



Evolución de la Productividad Agropecuaria en Colombia 1970-1997

Libardo Rivas, Gabriel López y Douglas Pachico¹

Septiembre 1998

Resumen

47622

Dada la actual coyuntura nacional e internacional en donde se observan profundos cambios de política e institucionales, con el objetivo de adecuar las economías a los nuevos paradigmas de crecimiento basados en la apertura, la liberación comercial, la productividad y la competitividad dentro de un nuevo orden económico globalizado, es crucial para el diseño de nuevas políticas, determinar el nivel y las variaciones de la productividad y en especial identificar y entender los factores que la influncian.

El presente trabajo pretende hacer un aporte dentro de esa temática, al analizar la evolución del sector agropecuario de Colombia durante el período 1970-97 explorando tres tópicos: 1) Análisis del desarrollo histórico del sector, con especial énfasis en lo ocurrido en la década actual. 2) Estimación de índices de producción, insumos y productividad multifactorial y 3) Ajuste de modelos econométricos para identificar los factores que influncian la productividad.

El trabajo desarrollado, en particular el relacionado con la estimación de los índices de productividad multifactorial, está basado en estudios previos, metodológicos y empíricos, elaborados por Falconi et al (1995), Falconi et al (1996) y Alston et al. (1995)

En la evolución del sector agropecuario nacional se pueden identificar tres períodos que se distinguen claramente por diferencias en la dinámica tanto de la producción total como de la productividad multifactorial (PMF). En los 70 condiciones internas y externas propician elevadas tasas de crecimiento del producto total, altas tasas de incorporación de insumos al aparato productivo y un moderado pero significativo avance de la productividad. La década siguiente esta marcada por una baja tasa de crecimiento de la producción agropecuaria y niveles de productividad que permanecen estancados. La década actual se ha caracterizado por cambios institucionales y de política que han derivado en lento crecimiento agropecuario, reducción de las áreas cultivadas y del empleo rural y mayor dependencia de las importaciones de alimentos.

¹ Asociado de Investigación, Estudiante en Práctica y Director de Planeación Estratégica del CIAT, respectivamente.

Los autores agradecen a los Drs. Philip Pardey de IFPRI, César Falconi de ISNAR y Grant Scobie de CIAT, por su aporte metodológico y de información estadística, sin el cual no hubiese sido posible desarrollar este trabajo.

Pocos productos durante el extenso período de análisis, 1970-1997, han logrado mantener altas y estables tasas de crecimiento de su producción. Se destacan productos exportables o con gran demanda doméstica para procesamientos agroindustriales. Entre ellos aparecen flores, palma de aceite, maní, frutales y banano. En la mayoría de esos cultivos, la expansión de la producción se basó principalmente en el incremento de las áreas cultivadas

La crisis de rentabilidad ha sido el principal argumento para explicar la lenta tasa de crecimiento de la producción y el desempleo de recursos productivos en el sector rural colombiano durante la presente década. No obstante que la apertura comercial propició reducciones en los costos de producción, las bajas en los precios reales de los productos agropecuarios en los mercados domésticos, anularon su efecto positivo sobre la rentabilidad. Los cambios en rentabilidad generaron una recomposición de la producción agregada, en la cual los cultivos permanentes o de plantación ganaron importancia. En general los productos vinculados con el mandato internacional del CIAT, frijol, arroz, yuca, leche y carne vacuna han presentado un aceptable comportamiento en términos de productividad, en particular en la época crítica de los 90.

Los índices Divisia de Productividad Multifactorial indican que ella ha sido un factor importante para el crecimiento del producto agregado, que esa importancia ha sido variable en el tiempo y que no ha sido suficiente para mantener un ritmo de crecimiento alto y sostenido de la agricultura del país.

Los modelos de regresión doble logaritmos ajustados, en los cuales el índice Divisia de Productividad Multifactorial es la variable independiente y las inversiones en educación, infraestructura física, y las tasas de cambio y de interés real son las variables explicatorias, presentaron un buen nivel de ajuste, $R^2 = 0.84$. Resultan altamente significativas las inversiones en vías y obras de riego y las inversiones en educación, medida ésta última como número de alumnos matriculados anualmente en primaria y secundaria rural. No obstante su alta significancia, el valor de sus coeficientes resultó bastante bajo. La tasa de interés real resultó altamente significativo y su coeficiente, en este caso la elasticidad por tratarse de modelos doble logarítmicos, resulta alto y positivo.

El signo de ese último coeficiente no es del todo claro y solo sería posible justificarlo en los casos en que al reducirse el empleo de capital, debido a alzas de su precio (la tasa de interés) se utilizara más eficientemente ese recurso, originando incrementos en el índice de productividad.

Una gran dificultad para identificar mas claramente la magnitud y la dirección en que operan los factores que inciden sobre la productividad, es el alto nivel de agregación con que se trabaja, debido a la enorme dificultad para obtener series estadísticas para largos períodos, desagregadas por producto, región o sistema de producción. Esta es una restricción severa que dificulta el calculo de los índices y su descomposición econométrica mediante modelos de regresión.

Si bien la productividad ha incidido de forma importante en el crecimiento de la producción, es imperativo persistir en el empeño de lograr avances significativos de la misma para mejorar la competitividad de la producción agropecuaria nacional.

La selección y priorización rigurosa de actividades agropecuarias de alto potencial en mercados internos y externos, acompañada del desarrollo de alternativas tecnológicas viables y sostenibles, parece ser uno de los puntos focales de cualquier estrategia que busque la modernización y el avance de la agricultura del país.

Palabras Clave: *Colombia, agricultura, producción, productividad, insumos.*

1. Introducción

Debido a la importancia estratégica del sector agropecuario en los procesos de desarrollo económico ampliamente sustentada en la evidencia empírica, la evolución de su productividad se convierte en un elemento cada vez más reconocido como un factor clave para el crecimiento económico general.

La productividad agrícola como elemento central dentro de la competitividad de la producción agropecuaria, cobra mayor importancia en la medida en que los nuevos paradigmas económicos basados en la apertura económica, la liberación comercial y la integración de bloques comerciales se consolidan en una economía globalizada.

Desde la perspectiva de la planeación y la asignación de recursos para el desarrollo, es importante no solamente conocer la evolución histórica de la productividad, sino también identificar los factores que determinan sus cambios con el transcurso del tiempo.

En la evolución de la productividad juega un papel crítico el cambio técnico, visualizado como la generación y aplicación de nuevas formas y métodos de producción, que permitan hacer un uso más eficiente de los recursos productivos disponibles. Por lo anterior, la evolución de la productividad y su impacto sobre la producción y el medio ambiente, no solo es relevante para los diseñadores de la política económica, sino también para los investigadores y planificadores en las agencias de investigación y desarrollo

No obstante que el concepto de productividad aparentemente es claro y quizás obvio, su medición empírica es algo compleja, ya que involucra gran cantidad de información y refinados métodos matemáticos, puesto que la productividad total o multifactorial es un agregado de las productividades de los diferentes factores productivos, los cuales cambian en cantidad, proporciones, calidad y precio con el transcurrir del tiempo.

El trabajo está basado en estudios previos de Falconi et al 1995 y 1996 y Alston 1995, los cuales plantearon la metodología básica de estimación de la productividad multifactorial, aportaron los datos básicos necesarios para su cálculo y construyeron los índices Divisia

de Productividad Multifactorial para el sector agropecuario de Colombia del período 1970-1991. En este trabajo se revisó la consistencia de las series estadísticas aportadas por los estudios mencionados y se actualizaron hasta 1995. Los indicadores de productividad multifactorial se recalcularon para el período 1970-1995 utilizando la metodología ya mencionada.

La gran pregunta de actualidad para Colombia y otros países de condiciones socioeconómicas similares, es si en el nuevo entorno económico globalizado el sector agropecuario estará en capacidad de afrontar con éxito, en el futuro cercano, los desafíos de producir suficientes alimentos y materias primas para satisfacer adecuadamente la demanda doméstica a precios competitivos en mercados internacionales, bajo esquemas de producción que garanticen la conservación de los recursos naturales y el medio ambiente.

Si ello no es así, cuales deberían ser las estrategias de desarrollo tecnológico mas apropiadas y las medidas de política económica que generen un ambiente propicio para la generación y adopción de tecnologías mejoradas que impulsen la modernización del sector. Para responder este tipo de preguntas es necesario analizar el desempeño histórico del sector agropecuario, en particular de su productividad, tratando de identificar y cuantificar los factores que la influncian.

El presente trabajo es un paso en esa dirección ya que incluye un análisis del desarrollo histórico del sector, haciendo énfasis en lo ocurrido en la década de los 90, aporta indicadores de productividad multifactorial y ajusta de modelos econométricos para tratar de identificar los factores que han influenciado la evolución histórica de los índices de productividad multifactorial del sector agropecuario de Colombia.

1 Evolución del Sector agropecuario de Colombia

En este capítulo se da una visión general de la evolución del sector agropecuario colombiano en el período de referencia, 1970-95.

Como en todo país en desarrollo, en Colombia la producción primaria ha perdido importancia a medida que se avanza en el proceso de crecimiento. A comienzos de los 60 el sector agropecuario representaba casi un 30% del Producto Interno Bruto (PIB), superando al sector industrial. Hacia 1996 esa proporción había caído a 19%. (Cuadro 1)

La década de los 70 se destaca por el gran dinamismo de la economía colombiana en su conjunto y del sector agropecuario en particular. En efecto, durante ese período el producto bruto total creció al 5.3% por año, en tanto que producto agropecuario lo hizo al 4.3% por año. En las décadas subsiguientes el ritmo de crecimiento del sector agropecuario se redujo notablemente, 2.9 % en los 80 y solo 2% en 1990-96.

En los 90 el sector agropecuario ha afrontado grandes cambios políticos e institucionales que han influenciado con diferente intensidad a los distintos subsectores de actividad, lo

cual se ha manifestado principalmente en considerables reducciones de las áreas sembradas y en lento crecimiento de la producción agropecuaria total.

En el cuadro 2 se presenta la evolución entre 1970 y 1997 del valor de la producción de los 27 productos agropecuarios considerados en este estudio para la estimación de los índices de productividad multifactorial. Ellos en conjunto en 1994 representaban el 86% de la producción agropecuaria total.

Cuadro 1. Participación de los diferentes sectores de actividad económica en el PIB. Colombia 1960-96

Sector/ Subsector	1960	1970 %	1980	1996
Agropecuario	29.4	25.0	22.7	19.0
Industrial	26.6	28.4	28.0	27.4
Minero	3.4	2.7	1.3	4.5
Manufacturero	19.9	21.5	22.4	18.1
Construcción	2.9	3.5	3.4	2.7
Eléctrico	0.5	0.7	1.0	1.1
Servicios	44.0	46.6	49.3	53.6
Comercio	12.2	12.5	12.7	11.6
Transporte	6.9	7.8	9.3	8.9
Financiero	5.5	14.8	14.6	16.7
Público	6.7	6.9	7.8	9.4
Otros	12.8	4.5	4.9	7.0
Total	100.0	100.0	100.0	100.0

Fuente: BID, Progreso Económico y Social en América Latina, Informes 1980, 1986 y 1997.

Más de la mitad de la producción total es aportada por cinco productos: Carne vacuna, café, frutas, caña panelera y papa. Un segundo grupo integrado por, plátano, arroz, flores, banano y palma de aceite aportan aproximadamente una cuarta parte de la producción total. Dentro de ellos se destacan por su dinamismo las flores, banano de exportación y palma de aceite.

En un tercer grupo aparecen productos con moderada participación en la producción total, algunos de ellos con tendencia a reducirla tales como maíz, yuca, y hortalizas.

**Cuadro 2. Estructura de la Producción Agrícola, según valor de la Producción
Colombia: 1970-1997 (millones de \$ de 1990)**

Producto	1970		1997	
	Valor de la Producción	Porcentaje del Total (%)	Valor de la Producción	Porcentaje del Total (%)
Carne	341127	21.7	477567	16.6
Café	318467	20.2	408763	14.2
Frutas	34495	2.2	270649	9.4
Caña panelera	67572	4.3	194619	6.8
Papa	69017	4.4	191109	6.6
Subtotal	830678	52.7	1542707	53.6
Plátano	89882	5.7	168825	5.9
Arroz	63604	4.0	163239	5.7
Flores	348	0.0	162400	5.6
Banano Exportación.	28661	1.8	141297	4.9
Palma de aceite	8264	0.5	128317	4.5
Subtotal	190758	12.1	764078	26.6
Caña de azúcar	55483	3.5	114885	4.0
Maíz	86628	5.5	96202	3.3
Yuca	93321	5.9	88001	3.1
Frijol	22710	1.4	67596	2.3
Hortalizas	71328	4.5	55125	1.9
Subtotal	329470	20.9	421808	14.7
Algodón	128806	8.2	34973	1.2
Sorgo	10515	0.7	30217	1.1
Cacao	9768	0.6	25238	0.9
Soya	25352	1.6	14896	0.5
Ñame	4306	0.3	13960	0.5
Subtotal	178748	11.3	119285	4.1
Tabaco Negro	14900	0.9	7379	0.3
Trigo	7063	0.4	6590	0.2
Fique	5143	0.3	5368	0.2
Tabaco rubio	1904	0.1	4423	0.2
Cebada	11293	0.7	2489	0.1
Ajonjolí	5020	0.3	1907	0.1
Maní	175	0.0	1549	0.1
Subtotal	45498	2.9	29706	1.0
Total	1575151	100.0	2877584	100.0

Fuente: Cálculos de los autores con base en cifras del Ministerio de Agricultura

En el cuarto grupo figuran productos con muy baja participación en el producto total, destacándose el algodón por su acelerada pérdida de importancia en el contexto de la

producción agropecuaria global. El último grupo está integrado por productos muy marginales en cuanto a su aporte al producto agropecuario total. Allí aparecen tabaco negro, trigo, fique y maní entre otros.

Para ilustrar la dinámica de la producción agropecuaria nacional en el Cuadro 3 se presentan las tasas de crecimiento de la producción agropecuaria discriminadas por producto y subperíodo. Como ya se ha mencionado, los años 70 sobresalen por las elevadas tasas de crecimiento de la producción en particular en productos como arroz, sorgo, caña panelera, banano, papa flores y maní con tasas anuales de crecimiento de su producción, en casi todos ellos superior al 10% por año.

Durante los 80 se moderan las tasas de crecimiento sectorial aunque se continúan observando rápidos ritmos de expansión en frutas, flores, maní y palma de aceite. En lo que va corrido de los 90 la producción de muchos productos agropecuarios declina ostensiblemente, destacándose el desplome de la producción de cebada, sorgo, soya y algodón. (Cuadro 3)

Considerando un extenso período como el 1970-97 se aprecia que solo 5 productos han sido capaces de mantener altas tasas de crecimiento, por encima del 6% promedio anual, a lo largo del período: Banano, flores, palma de aceite, frutas y maní. La característica común es que se trata de productos exportables como flores, banano y frutas o de materias primas para la agroindustria como la palma de aceite.

Desagregando el crecimiento de la producción agropecuaria en dos factores, crecimiento del área y de los rendimientos, se aprecia que en los rubros más dinámicos la principal fuerza que ha impulsado el avance de la producción ha sido la incorporación de nuevas áreas, en tanto que la expansión de los rendimientos (producción por hectárea) ha tenido influencia menos notoria en el crecimiento total de la producción.

El Cuadro 4 incluye las tasas de crecimiento de la producción, el área y los rendimientos para las distintas actividades agropecuarias consideradas individualmente para el período 1970-97. La producción de palma de aceite en el período de referencia creció en promedio por año al 10.3%, una muy alta fracción de ese crecimiento, 93%, se debió a la expansión de las áreas utilizadas por el cultivo y 7% restante a alzas de los rendimientos por hectárea. En frutales todo el crecimiento se debió a expansión del área ya que los rendimientos promedios tienden a bajar. En maní la situación es similar, los rendimientos han permanecido constantes y la producción creció debido al incremento de las áreas sembradas.

En los cultivos donde la tasa de crecimiento de la producción es negativa, ajonjolí, tabaco negro, algodón, cebada, fique, yuca y soya, la principal causa del deterioro de la producción es la disminución de las áreas sembradas, ya que aunque se observan incrementos en sus rendimientos, estos no fueron suficientes como para contrarrestar la reducción de las áreas sembradas. Lo anterior parece sugerir que estos cultivos han perdido competitividad lo cual explicaría la reducción de sus áreas.

El caso opuesto es el de aquellos cultivos que muestran tasas positivas de crecimiento de su producción, logradas con base exclusivamente en la ampliación de las áreas utilizadas, ya que sus rendimientos se estancaron o declinaron. Este grupo incluye a frutales, maní, caña de azúcar, ñame y hortalizas (Cuadro 4)

Se detecta un tercer grupo de productos integrado por aquellos que lograron tasas positivas de crecimiento de su producción y para ello el alza de los rendimientos aparece como la principal fuente de dicha expansión. En este grupo están caña panelera, plátano, carne vacuna y maíz:

En algunas actividades agropecuarias el efecto combinado de crecimiento de área y de rendimientos contribuyó positivamente para el incremento de la producción. Esta situación se da en banano, papa, sorgo, frijol, café (Cuadro 4).

Cuadro 3 Tasas anuales de crecimiento de la producción agropecuaria Colombia: 1970-97

Producto	1970-79	1980-89	1990-97	1970-97
Carne vacuna	1.4	1.9	-0.7	1.7
Arroz	9.8	0.5	-1.5	2.0
Cebada	2.2	4.6	-20.5	-3.0
Frijol	5.3	3.4	3.1	3.7
Maíz	0.2	0.9	-3.6	1.3
Sorgo	13.9	4.4	-11.0	3.8
Soya	1.4	3.3	-16.3	-0.3
Trigo	-5.7	3.4	-8.3	2.0
Café	4.3	-1.3	-5.2	2.3
Caña de azúcar	4.6	1.7	-2.5	3.2
Plátano	4.9	-0.2	1.5	2.0
Tabaco negro	2.4	-9.9	0.3	-3.8
Caña panelera	10.1	3.3	2.5	3.5
Banano	11.1	1.6	2.4	6.5
Cacao	6.5	5.2	-2.6	4.3
Tabaco rubio	5.2	7.3	-8.5	3.7
Algodón	-0.7	3.3	-20.2	-3.6
Yuca	-0.3	-5.0	0.9	-0.7
Frutas	6.0	8.7	8.9	8.1
Fique	5.8	-3.6	1.5	-1.0
Ñame	12.6	-1.0	27.3	1.3
Hortalizas	-4.6	3.3	1.0	-0.8
Papa	10.6	3.1	2.5	4.3
Flores	50.4	12.8	2.7	20.0
Maní	15.6	13.0	7.4	9.0
Ajonjolí	-6.3	0.4	2.2	-5.0
Palma de aceite	5.7	12.5	10.8	10.8

Los niveles absolutos de los rendimientos y su evolución de los cultivos incluidos en este estudio se presentan en el Cuadro 5.

3. Tendencias más recientes: Período 1990-97

La década presente desde sus inicios ha marcado un nuevo derrotero para el desarrollo agropecuario del país. La creciente globalización de la economía mundial ha inducido cambios en las políticas y en los instrumentos de apoyo al sector agropecuario. El resultado es que el sector ha perdido protección y la producción doméstica ha quedado más expuesta a la competencia internacional. La reducción o eliminación de aranceles, la desaparición de reglamentaciones que limitaban el comercio ha tenido un impacto muy variado en las diversas actividades agropecuarias. En este período ha ocurrido un marcado descenso de las áreas sembradas y una contracción del ritmo de crecimiento sectorial.

Cuadro 4 Evolución de la producción, el área cosechada y los rendimientos en el sector agropecuario de Colombia: 1970-97

Producto	Producción	Area	Rendimiento
Palma de aceite	10.8	10.0	0.8
Maní	8.9	8.9	0.0
Frutales	8.1	9.4	-1.3
Banano	6.5	4.5	2.0
Cacao	4.3	3.9	0.4
Papa	4.3	2.5	1.8
Sorgo	3.8	2.3	1.5
Leche 1/ 2/	3.7	3.3	0.4
Frijol	3.7	2.3	1.4
Caña panelera	3.5	0.6	2.9
Caña de azúcar	3.2	3.9	-0.7
Café	2.3	0.7	1.6
Plátano	2.0	0.4	1.6
Trigo	2.0	-0.5	2.5
Arroz	2.0	1.4	0.6
Carne vacuna 1/ 2/	1.7	0.6	1.1
Maíz	1.3	0.5	0.8
Ñame	1.3	1.5	-0.2
Tabaco rubio *	0.9	-1.0	1.9
Hortalizas **	-0.2	0.3	-0.5
Soya	-0.3	-0.5	0.3
Yuca	-0.7	-1.4	0.7
Fique	-1.0	-1.5	0.5
Cebada	-3.0	-4.0	1.0
Algodón	-3.6	-3.9	0.3
Tabaco negro	-3.7	-4.3	0.6
Ajonjolí	-5.0	-5.5	0.5

* Período 1978-97 ** Período 1973-97

1/ La variable área corresponde al inventario total de vacunos en el caso de carne y al inventario de vacas en lactancia en el caso de leche.

2/ La productividad corresponde a producción de leche por vaca en ordeño y producción de carne por animal en el inventario, respectivamente.

Los cultivos transitorios han reducido sustancialmente su participación tanto en el producto agropecuario como en el área sembrada total. Entre 1990 y 1997 la participación de los cultivos transitorios en el producto agropecuario bajó de 22 a 15%. (Cuadros 6 y 7)

En el mismo período la producción agropecuaria en conjunto creció al 1.9% anual, siendo muy pobre el desempeño de la agricultura que solo lo hizo al 0.2% por año.

Cuadro 5 Evolución de los Rendimientos de la Producción Agrícola Colombia: 1970-97

Producto	1970	1980	1990	1997	Variación 1970/97 %
Café	611	668	845	668	26.8
Caña:			kg/ha		
Azúcar	9742	12754	13385	12750	30.8
Panela	2494	4964	5473	5989	140.1
Arroz	2729	4324	4062	4573	67.5
Algodón	1412	1628	1567	1665	17.9
Soya	1983	1977	1555	2045	3.1
Sorgo	2201	2089	2848	3220	46.3
Frijol	660	723	803	1009	52.9
Yuca	8000	10353	9353	9986	16.9
Trigo	1183	1212	1848	2123	79.5
Maíz	1328	1389	14550	1733	30.5
Papa	10857	12160	15274	16475	51.7
Cebada	1705	1749	1849	1985	16.4
Fique	1200	1332	1371	1576	31.3
Ñame	9627	11503	6229	11853	23.1
Palma de aceite	2102	2846	2810	3034	44.3
Ajonjolí	653	531	661	647	-0.9
Maní	1400	1136	1421	1568	12.0
Tabaco:					
Negro	1850	1635	1719	1832	-1.0
Rubio	1709	1364	1555	1779	3.8
Cacao	405	550	465	470	16.0
Banano	19034	43342	38383	38222	100.8
Plátano	4120	5428	7033	6747	63.8
Frutales	nd.	18635	16537	17887	nd.
Hortalizas	nd.	10319	14667	14198	Nd

El sector pecuario se destacó por su rápida expansión, 4.2% en promedio por año. El crecimiento pecuario se sustentó en el avance de la avicultura y la porcicultura. (Cuadro 8) La caída del producto agrícola se debió principalmente a la reducción de las áreas sembradas en cultivos transitorios, los cuales entre 1990 y 1997 perdieron casi 800 mil hectáreas. Por otro lado, durante el mismo lapso el área en cultivos permanentes creció en cerca de 300 mil hectáreas, por lo cual la pérdida neta del subsector agrícola se situó alrededor de medio millón de hectáreas. (Cuadro 9).

Cuadro 6 Participación porcentual de las distintas actividades en el valor de la producción agropecuaria total. 1990-97 (%)

Actividades Agropecuarias	1990	1997
Cultivos transitorios	22.0	15.2
Cultivos permanentes	38.4	39.5
Total agricultura	60.4	54.7
Bovinos	27.3	28.6
Aves	10.1	14.3
Porcinos	1.7	1.9
Otros	0.5	0.5
Total pecuaria	39.6	45.3
Total Sector Agropecuario	100.0	100.0
Valor bruto de la producción agropecuaria (millones de \$ de 1975)	158065	179779

Fuente :SAG (1998)

Cuadro 7 Valor real de la producción agropecuaria. Colombia: 1990-97 (millones de pesos de 1975)

Valor de la producción	1990			1997		
	Valor	%	% con respecto al total	Valor	%	% con respecto al total
Agrícola	95374	100.0	56.8	98271	100.0	54.7
Cultivos transitorios	34781	36.5	20.7	27281	27.8	15.2
Cultivos permanentes	60593	63.5	36.1	70990	72.2	39.5
Pecuaria	72601	100.0	43.2	81528	100.0	45.3
Bovinos	53180	73.2	31.7	51442	63.1	28.6
Avícola	16024	22.1	9.5	25766	31.6	14.3
Porcina	2629	3.6	1.6	3464	4.2	1.9
Otra	768	1.1	0.5	856	1.0	0.5
Total producción	167975		100.0	179799		100.0

Fuente: SAG (1998)

Con excepción de los tubérculos y raíces, todos los cultivos permanentes incrementaron el área sembrada, destacándose los incrementos de las áreas sembradas en café y en caña de azúcar. (Cuadro 9)

Varios análisis se han elaborado alrededor de éste tema y sus conclusiones han sido controversiales. Una de las más ampliamente aceptadas como explicación del fenómeno, es la acentuada pérdida de rentabilidad de muchos cultivos, que ha impactado con mayor fuerza a los transitorios. (Sanint, 1993, Ocampo y Perry, 1995).

Los cereales con una reducción de 550 mil hectáreas, figuran a la cabeza de las actividades agropecuarias más afectadas por la crisis actual del agro nacional.

Cuadro 8 Tasas anuales de crecimiento del sector agropecuario de Colombia. 1990-97

Sector de actividad	Tasa anual de crecimiento (%)
Agropecuario	1.9
Agrícola	0.2
Cultivos Transitorios	-3.2
Cultivos permanentes excluyendo café	4.0
Café	-4.5
Pecuario	4.2
Bovinos	0.8
Avicultura	7.9
Porcicultura	3.8
Otras	1.6

Fuente: Cálculos basados en cifras de SAG (1998)

Cuadro 9 Evolución de las áreas cultivadas en Colombia: 1990-97

Clase de cultivo	1990 000 has	1997 000 has	Variación absoluta (000 has)	Variación porcentual (%)
Cultivos transitorios	2367	1591	-776	-32.8
Cereales	1613	1061	-552	-34.2
Oleaginosas	133	51	-82	-61.7
Otros cultivos	621	479	-142	-22.0
Cultivos permanentes	2149	2456	307	14.3
Banano y plátano	384	433	49	12.8
Café	906	1041	135	14.9
Tubérculos y raíces	220	208	-12	-5.5
Oleaginosas	105	133	28	26.7
Caña de azúcar	314	384	70	22.3
Otros cultivos	220	257	37	16.8
Total Cultivos	4516	4047	-469	-10.4

Fuente: Cálculos basados en cifras de SAG (1998)

No obstante que la liberación comercial, que implicó reducciones arancelarias, permitió reducir los costos reales de maquinaria, fertilizantes y de agroquímicos en general, esta baja en los costos no compensó a los productores por la pérdida de ingreso originada en la caída en los mercados locales de los precios reales recibidos por ellos. Hacia 1994 los cultivos mayormente afectados por la pérdida de rentabilidad eran soya, ajonjolí, arroz, algodón y cebada (Ocampo y Perry, 1995)

Por su característico ciclo corto de producción, los cultivos temporales responden más rápidamente a los cambios en el entorno económico que los cultivos de plantación o permanentes. Los primeros presentan altas elasticidades precio de la oferta en el corto plazo. Las nuevas condiciones comerciales de apertura económica posibilitaron la importación masiva de alimentos, en especial las de cereales, desalentando la producción local, con repercusiones negativas sobre las áreas plantadas.

Las importaciones de cereales entre 1990 y 1996 crecieron acentuadamente, destacándose los altos niveles de importación de maíz, cebada y trigo (Cuadro 10). En arroz el país pasó de una situación de autosuficiencia con generación de excedentes exportables a una de importador neto.

En materia de balanza comercial de alimentos, esta se ha deteriorado progresivamente. Hasta 1990 se observan superávits en ésta cuenta, pero durante la presente década las importaciones de alimentos han comenzado a superar a las exportaciones de los mismos. (Cuadro 11).

Cuadro 10 Importaciones netas de cereales. Colombia 1990-96
(000 Tm.)

Producto	1990	1996	Variación (%)
Sorgo	1.1	78.2	5788.3
Maíz	32.8	1700.0	4183.6
Cebada	95.8	263.5	175.1
Trigo	73.7	98.3	33.4
Arroz	-0.6	42.7	-
Avena	10.0	14.8	47.4

Fuente: FAO, Base de datos FAOSTAT, 1998.

Cuadro 11 Balanza Comercial de Alimentos en Colombia: 1970-96 1/
(US\$ millones de 1990) 2/

Año	Exportaciones	Importaciones	Balance
1970	250.8	138.5	112.3
1980	595.2	463.1	132.1
1990	598.2	260.7	337.5
1996	807.1	1208.6	-401.5

1/ Excluye pescado 2/ Valores deflactados con el Índice de precios de USA al por mayor, 1990=100.

Fuente: Cálculos basados en cifras de FAO.

Las tendencias de largo plazo y las más recientes del desempeño del sector agropecuario colombiano muestran claramente que éste ha perdido dinámica, lo cual ha conducido a una situación de mayor dependencia de las importaciones para satisfacer las necesidades alimentarias de la población.

Para un país con las características de Colombia, que posee una significativa base de recursos naturales y humanos con aptitud para la producción agropecuaria y que precisa de importantes cantidades alimentos y de divisas para promover su desarrollo, es estratégico que el sector agropecuario logre adelantos importantes en productividad y producción, que aseguren una adecuada oferta alimentaria doméstica y provean excedentes exportables a precios competitivos en los mercados externos.

Para lograr este propósito parecen existir dos elementos claves: (1) La política económica y 2) La política tecnológica. La última implica crear condiciones que lleven a la generación de conocimientos y técnicas de producción novedosas y eficientes que permitan obtener mayores niveles de producción, a menores costos unitarios,

conservando la base de recursos naturales. Pero el desarrollo tecnológico por sí solo no es suficiente, se precisa de un marco de políticas económicas bien definido y estable que propicie la generación, adopción y difusión de las nuevas tecnologías. Se requiere una armonización de las políticas comerciales, tributarias y cambiarias con las políticas tecnológicas, para crear las condiciones adecuadas para la adopción de nuevas tecnologías y el uso de técnicas de producción amigables con el medio ambiente.

El país ha hecho y continúa haciendo un importante esfuerzo para impulsar el desarrollo tecnológico. No obstante, aunque este esfuerzo ha sido de gran magnitud y se han logrado éxitos en términos de nuevos componentes y formas de producción que han ayudado a incrementar la producción y la productividad, ello no ha sido suficiente para acelerar el crecimiento del producto agropecuario de forma significativa y sostenida. Es necesario persistir en el empeño de desarrollar nuevas alternativas de producción ajustadas a las condiciones socioeconómicas y ambientales de la amplia gama de agroecosistemas que prevalecen en Colombia.

La globalización creciente se ha manifestado en cambios en la estructura de la producción agrícola no solamente en Colombia sino en muchos países, que pretenden ajustarse a las nuevas condiciones externas mediante reformas que buscan impulsar la competitividad de su producción. Para insertarse mejor en un mundo más integrado y competitivo, es importante iniciar en el país un proceso de identificación y priorización de los bienes y las cadenas productivas más eficientes y competitivas o con alto potencial para lograrlo. Lo anterior debe estar acompañado del diseño e implementación de ágiles y modernas estructuras productivas e institucionales que ayuden a elevar los niveles de productividad y competitividad.

4. Tendencias de los productos relacionados con el mandato de CIAT

La investigación que ha desarrollado el CIAT en cumplimiento de su mandato ha estado relacionada con arroz, frijol, yuca y pasturas tropicales. El desempeño de éstos cultivos en Colombia ha sido de muy diversa índole entre productos durante las tres décadas consideradas.

A lo largo de todo el período de análisis 1970-97, los rendimientos han jugado un papel importante en la evolución de la producción de los productos relacionados con el mandato de CIAT. En todo el período el aumento de los rendimientos es responsable de un 37 % del incremento de la producción de frijol en Colombia y de un 30% de la de arroz. La yuca es un cultivo que a lo largo de todo el período presenta una clara tendencia a reducir su producción, debido a la caída de las áreas cultivadas. La caída del área cultivada fue de 1.4% por año, pero fue contrarrestada en gran medida por el alza en los rendimientos, 0.7 % por año. (Cuadro 12).

La información disponible sobre carne vacuna y leche indica que durante todo el período, que marca una tendencia de largo plazo, ocurrieron ganancias en productividad en estos dos productos. En carne vacuna el alza de la producción por cabeza en el inventario aportó una fracción muy alta, 65%, del crecimiento total de la producción de carne vacuna. En leche el aumento de la producción/vaca en ordeño aportó 11%% del

incremento de la producción. Ponderando los anteriores porcentajes por los valores promedios de la producción de carne y de leche del período 1970-97, se encuentra para el sector ganadero colombiano en conjunto, carne más leche, la tasa de crecimiento de la producción total fue del 2.7% y que las ganancias en productividad contribuyeron al 26% de ese incremento.

Es importante señalar que en el subperíodo más crítico, 1990-97, los rendimientos de los cultivos fueron fundamentales para frenar la caída de la producción, originada en la reducción de las áreas plantadas. En los casos de frijol y yuca todo el aumento de la producción es atribuible a alzas en los rendimientos. En la década de los 70 se observan los mayores avances de la productividad de la ganadería del país, cuando tanto la demanda interna como la externa crecen sostenidamente. En los 80 la productividad ganadera crece a un ritmo mucho menor que en la década precedente y en lo que va transcurrido de la presente década la productividad media de la ganadería presenta una leve tendencia a la baja. Es preciso interpretar con cautela las cifras disponibles sobre carne y leche, debido a la pobre calidad de la información estadística sobre el sector ganadero en Colombia.

Cabe destacar que la ganadería es uno de los subsectores del agro más afectados por la situación de conflicto e inseguridad internos, la cual se ha agravado en los últimos tiempos. Estas circunstancias adversas, limitan severamente los niveles de inversión y la adopción tecnológica en la ganadería.

5. Otros estudios sobre la productividad agregada en Colombia.

Se argumenta con cierta frecuencia que en el país ha existido un acentuado déficit de información sobre la productividad agrícola y su evolución en el tiempo y que esto ha representado un serio obstáculo para el diseño y la evaluación de las políticas agrícolas, ya que tales cambios de la productividad reflejan tanto cambio en las políticas como cambios en las técnicas de producción utilizadas.

Los primeros trabajos orientados a cuantificar la productividad agrícola del país se remontan a Atkinson (1969) y (1970), Berry (1971) y más recientemente Orozco (1976); Romano (1989), y el trabajo de la Misión de Estudios del Sector Agropecuario (1990).

Atkinson analizó la productividad parcial de los factores en el período 1948-68, concluyendo que durante el mismo las ganancias en productividad de la agricultura nacional fueron muy limitadas, debido a las bajas tasas de adopción de tecnologías mejoradas. Durante este lapso los incrementos de la producción se sustentaron en buena medida en la expansión de las tierras cultivadas, las que explican la mitad del incremento de la producción. La fracción restante se origina en el alza de los rendimientos de cultivos específicos como arroz, caña de azúcar y la avicultura comercial que por esa época iniciaba su despegue.

Las conclusiones de Berry son similares a las de Atkinson ya que estos investigadores concuerdan en que la expansión de la producción agropecuaria del país hasta comienzos

Cuadro 12. Tasas de crecimiento de la producción, el área y los rendimientos de los productos relacionados con el mandato de CIAT. Colombia: 1970-97

Tasa anual de Crecimiento (%)	1970-79	1980-89	1990-97	1970-97
Arroz				
Producción	9.9	0.4	-1.5	2.0
Area	6.3	0.1	-3.1	1.4
Rendimiento	3.6	0.3	1.6	0.6
Fríjol				
Producción	5.3	3.3	3.0	3.7
Area	5.9	1.7	-0.1	2.3
Rendimiento	-0.6	1.6	3.1	1.4
Yuca				
Producción	-0.3	-5.0	0.9	-0.7
Area	-1.9	-2.9	-0.2	-1.4
Rendimiento	1.6	-2.1	1.1	0.7
Leche 1/				
Producción	-1.5	5.5	3.9	3.7
Inventario	-2.6	5.5	3.1	3.3
Rendimiento	1.1	0.0	0.8	0.4
Carne Vacuna 1/				
Producción	4.1	0.8	-0.4	1.7
Inventario	2.2	0.0	1.0	0.6
Rendimiento	1.9	0.8	-1.4	1.1
Total Ganadería				
Producción	1.4	3.1	2.1	2.7
Inventario	-0.1	2.7	2.2	2.0
Rendimiento	1.5	0.4	-0.1	0.7

1/ En el caso de los productos pecuarios el área corresponde a inventario ganadero y los rendimientos a producción por animal en el inventario ganadero.

Fuente: En los cultivos los cálculos están basados en cifras del Ministerio de Agricultura y en ganadería en cifras de FAO.

de los años 50, se originó principalmente en la extensificación de los sistemas mediante la progresiva incorporación de factores tradicionales, en particular de tierra.

La formación de capital humano, las políticas de fomento y el desarrollo tecnológico comienzan a ganar importancia como determinantes del crecimiento de la productividad hacia mediados de los 50. Orozco (1976) documenta este hecho.

Romano (1989) en un estudio sobre la productividad multifactorial de la agricultura colombiana durante el período 1960-82, concluye que para ese lapso el crecimiento promedio anual de la producción total fue del 4%, mayor que la tasa de crecimiento de los insumos 3%, por lo cual el restante 1% se explica por incrementos de la productividad. Las estimaciones de Romano se presentan en el Cuadro 13.

Cifras más recientes aportadas por la misión de Estudios del Sector Agropecuario(1990) señalan que en el período 1950-87 el capital fue el factor más importante para expandir la producción tanto en la agricultura como en la ganadería. En la primera contribuyó con el 24% y en la segunda con el 45%. (Cuadro 14).

Cuadro 13. Estimaciones del Crecimiento de la Producción y la Productividad Agropecuaria en Colombia: 1960-82

Tasa Anual de crecimiento de: (%)	1960/69		1970/79		1960/82	
	Tasa	%	Tasa	%	Tasa	%
Producción total	2.94	100.0	5.15	100.0	4.0	100.0
Total Factores	2.73	92.9	3.96	76.9	2.97	74.2
Productividad total	0.21	7.1	1.19	23.1	1.03	25.8

Fuente: Cálculos con base a datos de Romano L. (1989)

Las ganancias en productividad fueron importantes en ambos subsectores, pero en la agricultura fueron de mayor magnitud.

Considerando al sector agropecuario en su conjunto, en todo el período de análisis de la Misión de Estudios del Sector Agropecuario la producción creció al 3.5% promedio por año. De ese crecimiento el 46.5% se origina en la expansión de los factores productivos y el 53.%% restante en los avances de la productividad multifactorial.

Las cifras relativas al uso de factores de producción y cambios en su productividad durante el período 1950-87, muestran que el sector agropecuario del país perdió progresivamente su capacidad de generación de empleo, debido a un proceso de sustitución de mano de obra por capital, lo cual ha sido observado en muchos procesos de crecimiento. En efecto, la tasa de incorporación de capital fue casi 5 veces mayor que la de mano de obra, 2.8% frente 0.6% por año. La tasa de expansión de las áreas cultivadas también superó ampliamente a la tasa de aumento del empleo agrícola. (Misión de Estudios, 1990)

Cuadro 14 Estimaciones del Crecimiento de la Producción y la Productividad Agropecuarias según subsectores, Colombia:1950-87

Tasas de crecimiento de: (%)	Agricultura		Ganadería		Total Sector Agropecuario	
	Tasa	%	Tasa	%	Tasa	%
Producción total	3.7	100.0	3.1	100.0	3.53	100.0
Total Factores :	2.1	56.8	2.1	67.7	1.64	46.5
Tierra	0.5	13.6	0.2	6.5	0.25	7.1
Trabajo	0.7	18.9	0.5	16.1	0.24	6.8
Capital	0.9	24.3	1.4	45.1	1.15	32.6
Productividad total	1.6	43.2	1.0	32.3	1.89	53.5

Fuente: Misión de Estudios del Sector Agropecuario, Minagricultura - DNP, 1990.

6. Metodología y Datos

Para la estimación de los índices de productividad multifactorial del sector agropecuario colombiano para el período 1970-95 se utilizó la información básica sobre producción, insumos, precios y costos de producción recolectada por Pardey y Falconi para el período 19970-91. Dichas series se revisaron no solo en lo referente a su consistencia interna sino también en cuanto a su coherencia con otras variables incluidas en el estudio. Adicionalmente todas las series se actualizaron hasta 1995.

La construcción del Índice Divisia de productividad multifactorial implica el cálculo por separado de un índice agregado de producción y otro de insumos. La productividad multifactorial se define como:

$$PMF = \frac{Q}{X} \text{ donde:}$$

Q= Índice agregado de producción

X= Índice agregado de insumos

PMF expresa la cantidad de producto agregado por cada unidad de insumo agregado.

El índice de producción agregada QI_t^{DT} en el período t se expresa como:

$$QI_t^{DT} = QI_{t-1}^{DT} \prod_{j=1}^n \left[\frac{Q_{j,t}}{Q_{j,t-1}} \right]^{S_{j,t}^-}$$

Siendo $Q_{j,t}$ el nivel de producción del producto j en el período t. y $S_{j,t}$ la participación porcentual del producto j en el valor de la producción total en el período t.

$$S_{j,t}^- = \frac{S_{j,t} + S_{j,t-1}}{2}$$

El cálculo del índice agregado de insumos XI_t^{DT} se estima mediante la siguiente relación

matemática: $XI_t^{DT} = XI_{t-1}^{DT} \prod_{i=1}^n \left(\frac{X_{i,t}}{X_{i,t-1}} \right)^{S_{i,t}^-}$ en donde $XI_{i,t}$ corresponde a la

cantidad utilizada del insumo i en el período t y $S_{i,t}^- = \frac{S_{i,t} + S_{i,t-1}}{2}$. El coeficiente $S_{i,t}$ representa la participación en los costos totales de producción del insumo i en período t.

Para mayor información sobre la metodología utilizada puede consultarse a Falconi et al. (1995) y (1996) y Alston (1995).

Producción y Precios Para el cálculo del índice de producción se requieren las series históricas de producción por cultivo individual y las series de precios recibidos por los productores para cada año del período total de evaluación. Las series de producción empleadas son las oficiales reportadas por el Ministerio de Agricultura a través de diversas publicaciones en particular en el Anuario de Estadísticas del Sector Agropecuario.

Los datos sobre precios al productor para el período 1970-91 se obtuvieron de Falconi et al (1995) quien toma como fuente al Departamento Nacional de Planeación. El Banco de la República es la entidad que originalmente desarrolló éstas series pero hace varios años interrumpió su elaboración. Por lo anterior, las cifras de precios del periodo 1992-95 debieron ser estimados utilizando los índices de precios al productor para productos agrícolas individuales reportadas por el DANE.

Insumos y Costos. Las series de insumos de la producción agropecuaria constan de cuatro variables: 1) Areas cultivadas, 2) Utilización de mano de obra, 3) Consumo de fertilizantes y 4) Utilización de maquinaria agrícola, expresada en caballos de fuerza de los tractores empleados.

Areas Cultivadas Se revisó la serie del trabajo original de Falconi et al (1995). Se construyó una nueva serie utilizando las cifras reportadas por el Anuario de Estadísticas del sector Agropecuario del Ministerio de Agricultura. Como esas series oficiales excluyen las áreas en café, se adicionaron estas usando información de FAO del período 1970-95. En resumen el área total cultivada es la suma de las áreas sembradas en cultivos transitorios, en temporales y en café. En el cuadro 16 se incluye la serie de área sembrada que finalmente se utilizó.

Mano de Obra Agrícola. Para el empleo rural se contó con dos series: La original aportada por Falconi et al y una serie generada por la Unidad Macroeconómica del Departamento Nacional de Planeación. Se encontró que la última presenta inconsistencias con las áreas sembradas, ya que incluye la disponibilidad de mano de obra rural, pero no la mano de obra rural efectivamente utilizada en la producción. La serie definitiva empleada en este trabajo fue la original de Falconi y Pardey, actualizada con información de CEGA a partir de 1987 (Coyuntura Colombiana).

Maquinaria. Esta variable es una proxy del capital variable utilizado por la agricultura colombiana. Para ello se contó con dos series sobre el empleo de tractores, medido como potencia total usada. Ellas fueron la serie original de Falconi et al basada en cifras de Leguizamo (1989) y una mas reciente elaborada por Balcazar y Correa (1994). Se optó por la última que cubre el período 1970-93 y presenta alta consistencia interna. Las cifras del período 1994-95 se estimaron con base en la potencia promedia observada por tractor en 1993 y a las importaciones de tractores de ese período.

Insumos químicos. Se utilizó la serie original de Falconi et al que incluye el consumo anual de fertilizantes simples y compuestos incluida la urea. Los datos originales de ésta serie provienen de Romano (1987) para el periodo 1970-78 y de 1978 al 91 la División de Insumos del ICA. La serie utilizada finalmente se construyó con información de Falconi et al para 1970-1989 y cifras aportadas por Monómeros Colombo Venezolanos S.A. para 1990-1995

Costos de producción. Para el cálculo de los índices de insumos agregados se precisan los coeficientes de participación en el costo total, de cada uno de los insumos considerados. Para el efecto se utilizó la serie de Falconi et al que toma como fuente a Romano para el período 1970-1986. Los autores estimaron las cifras del período 1987-1995.

Variables Relacionadas con la productividad agropecuaria. En los estudios sobre la productividad agropecuaria no solamente interesa determinar su evolución a lo largo del tiempo, sino también identificar los factores que determinan sus variaciones. A manera de hipótesis se puede plantear que la productividad depende de múltiples factores relacionados con las políticas económicas aplicadas; el desarrollo de capital físico como el mejoramiento de la infraestructura vial y la construcción obras de riego y de adecuación de tierras; la inversión en nuevas tecnologías y la formación de capital humano. Muchas de éstas variables aparecen en el estudio original de Falconi et al (1995) y también son publicadas en Falconi y Pardey (1993).

En este trabajo como hipótesis se plantea que son determinantes de la productividad multifactorial de agricultura del país las siguientes variables: a) Las tasas de cambio y de interés reales, las cuales se suponen que de alguna manera reflejan las políticas macroeconómicas y sectoriales aplicadas. b). Las tasas de escolaridad rural que son indicadores de la formación de capital humano dentro del sector agropecuario. c) Las inversiones en construcción de vías y adecuación de tierras, que muestran el desarrollo de la infraestructura física. y d) Las inversiones en investigación y desarrollo tecnológico.

Infraestructura física. Dentro de la inversión en infraestructura física se consideraron las inversiones en obras de riego y en vías rurales. Para construir la serie de inversión en obras de riego se contó con la siguiente información: a) Cifras de Falconi y Pardey para el período 1975-1990. b) Presupuestos de HIMAT 1971-1995 y c) Cifras de INAT sobre inversiones en adecuación de tierras para el período 1991-1995. La serie a) resultó muy parecida a la serie b) y dado que ésta última incluye un período más extenso se optó finalmente por trabajar con ella. Comparando las series aportadas por HIMAT y por INAT se concluyó que aunque sus tendencias son similares sus niveles absolutos difieren sustancialmente.

Para la elaboración de la serie de inversión en vías rurales se tomaron dos fuentes Falconi y Pardey que cubre el período 1970-1991 y cifras de DRI. Se encontraron notorias discrepancias entre estas dos series. Se optó por proyectar linealmente hasta 1995 la serie original de Falconi y Pardey.

Inversión en Investigación y Desarrollo. Esta es una de las variables con mayores dificultades para construir su serie histórica. Para ello se contó con información de Falconi y Pardey que discrimina la inversión en investigación por sectores público y privado para el período 1970-1991. Esta información fue obtenida por los mencionados investigadores mediante una encuesta realizada a instituciones vinculadas con el tema, tales como ICA, INDERENA, VECOL, CENICAFE, CENICANA, HOECHST, CARGILL etc. Adicionalmente se obtuvo la serie histórica de ejecución presupuestal de ICA-CORPOICA, que en conjunto representa cerca del 67% de las inversiones en investigación agropecuaria del país.

Dada la imposibilidad de elaborar una encuesta similar a la de Falconi y Pardey, la información del período 1992-1995, se calculó usando como base la ejecución presupuestal de ICA-CORPOICA. Se estimó que las otras entidades públicas aportaban el 13.4% restante de la inversión pública total en investigación.

Dado que en el período 1970-91 la inversión en investigación total fue superior a la inversión pública en 31% en promedio, se utilizó este coeficiente para estimar la inversión total del período 1992-95. La inversión en investigación privada para el mismo período se estimó por diferencia entre la inversión total y la pública.

Formación de capital humano. La inversión en educación rural es una variable que tiene claras implicaciones sobre la productividad agropecuaria, ya que mejora la calidad del insumo mano de obra. Se utilizó la serie de Falconi y Pardey sobre número de alumno matriculados anualmente en primaria y secundaria rural en el período 1970-1991. Tal información proviene del Ministerio de Educación de Colombia y se actualizó para 1992-1995 usando el método de regresión lineal.

Política Económica. Como factores de política económica que pueden afectar el desempeño histórico de la productividad multifactorial, se utilizaron la tasa de cambio real y la tasa de interés promedio real del crédito agrícola. La primera representa un componente muy importante de la política macroeconómica. La segunda se constituye en un elemento central de la política sectorial. La fuente de ésta información para todo el período de referencia es La Revista Mensual del Banco de la República.

En el cuadro 15 se resume la información referente a la utilización de insumos en la agricultura colombiana y en el cuadro 16 las variables que hipotéticamente se asume como relacionadas con la evolución de la productividad multifactorial

**Cuadro 15. Evolución de los principales insumos utilizados por la agricultura
Colombia: 1970-95**

Año	Area cosechada (000 ha)	Mano de obra (000)	Fertilizante (000 TM)	Tractores (000 HP)
1970	3191	2292	388.0	1829
1971	3169	2403	467.0	1859
1972	3183	2403	550.0	1934
1973	3338	2266	630.0	1983
1974	3373	2157	610.0	2068
1975	3567	1895	520.0	2079
1976	3815	2097	570.9	2110
1977	3861	2093	636.9	2210
1978	4259	2175	709.1	2280
1979	4034	2024	744.9	2264
1980	4073	1968	692.4	2257
1981	4071	1948	649.0	2276
1982	4131	1827	708.6	2275
1983	3862	1908	751.1	2293
1984	3826	1841	845.3	2273
1985	3906	1912	859.8	2265
1986	3977	1912	974.5	2240
1987	4162	2197	1090.2	2232
1988	4268	2155	1200.0	2076
1989	4545	2193	950.0	2147
1990	4746	2286	1401	2042
1991	4627	2357	1362	1996
1992	4474	2303	1176	1921
1993	4400	2333	1157	1843
1994	4317	2169	1303	1707
1995	4189	2091	1247	1663

Cuadro 16. Variables relacionadas con la Productividad Multifactorial del sector agropecuario. Colombia: 1970-95

Año	Inversión en Investigación & Desarrollo <i>millones de \$ de 1985</i>	Inversión en obras de riego y vías rurales <i>millones de \$ de 1985</i>	Número total alumnos en primaria y secundaria rural <i>'000 de alumnos matriculados</i>	Indice de Tasa de cambio real 1975=100	Tasa de interés real (%)
1970	2480.6	3896.1	1110.9	94.0	5.4
1971	3699.6	4185.3	1132.6	97.6	1.4
1972	3379.5	5310.7	1271.9	101.2	2.9
1973	3928.9	3624.3	1293.1	99.7	-3.7
1974	3413.9	2375.7	1325.4	97.8	-0.5
1975	2851.5	1862.0	1359.5	100.0	6.4
1976	2665.4	1275.6	1421.2	98.7	1.9
1977	2607.6	1753.5	1463.3	85.3	-1.3
1978	2587.1	2477.7	1353.9	85.5	8.4
1979	3204.2	3565.8	1467.0	84.8	3.6
1980	2848.2	6032.2	1465.2	82.2	7.4
1981	3167.8	5393.7	1451.5	76.0	8.7
1982	3253.5	5882.8	1450.9	71.3	11.3
1983	3844.1	7489.9	1450.3	72.9	14.6
1984	5289.8	5680.8	1462.6	77.4	13.9
1985	6583.4	5312.9	1454.7	102.4	10.5
1986	6365.3	7643.0	1445.8	115.1	8.5
1987	8213.5	12833.4	1469.5	115.9	5.6
1988	6168.4	15116.5	1487.6	114.9	4.5
1989	7120.0	16691.9	1500.9	121.8	5.5
1990	5790.4	15131.4	1509.9	132.3	2.3
1991	5322.3	12127.6	1523.0	115.9	7.8
1992	6587.9	11206.7	1572.9	109.8	1.0
1993	5768.9	19166.3	1588.1	111.4	2.4
1994	5735.7	23038.5	1602.4	103.9	5.5
1995	5445.4	20414.1	1617.6	105.5	10.7

7. Estimaciones de los Índices de Productividad Multifactorial del período 1970-1995

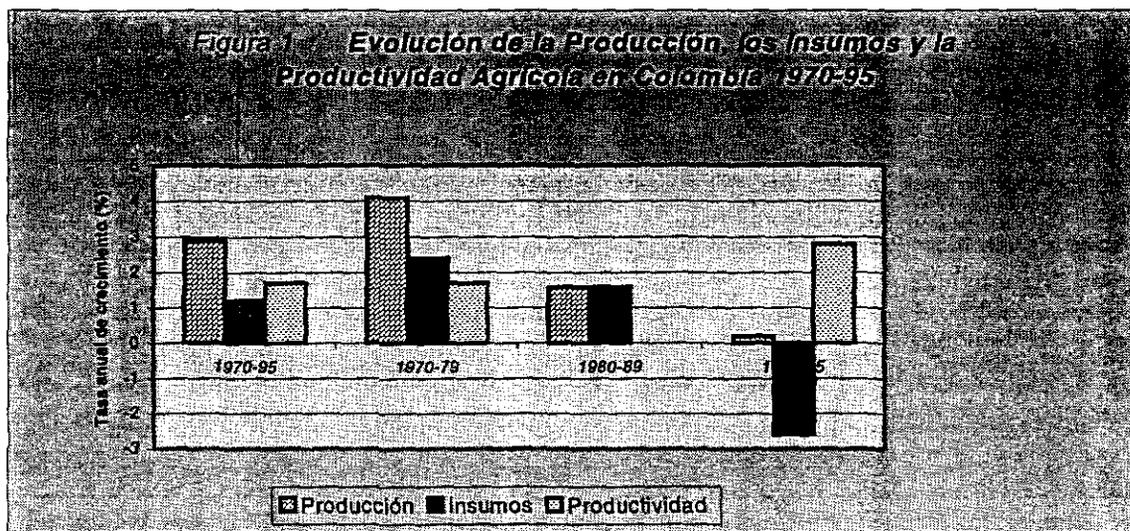
Utilizando el enfoque metodológico y la información estadística descrita en la sección anterior, se procedió a efectuar los cálculos para obtener los índices agregados de producción, insumos y de productividad multifactorial los cuales se presentan en el Cuadro 17.

La primera observación con respecto a los resultados obtenidos es que si bien la producción agregada para todo el período creció en promedio por año al 2.9%, su comportamiento presenta gran variabilidad a lo largo del tiempo. Como ha sido confirmado por estudios previos, la década del 70 marcó un hito en cuanto al dinamismo de la producción agropecuaria del país, cuando el índice de producción agregada creció al 4.1% anual.

Cuadro 17 Índices Divisia de la Producción, los Insumos y la Productividad Multifactorial. Colombia: 1970-1995

Año	Producción	Insumos	PMF
<i>(Índice, 1970 = 100)</i>			
1970	100.0	100.0	100.0
1971	101.2	104.5	96.8
1972	102.5	108.5	94.6
1973	102.2	112.2	91.1
1974	106.1	111.9	94.8
1975	116.2	108.1	107.5
1976	113.3	115.8	97.9
1977	126.3	119.5	105.7
1978	137.5	128.4	107.1
1979	143.3	124.2	115.4
1980	147.3	122.4	120.4
1981	153.8	121.1	127.0
1982	145.8	121.4	120.1
1983	146.1	120.9	120.8
1984	147.1	121.3	121.3
1985	150.6	123.8	121.7
1986	152.8	126.6	120.7
1987	161.6	136.6	118.3
1988	165.8	138.3	119.9
1989	173.6	136.8	126.9
1990	191.1	147.5	129.5
1991	200.8	146.6	137.0
1992	190.0	139.9	136.5
1993	189.6	138.2	137.2
1994	192.7	134.5	143.3
1995	199.0	130.1	153.0

La década siguiente se caracterizó por un estancamiento generalizado de las economías latinoamericanas, con tasas de crecimiento negativas en varios países del área en particular de los sectores agropecuarios. En Colombia el crecimiento agropecuario de los 80 fue modesto y muy inferior al observado en los 70, 1.6% por año.



La actual década marca un acentuado estancamiento del índice de producción agropecuaria, que en 1990-1995 solo creció al 0.2% anual. (Figura 1). Es preciso aclarar que las anteriores estimaciones incluyen solo una fracción de la producción agropecuaria nacional, 86% como se anotó anteriormente.

La incorporación de insumos a la agricultura del país marcó un hito en la década del 70 cuando se observan las mayores tasas de crecimiento de los índices de insumos agregados. (Cuadro 18). En los 80 la incorporación de insumos a la agricultura fue muy moderada, pero se constituyó en la única fuente de expansión de la producción, ya que la productividad agregada de los factores permaneció estancada.

En contraste, la actual década se distingue por el acentuado descenso en el nivel de insumos utilizados por la agricultura nacional. (Figura 1). A pesar de la crisis del agro colombiano en lo que va transcurrido de ella, en donde los hechos más relevantes son el lento crecimiento de la producción agregada y la caída en el empleo de insumos, se aprecia un avance de la productividad agregada que ha contrarrestado en buena medida la reducción del uso de insumos.

En las tres décadas analizadas el comportamiento de la productividad multifactorial es de muy diversa índole: Un crecimiento importante de la misma, acompañado de altas tasas de incorporación de insumos modernos como fertilizantes y maquinaria y de expansión de las áreas cultivadas, en la década de los 70.

Estancamiento de la productividad agregada en los 80, en circunstancias en que se expande el uso de fertilizantes y decrece el de maquinaria. Finalmente, un sorprendente aumento de la productividad en lo que va transcurrido de los 90, en una situación donde declina el nivel de uso de todos los insumos considerados

Desde el punto de vista estrictamente económico se puede argumentar que se ha producido por un lado una reasignación de recursos entre actividades productivas (pe. transferencia de recursos desde los cultivos temporales a los permanentes) y que esto ha dado lugar a incrementos en la productividad agregada. Por otro lado, se han producido aumentos en las tasas de desocupación de recursos como tierra y mano de obra. (Cuadro 17).

En este punto las consideraciones de tipo social relacionadas con la equidad y los ingresos son de tremenda relevancia. Es importante establecer que tipo de productores y que regiones del país han sido afectadas en mayor grado con la desocupación de éstos recursos básicos. Aunque se observen incrementos de la productividad agregada, esto puede enmascarar la salida de la producción de pequeños y medianos productores y de trabajadores rurales, lo cual tendría efectos muy negativos sobre la equidad y las condiciones de vida en el sector rural del país.

Cuadro 18. **Tasas anuales de crecimiento del uso de insumos en la agricultura Colombia:1970-95**

Período	Area cosechada	Mano de obra	Fertilizantes	Maquinaria
1970-79	3.9	-1.7	5.5	2.6
1980-89	0.9	1.6	6.1	-0.6
1990-95	-2.4	-1.9	-2.1	-4.3
1970-95	1.3	0.0	4.4	-0.2

8 Determinantes de la Productividad Multifactorial de Colombia

Si bien es importante determinar los niveles de productividad multifactorial y su evolución histórica, es muy útil identificar las causas las causas subyacentes que explican sus variaciones.

Entre los factores más importantes, identificados por la literatura sobre el tema, como principales causas de los cambios en productividad aparecen: 1) Inversión en desarrollo y tecnología. 2) Inversión en infraestructura física 3) Formación de capital humano y 4) Política económica aplicada.

La aplicación de nuevos conocimientos y de técnicas de producción que conduzcan a un uso más eficiente de los recursos productivos es sin ninguna duda, una de los principales determinantes del crecimiento de la productividad multifactorial. El desarrollo de las tecnologías mejoradas está en función de la magnitud y eficiencia del uso, de los recursos públicos y privados destinados a actividades de desarrollo e investigación

La inversión en vías de comunicación y en adecuación de tierras tiene claras implicaciones sobre los niveles de productividad en la región y en la finca. La incorporación a los sistemas de producción de recursos productivos de mejor calidad y un mejor acceso a los mercados de productos e insumos, permite obtener ganancias en productividad.

En Colombia varios estudios han demostrado que tanto en el Piedemonte Llanero como en el de Caquetá, el mejoramiento de la red vial regional ha inducido cambios en los sistemas ganaderos, los cuales han evolucionado de sistemas extensivos orientados exclusivamente a la cría, a otros más intensivos dedicados al doble propósito, los cuales presentan mejores índices de productividad total. (Michelsen 1990, Smith y Cadavid, 1994)

La inversión en capital humano es esencial en todo proceso de cambio y progreso. El mejoramiento del recurso humano implica una aplicación más eficiente de las técnicas y nuevos conocimientos y un mejor uso de los recursos disponibles. En los procesos de adopción tecnológica, la pobre capacitación de la mano de obra y la limitada capacidad de gestión de los productores, pueden constituirse en obstáculos serios para obtener avances significativos de la productividad.

El marco económico general donde se desenvuelve la actividad productiva tiene claras incidencias en el nivel y evolución de la productividad. La política económica al influenciar los precios relativos de productos e insumos determina la estructura de la producción agregada y en la finca, las combinaciones de uso de insumos y las tecnologías a emplear. Todo este proceso en definitiva determina entradas y salidas de los productores a los mercados y variaciones de la productividad agregada a través del tiempo.

En este trabajo para tratar de identificar los factores determinantes de la productividad multifactorial del sector agropecuario colombiano se plantea un modelo de regresión doble logaritmico que se expresa como:

$$PMF = f(II, IRV, IE, TCR, TIR) \text{ donde:}$$

PMF = Productividad multifactorial; II= Inversión total en investigación agropecuaria
IRV= Inversión en obras de riego y vías; IE = Inversión en educación; TCR= Tasa de cambio real; TIR= Tasa de interés real para los préstamos agropecuarios.

La forma funcional del modelo utilizado corresponde a una Cobb-Douglas planteada como:

$$PMF = A(II)^{\gamma_1} (IRV)^{\gamma_2} (IE)^{\gamma_3} (TCR)^{\gamma_4} (TIR)^{\gamma_5}$$

donde A es una constante y los exponentes $\gamma_1, \dots, \gamma_5$ corresponden a las elasticidades de la productividad multifactorial con respecto a las variables independientes.

II= Inversión anual en investigación pública y privada en el sector agropecuario. (millones de \$ de 1985)

IRV= Inversión anual en vías rurales y obras de riego. (millones de \$ de 1995)

IE= Inversión en educación, se utiliza como proxi, el número de alumnos matriculados en primaria y secundaria rural. ('000 de alumnos)

TCR: Índice de la tasa de cambio real 1990=100

TIR: Tasas de interés real promedio para préstamos al sector agropecuario (%)

Dado que se trabaja con series de tiempo para el ajuste de los modelos de regresión, uno de los primeros y más serios problemas que se presenta es el alto grado de correlación existente entre las variables explicatorias. La matriz de correlaciones simples que se presenta en el cuadro 19 lo permite anticipar, siendo confirmada plenamente la existencia del problema por el procedimiento de diagnóstico de colinearidad.

Cuadro 19. **Matriz de correlaciones simples entre variables asociadas con la Productividad Multifactorial**

	II	IRV	IE	TCR	TIR
II	1.000	0.783	0.533	0.693	0.114
IRV	0.783	1.000	0.707	0.481	0.282
IE	0.533	0.707	1.000	0.240	0.251
TCR	0.693	0.481	0.240	1.000	-0.366
TIR	0.114	0.282	0.251	-0.366	1.000

Este diagnóstico señala que efectivamente se presentan perturbaciones originadas en la colinearidad las cuales se manifiestan en: a) Altos valores de los coeficientes de determinación múltiple (R^2) y baja significancia de las variables independientes y b) Bajos Valores Propios (Eigenvalues) fuertemente asociados con más de una variable. El último literal es el más concluyente con respecto a la existencia de un problema severo de colinearidad, el cual puede ser atenuado con algún procedimiento econométrico.

Los problemas de colinearidad encontrados hacen que el procedimiento simple de regresión por mínimos cuadrados ordinarios (MCO) produzca estimadores de los coeficientes de las variables consideradas como independientes, con varianzas muy elevadas, lo que conduce a su vez a obtener bajos niveles de significancia de los coeficientes estimados.

Para obviar este problema que viola uno de los supuestos básicos del modelo de regresión - la independencia de las variables explicatorias - se utilizó un procedimiento alternativo de regresión que permite efectuar estimaciones de los parámetros, atenuando los efectos

indeseables de la de multicolinealidad. Se trata del procedimiento de regresión de borde (*Ridge Regression*), implementado en el paquete SAS.

Este método estadístico de aproximación permite obtener un conjunto de modelos de regresión cuyos parámetros varían según cambia el valor de un parámetro de control denominado K. En la medida que K crece los parámetros de regresión cambian y tienden a estabilizarse, identificando con ésta estabilidad el modelo más apropiado.

Cuadro 20 **Modelo de regresión de la Productividad Multifactorial (PMF) Colombia 1970-1995**

Parámetros	Variable Dependiente: PMF $R^2 = 0.87$ $\hat{R}^2 = 0.84$		
	Valor del Coeficiente	Valor de t	Nivel de probabilidad (α)
Intercepto	32.7000	2.7223	0.01300
II	0.00067	1.2641	0.22000
IRV	0.00074	5.2857	0.00004
IE	0.0467	5.8668	0.00001
TCR	0.04223	0.7259	0.47626
TIR	0.64316	2.9584	0.00770

Todas las variables son tomadas en su logaritmo base 10. Valor de K=0.54

\hat{R}^2 : Coeficiente de determinación múltiple ajustado por grados de libertad.

De los cinco variables incluidas en el modelo resultan altamente significativas como determinantes de las variaciones de la PMF, las inversiones en vías rurales y obras de riego y la formación de capital humano. Ambos coeficientes presentan signo positivo, lo cual corresponde a lo esperado: Una correlación positiva entre productividad e inversiones en infraestructura y educación. Pese a lo anterior, las elasticidades (los coeficientes) resultan muy bajos, por ejemplo por cada 10% de incremento anual del número de estudiantes rurales, la PMF crece solo 0.5%. Una explicación es que es muy posible que en la relación causa- efecto entre esas variables, existan rezagos que deben ser considerados explícitamente dentro del modelo. Vale decir, el incremento del número de alumnos matriculados en un año determinado, no tiene efectos inmediatos sobre La PMF en ese mismo año, sino 3, 4 o más años adelante. En tal caso estaríamos hablando de una baja elasticidad en el corto plazo y alta elasticidad en el largo plazo. Una consideración similar puede plantearse para las inversiones en infraestructura rural.

La otra variable que resulta significativa y con alta elasticidad es la tasa de interés real promedia de los préstamos agropecuarios. Sin embargo el signo positivo que presenta ésta variable puede ser controversial, ya que su signo positivo parece ser contraintuitivo: En la medida en que se encarecen los préstamos agropecuarios se incrementa la PMF. La situación puede ser vista de dos formas: a) Si el factor capital se encarece esto implicaría un uso más eficiente de este recurso, lo cual conduciría a un incremento de su productividad. b) Si el capital se vuelve mas caro esto limita su empleo y algunos productores no estarían

en capacidad de efectuar las inversiones necesarias para la adopción tecnológica y el incremento de la productividad.

La inversión total en investigación que es considerada fundamental para el aumento de la productividad resultó con muy bajo nivel de significancia ($p=22\%$), lo cual podría ser explicado por varias razones: 1) Muchas de las innovaciones y técnicas de producción no son aplicables genéricamente. Ellas presentan especificidades en relación con cultivos, regiones geográficas y productores. Por lo anterior, es muy difícil encontrar relaciones significativas de causa - efecto entre inversiones en investigación y productividad, sin elaborar tales desagregaciones. 2) El efecto de la inversión en investigación sobre los niveles de productividad no es inmediato, previo a ello deben ocurrir los procesos de desarrollo y adopción y difusión de las nuevas tecnologías.

Una gran limitación que surge cuando se trabaja con niveles tan altos de agregación – como en este caso: la productividad multifactorial del sector agropecuario colombiano –es que se confunden y contraponen efectos de sentido opuesto que se dan al nivel de región geográfica, tipo de productor, sistema de producción y producto.

El anterior obstáculo es muy difícil de superar por la pobre calidad de la información básica disponible para el sector agropecuario de Colombia. Los censos agropecuarios están desactualizados y en oportunidades excluyen grandes regiones, frecuentemente las más marginales. Algunas de las series estadísticas disponibles son simples estimaciones globales que no discriminan por región o zona productora. El uso de insumos por región productora o cultivo no está documentado y mucho menos las variaciones de su calidad a través del tiempo.

Por lo anterior cuando se calculan los índices agregados de insumos y productos no es posible introducir ajustes por cambios en la calidad de los mismos, por lo tanto es importante dejar en claro y hacer conciencia de que los índices de PMF estimados presentan grandes limitaciones debidas a la calidad y disponibilidad de información.

Pero también es preciso señalar que ellos muestran una tendencia muy general de la productividad del sector agropecuario del país, confirmada por otros estudios sobre el tema, en la que se pueden distinguir claramente tres períodos: 1) La década del setenta caracterizada por una rápida expansión del producto agropecuario, en ella conjuntamente la incorporación de insumos y la productividad contribuyeron significativamente al avance del producto agropecuario. 2) La década del 80, una fase de estancamiento, con reducida incorporación de insumos y productividad constante y 3) La década actual, que puede considerarse como una fase de cambios, caracterizada por reformas institucionales y de política que han derivado en variaciones en la estructura de la producción agregada, reducción del uso de insumos básicos como tierra y trabajo, lento crecimiento de la producción y mayor dependencia de las importaciones de alimentos para suplir la demanda doméstica. Los avances en productividad han contrarrestado parcialmente el menor empleo de insumos.

Conclusiones

En el presente trabajo se concentró en la evolución y dinámica del sector agropecuario del país, haciendo un particular énfasis en el nivel y en las variaciones de su productividad. El período de análisis 1970-1997 se subdivide en tres subperíodos 1970-1979, 1980-1989 y 1990-1997 los cuales presentan marcadas facetas que permiten establecer diferencias.

El primero de ellos es una etapa de expansión económica general y del sector agropecuario en particular. Condiciones favorables en los mercados internos como externos posibilitaron un rápido avance de la producción agregada. La incorporación de mayores insumos al aparato productivo y los avances en la productividad de los mismos generaron las condiciones propicias para el crecimiento del sector.

Durante la década del 80 el ritmo de expansión declina sustancialmente, disminuye la tasa de incorporación de insumos al sector y la productividad agregada se estanca. Se trata de un período especialmente crítico para las economías latinoamericanas, en el cual imperan agudos procesos inflacionarios, elevadas cargas por servicio de la deuda externa, reducciones de los precios de los productos exportables y acentuados déficits en la balanza comercial de bienes y servicios. Los programas de expansión de la frontera agrícola de los años 60 y 70 se redujeron considerablemente y la inversión estatal en infraestructura física en el sector agropecuario se redujo considerablemente.

Durante los 70 en Colombia se realizó un gran esfuerzo en términos de inversión bruta en capita físico, por ejemplo la inversión en adecuación de tierras y formación de nuevas plantaciones creció a una tasa anual del 4.5% y la inversión en maquinaria agrícola al 4.7% por año. En contraste, durante los 80 las inversiones en adecuación de tierras y en nuevas plantaciones permanecieron constantes en tanto que la inversión bruta en maquinaria se redujo a una tasa del 4.9% anual.

La década actual es un período de cambios y de reformas en el cual el aparato productivo se está ajustando a las nuevas reglas de juego, se observan transferencias de recursos entre subsectores, desocupación de algunos de ellos como tierra y mano de obra, lento crecimiento de la producción agregada, mayor dependencia del comercio para el abastecimiento de alimentos y la productividad agregada juega un rol importante para contrarrestar la reducción del uso de insumos. Dado que se trata de un período de transición, aún es prematura la evaluación del impacto final de las reformas sobre la productividad del sector. La tendencia parece ir en el sentido de que con la globalización muchos productos tradicionales del agro del país van perdiendo dinámica y competitividad tanto en los mercados internos como externos y que es necesario identificar e impulsar nuevas actividades agropecuarias capaces de insertarse y competir exitosamente en el nuevo modelo económico.

Si bien la productividad ha jugado un papel importante para expandir la producción agropecuaria del país, no ha sido suficiente para mantener un crecimiento alto y estable a través del tiempo. Los índices Divisia de Productividad Multifactorial, de producción y de

insumos muestran que en promedio para el período 1970-1995, el 59% del crecimiento de la producción se originó en el avance de la productividad agregada.

El crecimiento de la productividad ocurrió en los 70 y en la actual década, dos períodos ampliamente contrastantes. En el primero el avance de la productividad estuvo ligado al alto crecimiento de los insumos, lo cual derivó en elevadas tasas de crecimiento del producto. En este caso productividad y uso de insumos se movieron en el mismo sentido.

En la presente década productividad y el uso de insumos se han movido en direcciones opuestas, lo cual ha resultado en bajas tasas de crecimiento de la producción agregada.

Para el diseño de políticas específicas para mejorar la productividad y la competitividad de la producción nacional, una de las preguntas más relevantes es: ¿Que factores influyen en la productividad agregada y en qué medida lo hacen? Para enfrentar este interrogante se ajustaron modelos de regresión donde se relacionó el índice de productividad multifactorial con variables que hipotéticamente influyen en la productividad tales como: Inversión en investigación, Inversión en infraestructura, inversión en capital humano, tasa de interés real y tasa de cambio. Si bien se lograron modelos econométricos con altos índices de determinación múltiple (R^2) y resultaron altamente significativas variables como inversión en capital humano, inversión en obras de riego y en vías y tasa de interés real. Es necesario anotar que en las dos primeras variables la elasticidad es muy baja y en la segunda el signo positivo del coeficiente no es del todo claro.

El alto nivel de agregación de los índices de productividad multifactorial hace difícil encontrar variables explicativas significativas y con gran impacto. En el agregado, muchos efectos que se dan en el orden regional, de producto o de sistema de producción se confunden y aún más pueden actuar en sentido opuesto y contrarrestarse.

La variable inversión en investigación resultó poco significativa ($p=22\%$) lo cual puede obedecer a dos causas: 1) Muchos de los productos de la investigación no son genéricos sino específicos a la región, producto, sistema de producción, tipo de productor etc., por lo cual cuando se trabaja a tan altos niveles de agregación, se diluyen y cancelan efectos muy significativos y de gran impacto que podrían darse a niveles inferiores de agregación, como por ejemplo el producto o la región. 2) Los efectos de algunas variables sobre la productividad no son inmediatos, se requiere como en el caso de la investigación y desarrollo de nuevas tecnologías agropecuarias de un proceso previo de diseño, adopción y difusión de las nuevas técnicas, que toma varios años antes de que se observen efectos significativos sobre la productividad.

El tema de la disponibilidad de información suficiente y confiable, es crítico para el desarrollo de esta clase de estimaciones. En el país la base estadística para el sector agropecuario es aún deficiente, presentando grandes vacíos no solo de cantidad sino de calidad. Un aspecto importante para la planificación del sector agropecuario y para el diseño de políticas de fomento, es el mejoramiento de la información actual sobre precios al productor, uso de insumos, costos de producción etc., que permitan elaborar estimaciones más precisas y confiables y recomendaciones más específicas.

Referencias

- Alston Julian, Geoege W. Norton and Philip G. Pardey** (1995). Science under scarcity: Principles and Practice for Agricultural Research Evaluation and Priority setting, Cornell University Press.
- Balcázar V., Alvaro y Claudia María Correa G.**, 1994, Impacto de las Políticas Económicas sobre la mecanización agrícola en Colombia, Coyuntura Colombiana, Nueva Epoca, Vol. II, No. 5, Bogotá.
- Banco de la República**, *Revista Mensual*, Bogotá, Colombia, varios números
- Berry Albert** (1971), Land distribution, Income distribution and Productive Efficiency of Colombian Agriculture, Economic Growth Center, New Haven, Connecticut.
- CEGA**, Centro de Estudios Ganaderos y Agrícolas, *Coyuntura Colombiana*, Bogotá, Colombia, Varios números
- Falconi Cesar, Philip Pardey, Libardo Rivas y Grant M.Scobie** (1996). Crecimiento de la Productividad Agropecuaria en Colombia, Presentado al Primer Taller de Trabajo del Estudio Nacional sobre Determinantes del Crecimiento de la Productividad en Colombia, Departamento Nacional de Planeación- Colciencias- Fonade, Santafé de Bogotá, Diciembre 5-6 de 1995.
- Falconi Cesar, Philip G. Pardey, Grant M. Scobie y Libardo Rivas.**(1995) Colombian Agricultural Productivity Growth, Draft, Version 4. December.
- Falconi Cesar and Philip G. Pardey** (1993). Statistical Brief on the National Agricultural Research System, ISNAR Indicator Series Project: PHASE II, December
- Romano, L.** (1989). La productividad agropecuaria agregada en Colombia 1960-1982, coyuntura agropecuaria, Vol. 6 No. 3, Bogotá, Octubre
- Michelsen Heike**, (1990). Análisis del Desarrollo de la Producción de Leche en la Zona Tropical Húmeda: El caso del Caquetá, Colombia. CIAT, Documento de Trabajo No. 60, Cali, Colombia.
- Ocampo José Antonio y Santiago Perry** (1995). El Giro de la Política Agropecuaria. TMEditores - FONADE - DNP.
- Romano, L.** 1989. La productividad agropecuaria agregada en Colombia 1960-1982, coyuntura agropecuaria, Vol. 6 No. 3, Bogotá, Octubre
- SAG** (1998). *Revista SAG*, Cali, Año XVI, No. 1.
- Sanint, L.R.** 1993. Efecto de la apertura económica sobre la rentabilidad de algunas actividades agropecuarias en Colombia, 1989-1993: un estudio de casos. Ministerio de Agricultura de Colombia. Junio. Bogotá, Colombia.

Smith, J., J.V. Cadavid, A. Rincón and R. Vera (1996). Land Speculation and Intensification on the frontier: a seeming paradox in the Colombian Savanna, CIAT, Cali, Colombia.