIID, January, 1998.
- GALLUP, John, SACHS, Jeffrey, and MELLINGER, Andrew, "Geography and Economic Development", *Annual World Bank Conference on Development Economics*, Washington, 1998.
- GALVIS, Luis A. y MEISEL, Adolfo, "El crecimiento económico de las ciudades colombianas y sus determinantes, 1973-1998", *Coyuntura Económica*, marzo, 2001.
- GAVIN, Michael and HAUSSMAN, Ricardo, "Nature, Development and Distribution in Latin America. Evidence on the Role of Geography, Climate, and Natural Resources", *Office of the Chief Economist Working Paper*, No. 378, Inter-American Development Bank, August, 1998.
- GREEN, Gareth, and SUNDING, David, "Land Allocation, Soil Quality and the Demand for Irrigation Technology", Western Agricultural Economics Association, Selected Papers of the 1997 Annual Meeting, Nevada, July, 1997.
- GUHL, Ernesto, *Colombia: Bosquejo de su geografía tropical*, Instituto Colombiano de Cultura, Bogotá, 1975.
- IGAC, *Atlas de Colombia*, Bogotá, 1997.
- MELLINGER, Andrew, SACHS, Jeffrey, and GALLUP, John, "Climate, Water Navigability, and Economic Development", *CID Working Paper*, No. 24, September, 1999.
- PIERI, Christian, DUMANSKI, Julian, HAMBLIN, Ann, and YOUNG, Anthony, "Land Quality Indicators", *World Bank Discussion Papers*, No 315, Washington, 1995.
- RODDA, J.C., DOWNING, R.A., and LAW, F.M., *Systematic Hydrology*, Newnes Butterworths, London, 1976.

SACHS, Jeffrey, "Geography and Economic Transition", mimeo, HIID, November, 1997.

SACHS, Jeffrey and WARNER, Andrew, "Natural Resource Abundance and Economic Growth", *NBER Working Paper*, No. 5398, December, 1995.

SANCHEZ, Fabio y NÚÑEZ, Jairo, "La geografía y el desarrollo económico en Colombia. Una aproximación municipal", *Desarrollo y sociedad*, No. 46, Bogotá, 2000.

SCHMIDT, Ronald H., "Natural Resources and Regional Growth", *Economic Review*, Federal Reserve Bank of San Francisco, 0(4), Fall, 1989.

SOLOMOU, Solomos and WU, Weike, "Weather Effects on European Agricultural Output, 1850-1913" *European Review of Economic History*, 3(3), December, 1999.

Anexos

Anexo 1 Índices de productividad agrícola y recursos naturales, 1997

Depto	PIB agrícola per cápita en 1997 (\$ de 1994) (1)	PIB agrícola por Hectárea en 1997 (\$ de 1994) (2)	Hectáreas en uso agrícola 1997 (3)	Población Rural en 1997 (4)	Factor de Humedad de Thorntwaite promedio -FHT- (5)
Antioquia	383,451	1,603,195	425,529	2,109,474	161.0
Atlántico	42,360	473,323	24,312	366,289	-30.7
Bolívar	157,023	559,710	130,185	707,834	-23.6
Boyacá	211,547	961,501	184,744	925,576	56.1
Caldas	426,368	1,571,414	126,154	559,434	188.6
Caquetá	661,598	3,345,788	49,745	274,496	152.7
Cauca	180,578	847,125	215,368	927,494	133.8
Cesar	396,912	804,438	250,301	449,089	-26.9
Choco	131,811	1,426,978	26,807	290,212	319.8
Córdoba	180,359	913,972	157,925	772,546	-24.6
C/marca	521,186	2,144,589	253,139	1,228,106	45.4
Guajira	80,718	268,194	74,379	247,133	-39.3
Huila	391,590	1,030,311	197,254	500,163	32.3
Magdalena	560,416	1,532,775	147,494	465,481	-26.8
Meta	919,376	1,272,062	275,587	361,504	117.9
Nariño	243,106	1,257,938	147,933	952,388	85.8
Norte de S.	277,236	936,062	119,946	416,443	15.2
Quindío	1,067,864	3,171,666	70,471	181,598	163.5
Risaralda	484,020	1,193,996	81,480	224,181	179.6
Santander	326,737	1,056,608	207,371	791,890	98.3
Sucre	97,587	661,557	90,434	533,389	-23.9
Tolima	642,212	1,625,020	415,613	798,654	73.2
Valle	533,183	1,386,110	341,977	816,568	79.3

(1) PIB agrícola de 1997 en relación con la población rural.

(2) PIB agrícola de 1997 en relación con las tierras destinadas a uso agrícola, según la Encuesta Nacional Agropecuaria, 1997.

(3) Fuente: Encuesta Nacional Agropecuaria, 1997.

(4) Fuente: Cálculos del autor con base en DANE, proyecciones de población 1995-2005.

(5) Fuente: cálculos del autor con base en IGAC, *Atlas de Colombia*, 1997.

Anexo 2 Zonificación climática de Colombia según la clasificación de Thornthwaite

Clima Superhúmedo (A). $FH > 100$

Es el clima dominante en la Región Andina, extendiéndose longitudinalmente a lo largo de las vertientes cordilleranas y una amplia faja transversal de la Orinoquía y la Amazonía. La deficiencia de agua para estas áreas es mínima como consecuencia de las altas precipitaciones, que superan los 2.000 mm. por año y alcanzan máximos de hasta 9.000 mm. en el Pacífico, por lo que el factor de humedad es superior a 100. Los climadiagramas característicos de esta área (Quibdó y Araracuara), muestran un excedente hídrico para todos los meses del año, donde la ETP y la ETP real en ningún período es superior a la precipitación, a pesar de las altas temperaturas que superan, en general, los 24°C y caracterizan a esta región como megatermal con alta eficiencia termal.

Clima muy Húmedo (B4). $80 < FH < 100$

Corresponde a una franja longitudinal que se extiende a lo largo de las vertientes bajas de la Cordillera Oriental, el norte del sistema andino y las cuencas media y alta del Río Cauca, así como a una franja transversal de la Orinoquía y la Amazonía. Esta zona climática se encuentra en contacto con la región superhúmeda y presenta una deficiencia de agua concentrada en los meses de junio, julio y agosto; el resto de año hay excedente hídrico y almacenamiento de agua. El régimen es megatermal con baja concentración de calor en verano (climadiagrama de Samaniego, Nariño).

Clima Húmedo (B3). $60 < FH < 80$

Corresponde a las vertientes medias de la Cordillera Oriental, el norte del sistema andino y el piedemonte sur de Nariño; hay un alto excedente de agua durante gran parte del año (climadiagrama de Tame, Arauca) y un déficit marcado en la época de noviembre a febrero, coincidiendo con el desplazamiento de la ZCIT y la escasa influencia de los alisios del noreste en para el piedemonte norte.

Clima moderadamente Húmedo (B2). $40 < FH < 60$

Este clima caracteriza una estrecha franja del norte de las tres cordilleras, la parte media de la cuenca del Río Magdalena y una "bolsa" ubicada en la Orinoquía y la Amazonía. El excedente hídrico no es muy alto y la deficiencia de agua es marcada durante los primeros meses del año en el norte y a mitad de año en el oriente (clima-diagrama de Santafé de Bogotá y San José del Guaviare).

Clima ligeramente Húmedo (B1). $20 < FH < 40$

Este tipo de clima caracteriza las partes bajas de la vertiente oriental de la Cordillera Central y la vertiente occidental de la Cordillera Oriental, en la cuenca alta del Río Magdalena, la periferia de la Sierra Nevada de Santa Marta y el sur de la Región Caribe. En estas zonas, la suave inclinación del terreno y su influencia sobre los vientos, así como el movimiento de la ZCIT, generan un régimen monomodal con condiciones secas entre marzo y septiembre, y máximos de lluvia en noviembre, que escasamente supera los 50 mm., como lo muestra el clima-diagrama de Tesalia en el Huila.

Clima Semihúmedo (C2). $0 < FH < 20$

Corresponde al sur de la Región Caribe y a una franja periférica del norte de la Cordillera Oriental y la Sierra Nevada de Santa Marta (clima-diagrama de esta zona), así como a algunos enclaves climáticos de las cuencas del Cauca y el Magdalena, zonas de bajas pendientes y por lo tanto de pocas lluvias orográficas. El máximo de precipitación se produce en octubre y noviembre, con alto déficit entre diciembre y abril. Para la Sierra Nevada de Santa Marta, el déficit mencionado es parcialmente compensado por el almacenamiento de agua que resulta de las fuertes precipitaciones de noviembre.

Clima Semiseco (C1). $-20 < FH < 0$

Caracteriza la Región Caribe y sectores puntuales de la cuenca alta del Río Magdalena, donde los vientos no generan precipitaciones y generan unas condiciones de déficit hídrico casi todo el año, sin posibilidad de almacenamiento.

Clima Semiárido (D). $-40 < FH < -20$

Corresponde al norte de la Región Caribe, con un régimen unimodal con precipitaciones mensuales inferiores a 50 mm. entre diciembre y marzo, y un máximo pluviométrico superior a 150 mm. en septiembre. El déficit hídrico es elevado y dominante la mayor parte del año.

Clima Arido (E). $-60 < FH < -40$

Es característico de La Guajira, con temperaturas medias anuales superiores a 26°C y precipitación total anual inferior a 500 mm. anuales. El régimen es unimodal y el déficit hídrico es elevado durante todo el año, exceptuando un ligero excedente en octubre (clima-diagrama de Maicao, en La Guajira).

FUENTE: TOMADO DE IGAC, ATLAS DE COLOMBIA, 1997.