

*Segundo Borrador*

***Desarrollo Tecnológico y Crecimiento Económico en la  
Orinoquia y Amazonia Colombianas: Pasado, Presente y Futuro***



*Tendencias Socioeconómicas y Evaluación Económica Ex-ante del Cambio Técnico*

**Convenio de Cooperación Técnica y Científica MADR - CIAT**

*Libardo Rivas R*

**Centro Internacional de Agricultura Tropical  
Proyecto de Evaluación de Impacto  
Cali, Colombia**



**Octubre, 2000**

**HC  
79  
. T4  
R58**

HE  
79  
T4  
R58

*Segundo Borrador*

***Desarrollo Tecnológico y Crecimiento Económico en la Orinoquia y Amazonia  
Colombianas: Pasado, Presente y Futuro***

*Tendencias Socioeconómicas y Evaluación Económica Ex-ante del Cambio Técnico*

**Convenio de Cooperación Técnica y Científica MADR - CIAT**

***Libardo Rivas R***

97617

**Centro Internacional de Agricultura Tropical  
Proyecto de Evaluación de Impacto  
Cali, Colombia**

**Octubre, 2000**

## Resumen

El presente trabajo se elaboró dentro del marco del Convenio de Cooperación Técnica y Científica suscrito entre el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia (MADR) y el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), que busca desarrollar sistemas de producción agropecuarios sostenibles y componentes tecnológicos apropiados para los Llanos Orientales (Orinoquia) y la región amazónica del país.

El estudio incluye dos temas principales: 1) Análisis de las tendencias socioeconómicas en la región de interés en el transcurso de las dos últimas décadas y 2) La evaluación *ex-ante* de los beneficios sociales que se derivarían del desarrollo y adopción de tecnologías mejoradas en ciertos cultivos y actividades ganaderas, que se consideran con alto potencial para lograr un crecimiento de forma sostenible, competitiva y equitativa en la Amazonia y Orinoquia colombianas (A&O).

El análisis de las tendencias incluye una revisión de la información disponible sobre la magnitud y la dinámica de los recursos de tierras, la producción agregada, la población, la producción agropecuaria, las áreas cultivadas y los rendimientos. Dada la pobre disponibilidad y calidad de la información sobre las actividades pecuarias en esta región del país, se elaboran algunas estimaciones sobre las superficies en pasturas y la producción de carne vacuna y de leche.

Entre las conclusiones en el tema de las tendencias socioeconómicas se destacan las siguientes:

- 1) La producción agregada de la región presentó gran dinámica durante el período de análisis, creciendo el PIB regional en los años 1980-1995 al 6.6% anual, frente al 3.8% para el país en conjunto. Parte de esa dinámica es explicada por el auge petrolero que caracterizó dicho período.
- 2) La agricultura regional en el período 1981-1998, también mostró un dinamismo importante. Las áreas cultivadas casi se duplicaron, creciendo en promedio por año al 3.6%, en contraste con el crecimiento del área cultivada del país de solo 0.5% anual.
- 3) La densidad poblacional es muy baja, pero se observaron elevados índices anuales de crecimiento de la población en regiones específicas como Arauca (10.1%), Vichada (7.5%), Putumayo (6.2%) y Casanare (4.4%).
- 4) No obstante lo anterior, la población que habita la región sigue siendo una pequeña fracción del total del país, por lo cual su mercado interno es reducida y A&O se convierte en exportador neto de alimentos y materias primas para el resto de Colombia.
- 5) Se destacan como cultivos importantes regional y nacionalmente, por la magnitud de las áreas utilizadas y el volumen y valor de la producción, plátano, yuca, , maíz y palma de aceite. En 1998 de un total de 377 mil hectáreas cultivadas, el 92% era

ocupado por los cultivos citados. La ganadería por la magnitud de los recursos que emplea, particularmente tierra y ganado, y por su aporte a la oferta total de carne y de leche nacional país, es de vital importancia económica en A&O.

- 6) El patrón de crecimiento histórico de la producción agropecuaria en la región ha sido de carácter extensivo. El avance de la producción de los cultivos más importantes como arroz, yuca, plátano y palma de aceite, es explicado en una elevada proporción – 75% - por el incremento de las áreas plantadas, mientras que al crecimiento de los rendimientos se atribuye el 25% restante.
- 7) Los índices de Gini sobre distribución del ingreso permiten inferir que en A&O la situación es un poco más equitativa que la del país en conjunto. Los porcentajes de población pobre se sitúan en niveles un poco más bajos que los del resto de Colombia. No obstante, del análisis de los índices de necesidades básicas insatisfechas (NBI) se desprende que la situación es más crítica en A&O que en el país como un todo y que dentro de la región en estudio las peores condiciones se presentan en la Amazonia.
- 8) Se precisa de un mayor esfuerzo para generar indicadores de tipo ambiental que permitan monitorear la situación y evolución de la base de recursos naturales en A&O. Se considera que el deterioro de éstos es una de las grandes amenazas para la región, sin embargo, una búsqueda bibliográfica realizada demostró que la información sobre este tema es prácticamente inexistente.

La evaluación de los beneficios potenciales de un cambio tecnológico en el área de interés incorpora actividades agropecuarias tradicionales de la región como arroz, plátano, yuca, maíz, frijol y ganadería, otras de más reciente aparición como palma de aceite, sorgo y soya y algunas actualmente poco significativas en A&O, pero a las cuales varios analistas confieren altas posibilidades para llegar a ser importantes en A&O, como es el caso de los frutales. Dentro de éste último grupo se incluyen naranja, piña, aguacate, mango, papaya, aguacate y sandía.

Para la estimación de los beneficios sociales originados en el desarrollo y adopción de tecnologías mejoradas, se utilizó el Modelo de Evaluación de Excedentes Económicos (MODEXC), que permite calcular los flujos anuales de beneficios tecnológicos y su distribución entre consumidores y productores. Este modelo da la posibilidad de analizar la distribución social de los beneficios, según el grado de apertura de los mercados.

El modelo trabaja con dos tipos de supuestos básicos: Tecnológicos y económicos, los cuales caracterizan las tecnologías a evaluar y los mercados de productos que serán afectados por tales tecnologías. Los supuestos más críticos en éste caso son las magnitudes de las áreas a impactar con las nuevas tecnologías y el nivel de rendimientos de las mismas. En los cultivos se suponen aumentos moderados de las áreas actualmente cultivadas, las cuales se incrementarán en la región en un 50% (2.7% anual) en los próximos quince años, y que los rendimientos crecerían un 20% en el mismo periodo.

En ganadería se supone que una pequeña proporción del área actual en pasturas (24%) se convertirá a pastos mejorados y que no habrá expansión del área ganadera actual. Esta suposición es coherente con la evidencia empírica que indica que los productores de la región introducen pastos mejorados en pequeñas áreas de las fincas, para ser utilizados estratégicamente en las épocas críticas y con los grupos de animales con mayor respuesta en producción (vacas en lactancia y novillos de ceba).

Para determinar los niveles de productividad de las pasturas mejoradas se utilizó la información disponible en el CIAT, proveniente de numerosos trabajos de campo efectuados en el área objetivo.

Los beneficios sociales de las diferentes alternativas evaluadas indican que en orden descendente éstas se pueden agrupar así: Carne, plátano, leche, arroz, frutas, yuca, palma de aceite, maíz, soya, sorgo y frijol. Entre las frutas evaluadas los mayores beneficios potenciales corresponden a naranja y piña. El rango de variación del valor presente de los beneficios tecnológicos estimados fluctúa entre us\$175 millones para carne y us\$ 3 millones para frijol. El bajo nivel de beneficios para frijol se debe a la reducida área sembrada actualmente en A&O con ese cultivo, 1600 hectáreas.

Los alimentos básicos en la dieta colombiana, arroz, carne, leche y maíz, se caracterizan por su baja elasticidad precio de demanda. En éstas circunstancias y en una situación de mercado cerrado, los beneficios tecnológicos se concentran en los consumidores. Por el contrario, cuando se trata de productos con alta demanda para procesamientos industriales, que se caracterizan por su alta elasticidad precio, los beneficios tecnológicos tienden a concentrarse en los productores, es el caso de palma de aceite, soya, sorgo y yuca.

Cuando se trata de bienes transables en los mercados internacionales, la distribución de los beneficios entre actores sociales puede cambiar sustancialmente. En este estudio se ilustra la situación con los casos de arroz y carne vacuna, productos en los cuales en condiciones de economía abierta ocurre una redistribución de beneficios en favor de los productores.

Para que el cambio técnico se consolide y sea perdurable se requiere que exista cierto nivel de equidad en la distribución de sus beneficios. Lo anterior, sugiere que la política económica (comercial, cambiaria e impositiva) puede ser un instrumento muy importante para redistribuir los beneficios tecnológicos y lograr el objetivo de modernización con equidad.

Al expresar los beneficios como anualidades (suma fija que se recibiría durante un determinado período) se encuentra que los valores de las mismas están muy por encima de las inversiones anuales que actualmente se hacen para desarrollar nuevas alternativas tecnológicas para A&O. Por ejemplo, para que la inversión en nuevas tecnologías de arroz para la región en estudio no fuese rentable, ella debería superar los us\$12.6 millones anuales, por un tiempo mayor de 15 años. Una reflexión similar se puede efectuar para las otras alternativas evaluadas.

El estudio concluye que el cambio técnico en A&O es altamente rentable desde el punto de vista social, pero que la inversión en investigación y desarrollo de las tecnologías

apropiadas, es absolutamente necesaria pero no suficiente, para lograr altos niveles de adopción e impacto.

Se sugiere que los problemas de la adopción tecnológica en A&O están mas relacionados con su viabilidad que con su rentabilidad. La primera incluye aspectos económicos, técnicos, de mercados, de infraestructura vial y de comunicaciones, muchos de ellos fuera del control de los productores, que pueden impulsar o frenar la adopción. Se destaca el hecho de que uno de los principales determinantes de la viabilidad, es la estabilidad social y económica. En las actuales circunstancias del país, en donde afloran conflictos y tensiones sociales, éstas representan un serio obstáculo para que se efectúen las inversiones públicas y privadas, necesarias para modernizar el sector agropecuario de A&O y de Colombia en general.

**Palabras Clave:** *Tendencias, Evaluación, Tecnología, Beneficios Sociales, Rentabilidad, Viabilidad, Amazonia y Orinoquia, Colombia.*

## **Desarrollo Tecnológico y Crecimiento Económico en la Orinoquia y Amazonia Colombianas: Pasado, Presente y Futuro.**

*Libardo Rivas<sup>1</sup>*

### **I Introducción.**

La Amazonia y Orinoquia de Colombia (A & O) en conjunto representan un espacio territorial que corresponde a casi el 60% de la superficie total del país. La primera ocupa un área de 403 mil kms<sup>2</sup> y la segunda 254 mil kms<sup>2</sup> (González, L.M., 1989).

La sola Amazonia comprende el 35% de la superficie nacional y en términos de divisiones político administrativas está conformada por los departamentos del Caquetá, Putumayo, Guaviare, Guainía, Amazonas y Vaupés.

La Orinoquia, conocida genéricamente como los Llanos Orientales, ocupa una extensión equivalente a casi una quinta parte del territorio colombiano e incluye a los departamentos del Meta, Casanare, Arauca y Vichada (Figura 1).

En este vasto territorio posee sustanciales reservas de recursos productivos de diferente índole: Hídricos, energéticos, mineros, forestales, pesqueros, ganaderos y agrícolas y una enorme biodiversidad, que representan una gran posibilidad para incrementar el crecimiento, la productividad y la competitividad de la producción nacional a mediano y largo plazo, siempre y cuando se cuente con las tecnologías de producción apropiadas, el marco institucional adecuado y el desarrollo de la infraestructura física y social necesaria.

En términos de crecimiento relativo la actividad económica se ha concentrado principalmente en los Llanos Orientales y en particular en el piedemonte del Meta, debido a razones tecnológicas y económicas tales como la mayor disponibilidad de alternativas de producción viables, mejor y más fácil acceso a mercados grandes como el de Bogotá, y condiciones de suelo y clima más favorables.

La Orinoquia en términos generales se puede subdividir en tres grandes subsistemas: a) Piedemonte Llanero, que es una zona de transición entre la región andina y la llanura orinocense con elevaciones de hasta 500 metros y ubicado en las proximidades de la cordillera oriental. Representa el 7.5% del área de la región; b) La Llanura inundable o abanicos aluviales, también conocida como Orinoquia mal drenada, con alturas por debajo de los 400 metros, ocupa el 20.1% y c) La altillanura, ubicada principalmente en los departamentos de Vichada y Meta, que no está sujeta a inundaciones estacionales y abarca mas de dos terceras partes de la Orinoquia, 72.4%.

---

<sup>1</sup> Economista, Investigador Asociado, Proyecto de Evaluación de Impacto (BP1), Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT. Apartado Aéreo 67 –13. email: l.rivas @cgiar.org. Cali, Colombia.

Otros autores hacen divisiones más detalladas de los Llanos Orientales, por ejemplo FAO (1965) y Cortés (1978) citados por Mejía Gutiérrez (1984), estiman para Los Llanos Orientales un área total de 26 millones de ha distribuidas como aparece en el Cuadro 1.

**Cuadro 1. Paisajes geomorfológicos de la Orinoquia de Colombia**

Subregión	Area (millones has)	Porcentaje del total (%)
Piedemonte	0.7	2.5
Aluviones recientes	1.3	5.0
Orinoquia mal drenada	5.2	20.1
Llanura aluvial de desborde	3.0	11.3
Llanura eólica	2.0	8.0
Pantanos	0.2	0.8
Orinoquia bien drenada	13.8	53.2
Terrazas aluviales	0.6	2.6
Altillanuras planas	4.2	16.0
Altillanuras disectadas	9.0	34.6
Andén del río Orinoco	5.0	19.2
Total	26.0	100.0

Fuente Mejía Gutiérrez, 1984.

La subdivisión de los Llanos Orientales de acuerdo con la aptitud de los suelos, según el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), muestra que casi tres cuartas partes de ellos (19.4 millones de ha) tienen vocación para ganadería extensiva y bosques.

Aproximadamente 3.5 millones de ha (13.5%) deberían preservarse como reservas de vegetación natural, bosques y protección de la vida silvestre. Cerca de 2.1 millones de ha (8.2% del total) son apropiadas para agricultura y ganadería intensivas. Aproximadamente un millón de has (3.8%), se consideran aptas para ganadería semi-intensiva, reforestación y cultivos permanentes, pero requerirían prácticas intensivas de conservación de los suelos.

El anterior estudio estima la extensión de la Amazonia colombiana en 37.8 millones de hectáreas. De ellas el 81% son suelos no aptos para la explotación agropecuaria bajo los sistemas tradicionales. El 18.5% presenta suelos con condiciones para la agricultura y ganadería, pero requieren adecuación y prácticas intensivas de conservación. Solo una pequeña fracción de los suelos (0.1%), presenta condiciones para la explotación agropecuaria intensiva.

Es conveniente anotar que las cifras sobre la aptitud agrícola de los suelos deben tomarse como un indicativo muy general, ya que es bien conocido que ésta puede ser modificada por la generación de nuevas tecnologías y de germoplasma adaptado, que permitan superar los limitantes físicos, químicos y ambientales de una región determinada.

En un estudio de Sánchez y Cochrane (1985) empleando imágenes de satélite para caracterizar los sistemas de tierras de la región oriental del país, calculan que la Amazonia y Orinoquia colombianas comprenden una extensión de 62.9 millones de hectáreas de las

cuales aproximadamente una cuarta parte corresponde a sabanas y tres cuartas partes a bosques (Cuadro 2).

Los suelos de la altillanura plana presentan las mejores condiciones para la mecanización agrícola, poseen una topografía adecuada, carecen de pedregosidad y presentan excelentes condiciones físicas para el laboreo. El desarrollo agropecuario de ésta región se ha visto limitado por aspectos tecnológicos relacionados con la escasa oferta de germoplasma adaptado de pastos y de cultivos y de métodos y sistemas de producción ajustados a las condiciones económicas y ambientales de la región, que permitan desarrollar una producción agropecuaria rentable y viable desde la perspectiva económica y sustentable desde la óptica ambiental.

En las dos últimas décadas varios organismos nacionales e internacionales como CORPOICA, las Universidades, algunas entidades privadas y gremiales, el CIAT y el CIMYT, han efectuado importantes esfuerzos para desarrollar nuevas alternativas tecnológicas para la producción ganadera y de cultivos en la Amazonia y la Orinoquia. La mayor parte de los trabajos se ha concentrado en la Orinoquia, en tanto que las actividades de investigación agrícola para la Amazonia son más recientes y tienen un carácter marginal.

La anterior situación obedece a que actualmente es muy difícil obtener fondos para financiar investigación agropecuaria específica para la Amazonia, debido a que está muy arraigada la idea, entre muchos políticos y agencias de desarrollo, de que la expansión de la actividad agropecuaria en esa zona, representa una seria amenaza para el medio ambiente y especialmente para el clima global del planeta.

**Cuadro 2. Principales unidades fisiográficas de la Amazonia y Orinoquia colombianas.**

Unidad fisiográfica	<i>Sabanas</i> (millones ha.)	
	Bien drenadas	Mal drenadas
Altillanura plana	3.4	
Altillanura ondulada y serranías	6.4	
Terrazas fluviales	1.3	
Piedemonte	0.9	
Total	12.0	
Aluviones viejos inundables		4.9
Total sabanas	16.9	
Unidad fisiográfica	<i>Bosques</i> (millones ha.)	
	Bien drenados	Mal drenados
Bosques sobre tierras bajas (planos y ondulaciones)	35.3	
Bosques sobre piedemonte	2.7	
Sabanas y bosques sobre colinas	1.6	
Bosques sobre aluviones recientes		6.4
Total bosques	46.0	
Total de bosques y sabanas en Amazonia y Orinoquia	62.9	

Fuente: Proyecto ETES, 1985.

Las evaluaciones técnicas y la evidencia empírica, resultantes de las actividades de producción desarrolladas en este territorio, indican que en ésta región a pesar de existir un gran potencial para incrementar la producción y contribuir al crecimiento económico del país, es necesario hacerlo con cautela y utilizando las tecnologías apropiadas para evitar la degradación del medio ambiente y de los recursos naturales.

Aunque su paisaje es muy variado en cuanto a geomorfología y características edáficas, y climáticas, en términos muy generales se puede afirmar que los suelos de la Amazonia y la Orinoquia presentan baja fertilidad, con pobre contenido de materia orgánica, y severos limitantes químicos relacionados con su alto contenido de aluminio de cambio y elevados niveles de acidez. Guerrero (1974), destaca que las características químicas y mineralógicas de los suelos de la Amazonia difieren en alto grado de las observadas en los Llanos Orientales.

En la Orinoquia el patrón de distribución de las lluvias genera prolongados periodos de sequía, intercalados con acentuadas épocas lluviosas, lo cual condiciona en alto grado la producción agropecuaria de la región.

En la Amazonia los elevados niveles de precipitación durante todo el año, dificultan la producción de cultivos comerciales por las inundaciones y los consiguientes problemas para la comunicación por vía terrestre. En ésta área se ubica el mayor potencial forestal de Colombia, el 73% de los bosques y el 74% del volumen maderable comercial. (González, L., 1989)

La deficiente infraestructura de vías, que se inutiliza en gran parte durante los crudos inviernos tanto en la Amazonia como en la Orinoquia y la enorme extensión del territorio, implican que los costos de transporte de los productos y de los insumos agropecuarios, representen una fracción muy significativa de los costos totales de producción, lo cual afecta negativamente la competitividad de la producción agropecuaria de la región.

Los procesos de colonización más importantes tanto de la Amazonia como de la Orinoquia comenzaron hacia mediados del presente siglo en las áreas bajas del piedemonte (Caquetá, Meta y Putumayo) y siguiendo el curso de los ríos se abrieron diferentes frentes de penetración hacia el interior de la zona.

La población colombiana que actualmente la habita es reducida, solo representa el 5.4% del total, estimándose en aproximadamente 2.2 millones de personas. La densidad poblacional es muy baja, sustancialmente menor que el promedio del país.

En resumen se trata de un extenso territorio muy poco poblado, que contabiliza más de la mitad del territorio colombiano, en el que se concentran enormes reservas de recursos naturales y de biodiversidad, que de explotarse adecuadamente pueden contribuir significativamente al crecimiento económico de Colombia durante las primeras décadas del presente siglo.

La investigación agropecuaria adelantada conjuntamente por los Sistemas Nacional e Internacional de investigación en años recientes, ha generado un importante acervo de

germoplasma adaptado de pastos - gramíneas y leguminosas - de cultivos, de métodos de producción y de conocimientos científicos, que plantean la posibilidad real de desarrollar en esta región, particularmente en la Orinoquia, sistemas de producción rentables, competitivos y sostenibles en el largo plazo.

El objetivo de éste trabajo es presentar una visión general del desarrollo agropecuario en ésta zona, especialmente en la Orinoquia, por contar para ella con un mayor volumen de información socioeconómica y porque en el desarrollo de las nuevas alternativas de producción se ha dado particular énfasis a los Llanos Orientales. Esta visión general es útil como marco de referencia para la evaluación *ex-ante* de los beneficios sociales que se pueden derivar de escenarios de adopción tecnológica factibles y de la utilización de sistemas de producción sostenibles en área objetivo.

Los resultados de la investigación se han concretado principalmente en la generación y liberación para uso comercial de germoplasma adaptado a las condiciones de baja fertilidad, elevada acidez y toxicidad del aluminio de cultivos como arroz, maíz, soya, sorgo, y de pastos y leguminosas como *B. brizantha*, *B. dictyoneura*, *B. humidicola*, *A. gayanus*, *Centrosema acutifolium*, *Stylosanthes capitata* y *Arachis pintoi*.

Se considera que existe en la región un alto potencial para el desarrollo de frutales tropicales, por lo cual investigaciones más reciente apunta con especial énfasis hacia la identificación, adaptación y mejoramiento de germoplasma de frutales con alto potencial para la zona. Las actividades forestales también aparecen como muy promisorias, algunas estimaciones presentadas por Moreno y Balcázar (1997) indican que si un 10% de la altillanura no inundable, 1.7 millones de hectáreas, se destinara a bosques artificiales, el valor de su producción superaría en 200 veces, los ingresos recibidos por la región por concepto de regalías petroleras.

**Cuadro 3 Evolución y proyecciones de la población en la Amazonia y Orinoquia colombianas. 1951-2005 (miles de personas)**

Región	1951	1973	1999	2005
<b>Orinoquia</b>	<b>123.0</b>	<b>382.2</b>	<b>1276.5</b>	<b>1475.8</b>
Meta	67.5	261.9	686.5	772.9
Casanare	30.0	89.2	277.5	325.4
Arauca	13.2	18.9	232.0	281.4
Vichada	12.3	12.2	80.5	96.1
<b>Amazonia</b>	<b>87.9</b>	<b>293.2</b>	<b>983.1</b>	<b>1134.1</b>
Amazonas	7.6	15.7	68.6	80.5
Caquetá	46.6	180.3	410.4	465.1
Putumayo	22.5	67.3	325.5	378.8
Guainía	2.0	6.6	35.9	43.2
Guaviare	-	-	114.1	133.4
Vaupés	9.2	23.3	28.6	33.1
<b>Total Orinoquia y Amazonia</b>	<b>210.9</b>	<b>675.4</b>	<b>2259.6</b>	<b>2609.9</b>
<b>Colombia</b>	<b>11548</b>	<b>22862</b>	<b>41539</b>	<b>46045</b>
% de población de Orinoquia y Amazonia con respecto a Colombia	1.8	3.0	5.4	5.7

Fuente: DNP -UDS -DIOGS, con base en DANE. Proyecciones nacionales de población 1950-2050.

## II Tendencias Socioeconómicas

### II 1. Población

La población colombiana que habita en la Amazonia y Orinoquia se estima en 2.2 millones de personas. De ese total casi 1.3 millones (56%) se ubican en la Orinoquia (Cuadro 3). La densidad poblacional llega a 3.4 habitantes/km<sup>2</sup>, fluctuando entre 13 en Putumayo y 0.5 en Guainía. Resulta muy baja si se la compara con el promedio nacional - 36 habitantes/km<sup>2</sup> (Cuadro 4).

En ciertos períodos se han observado grandes desplazamientos de población hacia la región, que se constituyen en nuevos frentes colonización, los cuales en los años mas recientes han estado ligados a la apertura de campos petroleros como en los casos de Arauca, Putumayo y Vichada, No obstante, la participación de su población en el total del país sigue siendo muy reducida. Esta ha evolucionado de 1.8% en 1951 a 5.4 % en 1999, estimándose que para el 2005 se aproxime a 5.7%.

Una primera conclusión en relación con la población y su dinámica, es que la disponibilidad actual de mano de obra agrícola en A&O es baja, por lo cual actividades intensivas en el uso de ella, tendrían dificultades para expandirse tanto por el costo de la mano de obra como por su disponibilidad, por lo menos en el corto plazo. Actualmente el costo del jornal en la zona es mayor que en otras regiones agrícolas del país, lo que en parte se explica por la alta demanda de mano de obra y los elevados salarios que se pagan en los lucrativos cultivos ilícitos.

Los asentamientos urbanos se concentran especialmente en las áreas de piedemonte. Los departamentos del Meta y Caquetá contabilizan casi la mitad de la población de A&O en conjunto. Una elevada fracción de la población se cataloga como rural, 43% en la Orinoquia y 57% en la Amazonia. (DANE, Censo de población 1985).

Cuadro 4. Divisiones políticas, extensión y densidad de población en la Amazonia y Orinoquia colombianas 1999

Unidad territorial	Area (000 km <sup>2</sup> )	%del total	Densidad de Población habitantes/km <sup>2</sup>
Orinoquia	254.4	100.0	8.0
Meta	85.8	33.7	8.0
Arauca	23.8	17.5	6.2
Casanare	44.6	9.4	9.7
Vichada	100.2	39.4	0.8
Amazonia	403.4	100.0	2.4
Amazonas	109.7	27.2	0.6
Caquetá	89.0	22.1	4.6
Putumayo	24.9	6.2	13.1
Guainía	72.2	17.9	0.5
Guaviare	53.5	13.3	2.1
Vaupés	54.1	13.4	0.5
Orinoquia y Amazonia	657.8	57.8 a/	3.4
Colombia	1138	100.0	36

Fuente: González, L.M. y DNP. a/ Corresponde al porcentaje con respecto al total del país.

Figura 1. Amazonia y Orinoquia: Extensión y Ubicación Geográfica



Dado la magnitud del territorio y la baja densidad poblacional se concluye que su demanda interna es muy reducida y consecuentemente, los incrementos de producción que se deriven de la generación y adopción de nuevas técnicas de producción, deberán estar orientados al abastecimiento de los mercados del resto del país y hacia los mercados internacionales.

Esta circunstancia permite establecer que el avance futuro de la producción agropecuaria de la Amazonia y la Orinoquia en Colombia, dependerá no solamente de una adecuada oferta tecnológica, sino del desarrollo de una eficiente infraestructura de transporte y comunicaciones, de almacenamiento y de sistemas de comercialización en general. Si ello no ocurre, las posibles ganancias que se logren mediante la modernización de los sistemas productivos, pueden perderse por ineficiencias en otros eslabones de la cadena productiva. Más aún el proceso de adopción tecnológica podría limitarse severamente por factores externos a la finca y fuera de control de los productores, como los anteriormente señalados así como por el pobre desarrollo de los mercados financieros, de productos, de insumos y de servicios.

## II. 2 Indicadores Sociales

**Pobreza.** Al analizar la situación de pobreza en A&O es importante tener presente que se trata de un área geográfica que combina núcleos de colonización antigua con otros de colonización más reciente. Los colonos en los estadios iniciales del proceso, casi el único capital que poseen es su fuerza laboral, a partir del cual con el transcurso del tiempo incrementan sus precarios activos iniciales: áreas de cultivo, pastizales y ganado.

En éstas circunstancias y considerando que una alta proporción de los colonos está conformada por campesinos pobres, inmigrantes de otras regiones de Colombia, que buscan aliviar su situación de pobreza, es de esperar que en las áreas de colonización más reciente – las más remotas - los niveles de pobreza sean mayores.

En contraste, en las áreas más antiguas, en donde el proceso se ha consolidado, se espera que la incidencia de la pobreza sea menor, dado el proceso de capitalización ocurrido.

La proporción de población pobre en A&O es alta, aunque en algunos departamentos resulta inferior al promedio del país, como es el caso del Meta. En contraposición, en el Caquetá resulta ligeramente superior a dicho promedio.

La información disponible revela que en A&O la proporción de población indigente fluctúa entre 12 y 14% y resulta consistentemente inferior al promedio de Colombia. (Cuadro 5)

Cuadro 5 **Incidencia de la Pobreza y la Indigencia  
Colombia y A&O. 1999**

Pais/Región	Población bajo la línea de pobreza %	Población bajo la línea de indigencia %
Colombia	53.8	18.7
Amazonia & Orinoquia 1/	47.9	12.9
Caquetá	54.8	14.1
Meta	43.8	12.2

1/ Promedio ponderado por población

Fuente: DNP –UDS – DIOGS, con base a encuestas de hogares del DANE

**Equidad.** En la Amazonia y Orinoquia, la equidad analizada a través de la distribución del ingreso entre los grupos sociales, resulta menos concentrada que la del país en conjunto, como lo indican los índices de Gini del Cuadro 6.

Este indicador mide el grado de concentración del ingreso de un país o región y teóricamente toma valores entre cero y uno.

Cuadro 6 **Distribución del ingreso: Índice de Gini**  
Colombia y A&O, 1997 - 1999

País/Región	Índice de Gini		
	1997	1998	1999
Colombia	0.56	0.56	0.56
Amazonia & Orinoquia 1/	0.44	0.44	0.49
Caquetá	0.47	0.45	0.45
Meta	0.43	0.44	0.49

1/ Promedio ponderado por población

Fuente: Cálculos de DNP-UDS-DIOGS, con base en cifras de DANE

En la medida en que se aproxime a cero, más equitativa resulta la distribución del ingreso. En trabajos empíricos efectuados en 100 países, de diferente grado de desarrollo y con información estadística comparable, se ha encontrado que tal coeficiente fluctúa entre 0.25 y 0.60. Se considera que valores superiores a 0.30 se pueden catalogar como de alta concentración del ingreso. (Cálculos de IDB y Deininger & Squire, 1996)

La distribución del ingreso en Colombia está altamente concentrada, con índice de Gini que supera al promedio latinoamericano (0.52). Las observaciones que se tienen para algunos departamentos de A&O, sugieren que la concentración del ingreso en ésta región del país resulta menor que el promedio nacional (Cuadro 6)

**Necesidades Básicas Insatisfechas.** La información sobre las necesidades básicas insatisfechas (NBI), muestra A&O se encuentra en una situación más crítica que el resto de Colombia. En efecto, el 55% de la población y el 49% de los hogares en la región bajo estudio, no pueden satisfacer todas sus necesidades básicas (Cuadro 7).

Cuadro 7 **Porcentajes de población y de hogares con Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI) 1993**

País/Región	Porcentaje de población y de hogares con NBI	
	Población	Hogares
Colombia	37.2	30.5
Amazonia 1/	69.9	64.3
Caquetá	58.2	51.6
Amazonas	69.5	61.6
Putumayo	78.8	74.5
Guaviare	79.8	73.8
Vaupés	100.0	100.0
Orinoquia 1/	40.9	34.2
Meta	41.3	34.8
Casanare	40.1	32.7
Amazonia & Orinoquia 1/	55.3	49.1

1/ Promedio ponderado por población

Fuente: Dane, Censo Nacional de Población 1993

Los indicadores disponibles permiten constatar la brecha que existe, en cuanto a nivel de desarrollo económico y social, entre A&O y el resto del país y entre los Llanos Orientales y la Región Amazónica

En promedio en Colombia el porcentaje de hogares que no pueden satisfacer sus necesidades básicas se estima en 31%, lo cual representa el 37% de la población total.

Como ya se señaló, los anteriores porcentajes son más altos en la Orinoquia y significativamente mayores en la Amazonia. En casos extremos como el del departamento del Vaupés llegan al 100%. (Cuadro 7)

Las condiciones selváticas imperantes en la Amazonia colombiana, su relativo aislamiento dada su condición de frontera agrícola y la pobre infraestructura vial, hace que las condiciones de vida de gran parte de sus habitantes sean muy precarias, con altos índices de pobreza y con gran parte de sus necesidades básicas insatisfechas.

Los actuales conflictos y tensiones sociales que se viven actualmente en la región y en el país, frenan de manera importante la inversión pública y privada necesaria para mejorar las condiciones de vida en este extenso territorio, dificultan seriamente el manejo y la explotación de las fincas y desalientan los esfuerzos de inversión y de adopción tecnológica en el sector rural. De la pronta solución de tales conflictos, dependerá en gran medida el desarrollo futuro de ésta región y de Colombia en general.

### **II.3 Indicadores Ambientales**

Existe abundante literatura sobre la fragilidad ambiental de los ecosistemas de sabanas y de bosques tropicales, al ser sometidos a las presiones que implica el desarrollo de sistemas productivos que deterioran sus recursos naturales.

Diversos trabajos en fincas de los Llanos Colombianos y de la Amazonia han demostrado que la fertilidad y la estructura del suelo se degradan rápidamente al desarrollar sistemas productivos basados en cultivos y pasturas bajo manejo tradicional, lo cual a la larga resulta en pérdidas de productividad y en mayor presión para ocupar nuevas áreas.

La poca profundidad de los suelos característica de la Orinoquia, se constituye en una considerable limitación cuando en ellos se desarrollan actividades de producción agropecuaria. Es necesario aumentar el volumen de suelo potencialmente explotable por las raíces de los cultivos y las pasturas. Consistente con lo anterior, actualmente se están desarrollando técnicas y estrategias para establecer y mantener la "capa arable" del suelo de la Altillanura, donde la degradación física tiene tanta importancia como la degradación química. (CIAT, Informe de Actividades 1997)

El Proyecto PE-2 de CIAT, que recibe apoyo financiero parcial del Convenio MADR-CIAT y que está orientado al desarrollo de estrategias para aumentar la productividad y la conservación de los recursos naturales, ha identificado una serie de indicadores de calidad de los suelos, a partir de experimentos de larga duración en Carimagua (Llanos

Orientales), los cuales serán evaluados y validados en fincas de los agroecosistemas de sabana y de laderas. Se espera que ellos permitan a los agricultores diagnosticar la calidad del suelo en sus fincas y por lo tanto tomar medidas preventivas antes de que aparezcan las señales visibles de la degradación en el suelo.

En general se reconoce que los mayores problemas ambientales de la Altillanura colombiana se relacionan con: 1) La erosión, 2) La deforestación de los bosques de galería, 3) La degradación de los suelos que se manifiesta en compactación de los mismos y pérdida de fertilidad. En la Amazonia, el reemplazo de los bosques naturales por vegetación de bajo porte y la rápida caída de la fertilidad de los suelos al cabo de unas pocas cosechas, figuran entre los principales problemas de orden ambiental detectados en ese ecosistema.

En este estudio se hizo una búsqueda bibliográfica para conocer la información disponible sobre indicadores ambientales para A&O. Se concluyó que en el momento no existen indicadores ambientales de amplia cobertura. Existen observaciones muy puntuales y muy dispersas sobre este amplio tema. Tampoco se cuenta con sistemas de monitoreo que permitan evaluar la magnitud y evolución de los problemas relacionados con los recursos naturales.

El convenio MADR - CIAT entre sus actividades en los Llanos Orientales, en el sitio de referencia de Puerto López, adelanta un proceso de diseño de indicadores ambientales, para posteriormente implementar un sistema de monitoreo que permita evaluar, analizar y diseñar estrategias y políticas apropiadas para la conservación de los recursos naturales.

En la medida en que se cuente con herramientas de medición y predicción y con sistemas de monitoreo apropiados, se facilitará la planificación global del uso de la tierra y el diseño de políticas eficaces que armonicen los objetivos de mayor productividad y mayor sostenibilidad.

## **II 2. Producción.**

La participación de la Orinoquia y la Amazonia en el Producto Interno Bruto (PIB) total es reducida, pero presenta una tendencia creciente. Estimaciones basadas en cifras del Departamento Nacional de Planeación indican que al comenzar la década del 80 se situaba en 3.7%. y que en 1995 llegaba a 5.5%. (Cuadro 8).

La actividad económica de la región bajo estudio se concentra principalmente en los departamentos de Meta y Caquetá, los cuales en 1995 aportaban el 42% del PIB total de la región.

La dinámica de la actividad productiva y de la población no es homogénea a través de la extensa región evaluada. Durante los tres últimos lustros (1980-1995), el mayor dinamismo de la producción y de la población se observa en regiones diferentes al Caquetá y Meta (resto de A & O). La actividad petrolera en departamentos como Arauca, Casanare y Putumayo explica en gran parte la rápida expansión productiva y poblacional que se aprecia en esos departamentos.

La base de la economía de la región tradicionalmente fue la ganadería extensiva y los cultivos de pan coger, hasta que sobrevino el auge petrolero en los primeros años de la década del ochenta. En la actualidad los yacimientos de Arauca, Casanare y Meta aportan aproximadamente el 60% de la producción de petróleo crudo del país.

En términos de tasas de crecimiento se observa que el avance productivo en el período anotado fue 1.7 veces más rápido en A & O que en Colombia en conjunto. A pesar de ello, no se aprecian significativos aumentos del producto por habitante, debido a que el crecimiento de la producción durante 1980-1995, estuvo acompañado por un rápido incremento poblacional: Arauca 10.1% , Vichada 7.5%, Putumayo 6.2% y Casanare 4.4% anual.

## **II 3. Producción Agropecuaria.**

Revisando la información de los Anuarios Estadísticos del Ministerio de Agricultura de Colombia para el período 1981-1998, se encuentra que en A & O durante ese lapso se cultivaron 14 cultivos considerados de alguna importancia económica (Cuadro 9). Varios de ellos, como el arroz, el plátano, la yuca y el maíz, se pueden considerar como básicos, ya que se cultivaron durante todo el período de observación y en la totalidad de departamentos de la región.

Algunos están circunscritos a zonas determinadas como el sorgo y la soya cuya producción se concentra en el Meta y en el Casanare. Durante 1998 el 99% del área cultivada de sorgo y el 100% de la soya se ubicaban en los departamentos mencionados.

Los dos cultivos citados son de aparición relativamente reciente y en los últimos años se han visto favorecidos con la liberación de nuevo germoplasma, con mayor adaptación a altos niveles de acidez y de saturación de aluminio.

La ubicación geográfica del Meta, como puerta de salida hacia el centro del país, le otorga una ventaja estratégica, que explica en parte su mayor desarrollo productivo.

**Cuadro 8 Producto Interno Bruto total y per cápita en la Amazonia y Orinoquia Colombia. 1980-1995. (\$ constantes de 1985)**

Departamento/Región	PIB total (millones de \$)			PIB por habitante (miles de \$)		
	1980	1985	1995	1980	1985	1995
Meta	8106	8925	16058	23.9	21.9	27.1
Caquetá	3032	3155	4801	13.5	12.0	13.3
Resto de Amazonia y Orinoquia	8282	11506	29331	22.3	22.7	31.8
Total Amazonia y Orinoquia	19240	23590	50190	20.6	20.0	26.7
Resto de Colombia	375525	564171	869344			
Colombia	525765	587761	919534	19.6	19.5	24.3
% con respecto al total del país	3.7	4.0	5.5	105.1	102.5	110.2
Tasa anual de crecimiento: 1980-1995 (%)	PIB Total			PIB por habitante		
Meta	3.1			0.9		
Caquetá	4.7			-0.01		
Resto de Amazonia y Orinoquia	8.8			2.4		
Total Amazonia y Orinoquia	6.6			1.8		
Colombia	3.8			1.4		

Fuente: Cálculos basados en cifras de DNP.

La oferta agrícola de la región ha variado con el transcurso del tiempo, no solo en cuanto volumen sino en cuanto a estructura. La importancia relativa de los cultivos cambia a través del tiempo. El ajonjolí por ejemplo, en algunos años alcanzó cierta relevancia y en la actualidad casi ha desaparecido. A comienzos de los 90 el cultivo de soya tuvo gran dinamismo y se vislumbraba su rápida expansión, pero la caída de su rentabilidad en los últimos años, ha frenado la expansión de las áreas cultivadas.

El Cuadro 10 muestra la importancia relativa en el contexto nacional de los diferentes cultivos producidos en A&O, en términos de su participación en la producción y en el área total del país destinada a cada cultivo específico.

Se destacan palma africana y arroz por su alta participación en la producción nacional. En el período 1981-1998, más de una cuarta parte de la producción nacional de estos cultivos provino de A&O. Se debe anotar que en 1997 ocurrió una reducción sustancial de la producción y del área cultivada de arroz en la región, ocasionada por la acentuada crisis de rentabilidad que afrontó el cultivo, pero hacia 1998 se observa una importante recuperación.

Cuadro 9 Cultivos semestrales y permanentes en la Amazonia y Orinoquia de Colombia:1987-1998

Cultivo	Orinoquia				Amazonia					
	Meta	Casanare	Arauca	Vichada	Amazonas	Caquetá	Putumayo	Guainía	Guaviare	Vaupés
Ajonjolí	***	***		***		***			***	
Algodón	***	***		***			***		***	
Arroz	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
Frijol	***	***	***	***	***	***				
Maíz	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
Sorgo	***	***	***			***			***	
Soya	***	***					***		***	
Arracacha		***								
Cacao	***	***	***	***	***	***	***	***	***	
Caña miel		***							***	
Caña panela	***	***	***		***	***	***		***	
Palma africana	***	***				***	***	***	***	***
Plátano	***	***	***	***	***	***				
Yuca	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***

\*\*\* El producto se ha cultivado durante algunos años o durante todo el período 1987-1996

Aproximadamente un 15% de la producción nacional de soya es producida en A&O. Hacia fines de los 90, se observó un importante incremento de esta participación, debido a la drástica caída del cultivo en otras regiones del país, como por ejemplo el Valle del Cauca.

**Cuadro 10. Importancia de la agricultura de la Amazonia y Orinoquia en el ámbito nacional: Promedios 1981-1998 y 1998**

Cultivo	Participación porcentual en :			
	La producción total		El área cultivada total	
	1981-1998	1998	1981-1998	1998
Palma africana	26.4	32.7	30.3	35.4
Soya a/	14.5	30.9	16.9	32.5
Arroz	27.0	25.4	28.0	27.9
Caña miel b/	13.0	13.2	19.4	20.8
Yuca	11.2	14.5	14.1	18.0
Plátano	16.7	19.6	14.3	14.0
Maíz	12.1	11.1	14.2	12.9
Cacao	13.2	8.0	11.7	8.0
Sorgo	4.8	3.1	5.9	3.3
Algodón	3.0	2.7	3.6	3.1
Caña panela	2.3	1.3	3.6	2.2
Frijol	1.2	3.0	1.1	1.5
Ajonjolí c/	2.9	0.0	2.6	0.0

a/ 1987-1998 b/ 1993-1998 c/ 1986-1998

Fuente: Cálculos basados en cifras del Ministerio de Agricultura.

La producción de cacao, yuca y maíz procedente de A&O, representa entre el 11 y el 13% de la producción nacional de esos cultivos.

Se destacan el algodón, caña para panela, sorgo, frijol y ajonjolí por su carácter marginal, tanto en el contexto regional como en el nacional. (Cuadros 10, 11 y 12).

En términos de volumen de producción y área ocupada, arroz, maíz, plátano, yuca y en los últimos años palma de aceite son los productos agrícolas más importantes (Cuadros 10 y 11). Los rendimientos de los diferentes cultivos se muestran en el Cuadro 14.

Otro indicador de la importancia relativa de los cultivos es su participación en el valor, en pesos constantes, de la producción agrícola total. En el Cuadro 11 se incluye el volumen y el valor de la producción agrícola agregada en A&O y la contribución de los diferentes rubros agrícolas al valor total.

En términos de valor de su producción el arroz es el cultivo más destacado, en 1998 aportaba un poco más de la mitad del valor de la producción agrícola regional. En segundo término aparece el plátano con cerca de un tercio, seguido de lejos por yuca, 18%, y palma 10% (Cuadro 11).

El mayor suceso en cuanto a crecimiento de la producción y del valor de la misma, lo constituye la palma de aceite. En el transcurso de casi dos décadas, incrementó en 8 veces su participación en el valor de la producción agrícola total.

En 1998 el maíz presentó un marcado retroceso, al disminuir considerablemente su participación en el producto agrícola total, fenómeno que parece ser coyuntural, ya que se trata de un cultivo tradicional en la región bajo análisis.

**Cuadro 11 Evolución y Valor de la Producción Agrícola en A&O.  
1981-1998**

Cultivo	Volumen (000 tm)			Valor de la Producción 1/			Porcentaje de Valor Total		
	1981	1990	1998	1980	1990	1998	1980	1990	1998
Arroz	298.1	609.0	728.9	33969	69396	83058	42.4	32.2	52.8
Plátano	159.9	541.6	476.1	18221	61715	54252	22.7	28.7	34.5
Yuca	84.0	159.2	252.4	9572	18141	28761	11.9	8.4	18.3
Palma	9.2	82.5	143.1	1048	9401	16306	1.3	4.4	10.4
Maíz	64.6	164.8	83.7	7361	18779	9538	9.2	8.7	6.1
Soya	-	44.9	72.0	-	5116	8204	-	2.4	5.2
Caña panela	9.1	20.0	17.3	1037	2279	1971	1.3	1.1	1.3
Caña miel	-	-	8.1	-	-	-	-	-	0.6
Sorgo	71.0	28,5	5.9	8090	3248	672	10.1	1.5	0.4
Cacao	2.5	9.7	4.1	285	1105	467	0.4	0.5	0.3
Algodón	5.3	12.6	2.6	604	1436	296	0.8	0.7	0.2
Frijol	-	1.3	1.8	-	148.1	205.1	-	0.0	0.1
Ajonjolí	-	0.1	-	-	11.4	-	-	0.0	-

1/ Millones de \$ de 1990

Fuente: Cálculos basados en cifras de MADR y Hertford y García (1999)

Sintetizando la importancia de los cultivos en A&O mediante los tres indicadores analizados: Área cultivada, volumen de producción y valor de la misma, se puede establecer el siguiente ordenamiento:

Orden	Criterio		
	Magnitud del área cultivada	Volumen de producción	Valor de la producción
1	Arroz	Arroz	Arroz
2	Maíz	Plátano	Plátano
3	Plátano	Yuca	Yuca
4	Palma	Maíz	Palma
5	Yuca	Palma	Maíz
6	Soya	Sorgo	Soya
7	Sorgo	Caña panela	Caña panela
8	Cacao	Soya	Caña miel
9	Caña panela	Caña miel	Sorgo
10	Algodón	Algodón	Cacao
11	Caña miel	Cacao	Algodón
12	Frijol	Frijol	Frijol
13	Ajonjolí	Ajonjolí	Ajonjolí

La información existente sobre las actividades pecuarias en A&O es extremadamente precaria. Hacia 1994 se estimaba que la población vacuna era de 6.6 millones de cabezas, que equivalían a casi una cuarta parte del hato nacional en ese año.

La gran masa de la población vacuna de la Orinoquia se concentra en Casanare 2.8 millones de cabezas y Meta 1.8 millones. El grueso de la población bovina de la Amazonia se encuentra en el Caquetá 1.1 millones. (Figura 2 y Cuadro 15).

Asumiendo diferentes capacidades de carga animal promedio para la región estudiada, según el grado de desarrollo alcanzado por la ganadería en los distintos departamentos que la conforman, se estima que el área total en pasturas se aproxima a 9.5 millones de hectáreas. Considerando que el área total de pasturas de Colombia es de aproximadamente 40 millones de hectáreas, se calcula que la superficie en pastizales de A&O equivale a casi una cuarta del total del país.

Suponiendo que la producción ganadera se distribuye de acuerdo al área en pasturas, se estima que la producción de carne en canal de A&O llegaría a 157 mil toneladas y la de leche fresca se aproximaría un millón de toneladas métricas (Cuadro 15).

La ganadería vacuna es la actividad productiva que otorga mayor identidad a la región bajo estudio. Algunas estimaciones gruesas señalan que ella aporta aproximadamente un 80% del producto agropecuario de la región. Una alta fracción del consumo de carne vacuna de Bogotá procede de los Llanos Orientales y adicionalmente carne producida en los Llanos alcanza a llegar a otros grandes centros urbanos como Medellín y Cali.

La zona del piedemonte del Caquetá es un importante proveedor de leche y carne del suroccidente del país, especialmente para Cali su principal centro consumidor. Un estudio elaborado por CIAT sobre la estacionalidad de la producción bovina nacional, demostró que la producción ganadera proveniente del Caquetá desempeña un importante papel para suavizar la estacionalidad de la oferta y de los precios de la carne vacuna en el mercado de Cali. En efecto, durante el primer semestre del año, dada la sequía de la Costa Norte del país, el Caquetá se convierte en el principal proveedor de carne en el mercado de Cali. En el segundo semestre, cuando mejoran las condiciones climáticas en la Costa Norte, ésta pasa a ser el primer abastecedor de Cali. (Véase Rivas y Seré, 1985)

No obstante los innegables beneficios que aporta la ganadería, se cuestionan algunos de los métodos de producción tradicionalmente empleados, por su efecto nocivo sobre los recursos de tierras y el medio ambiente. La tala y quema de bosques en áreas de cordillera y de bosques de galería, para establecer cubierta vegetal de porte bajo, han contribuido significativamente a los procesos de desestabilización de las laderas del piedemonte (ICA, 1993).

Los procedimientos tradicionales de quema de la sabana nativa, para proveer rebrotes verdes y suculentos a los bovinos, resultan en efectos negativos sobre la biodiversidad y contribuyen en alto grado al incremento de la polución y al efecto invernadero.

Dada la magnitud de su producción y la reducida demanda interna, la región evaluada se constituye en una reserva agrícola de Colombia, siendo exportadora neta de alimentos y materias primas hacia el resto de la nación colombiana.

Debido a la fragilidad de este medio ambiente, se requiere un desarrollo tecnológico específico, que permita establecer en la región sistemas ganaderos, agrícolas y forestales, altamente productivos y sostenibles. Se precisa la ampliación de la oferta de germoplasma de pastos y de cultivos adaptados, ya que se ha comprobado que en el sistema de monocultivo continuo, tanto en las sabanas como en el trópico húmedo, la fertilidad natural de los suelos se pierde muy rápidamente.

No exista en la región una arraigada tradición de empleo de fertilizantes en cultivos o en pastos, por lo cual frecuentemente éstos se convierten en extractores netos de nutrimentos. La utilización germoplasma de cultivos adaptados, de sistemas de pasturas mixtas de gramíneas y de leguminosas, las asociaciones y rotaciones de pastos y cultivos, se presentan como opciones con alto potencial para mejorar la rentabilidad y viabilidad de la producción y para la conservación de los suelos y del medio ambiente.

Cuadro 12. Evolución de la producción de cultivos en la Amazonia y Orinoquia colombianas  
1981-1998 1/ (miles de toneladas)

Año	Arroz	Maíz	Yuca	Soya	Sorgo	Palma	Ajonjolí	Algodón	Frijol	Cacao	Caña Miel	Caña panela	Plátano
1981	298.1	64.6	84.0		71.0	9.2		5.3		2.5			160.0
1982	439.0	103.6	189.9		33.4	9.7		0.8		5.0		9.1	194.4
1983	287.7	116.0	164.3		34.9	21.6		3.7	0.1	5.4		29.5	216.5
1984	331.8	100.7	143.0	1.8	37.8	20.6		8.7	0.3	6.0		33.7	167.9
1985	407.8	95.5	129.4	1.5	18.2	20.6		9.6	0.4	7.0		50.9	217.3
1986	327.4	88.4	143.2	2.2	38.1	21.9	0.0	6.1	1.7	6.9		54.3	167.1
1987	490.7	73.2	121.1	3.6	41.6	28.5	0.0	3.8	1.3	6.2		51.9	304.0
1988	522.2	88.0	86.4	12.1	54.6	50.4	0.0	6.7	1.5	6.7		47.5	299.8
1989	664.0	128.8	140.1	23.6	32.2	60.8	0.0	9.1	1.3	10.2		38.1	399.4
1990	609.0	164.8	159.4	44.9	28.5	82.5	0.1	12.6	1.3	9.7		20.0	541.6
1991	542.1	210.6	234.5	59.2	23.4	109.0	0.2	18.0	1.2	10.4		14.4	511.2
1992	579.1	141.6	239.9	21.2	21.1	102.7	0.6	18.9	1.3	8.6		3.6	612.8
1993	577.0	138.1	327.0	27.4	29.9	112.8	1.2	4.8	2.4	7.3	7.8	14.8	644.5
1994	584.6	167.7	323.8	27.5	30.8	128.8	0.1	2.4	1.4	5.7	6.3	13.3	558.0
1995	601.9	134.8	282.5	31.3	7.9	152.4		3.2	1.5	5.9	8.7	13.0	634.5
1996	513.7	123.3	412.2	11.6	7.4	148.3		13.9	1.7	6.5	8.7	18.0	614.4
1997	464.9	112.7	383.5	22.8	4.4	139.1		3.8	1.6	4.9	6.2	22.6	610.4
1998	728.9	83.7	252.4	22.3	5.9	143.1		2.6	3.4	4.1	8.1	17.3	476.1
Promedio	498.3	118.7	212.0	20.9	29.0	75.7	0.3	7.4	1.3	6.6	7.6	26.6	407.2
DS	128.5	37.2	100.2	16.5	17.3	54.0	0.4	5.3	0.9	2.1	1.1	16.5	188.9
CV (%)	25.8	31.3	47.2	79.0	59.6	71.4	164.6	71.8	69.3	31.5	14.8	61.9	46.4
TAC (%)	3.9	2.5	7.1	18.9	-11.7	17.6	54.1	1.5	14.6	1.2	0.4	-5.6	9.0

1/ La Orinoquia incluye los departamentos de Meta, Casanare, Arauca y Vichada. La Amazonia incluye a Amazonas, Caquetá, Guainía, Guaviare, Putumayo y Vaupés.

DS: Desviación standard. CV: Coeficiente de variación. TAC: Tasa anual de crecimiento

Fuente: Cálculos basados en cifras de Ministerio de Agricultura. Anuario Estadístico Agropecuario, varios años.

Cuadro 13

**Evolución de las áreas en cultivos en la Amazonia y Orinoquia colombianas  
1981-1998 1/ (hectáreas)**

Año	Arroz	Maíz	Yuca	Soya	Sorgo	Palma'	Plátano	Ajonjolí	Algodón	Frijol	Cacao	Caña Miel	Caña Panela	Area Total	Colombia	A y O/ Colombia (%)
1981	69300	46500	8010		35500	4600	21000		4700		4200			193810	4071000	4.8
1982	102200	93400	18509		23030	5200	34100		700		9400		2900	289435	4131000	7.0
1983	66500	102550	25909		16600	8230	38760		3400	100	9800		10100	281949	3862000	7.3
1984	68540	108840	23509		19180	7446	34500		7250	630	12017		10860	293972	3826000	7.7
1985	85200	81200	21809		15800	7960	41900		9600	630	12797		12750	290646	3906000	7.4
1986	72900	76900	21989		17500	11385	41350	53	4235	2855	13710		13460	277877	3977000	6.9
1987	103000	57900	19508	3030	17600	11555	48865	10	2990	2030	11309		13250	291047	4162000	7.0
1988	120500	71500	11209	7250	25800	17831	48980	30	4970	2500	13250		12300	336120	4268000	7.9
1989	172100	105300	19909	15710	13000	25838	56800	20	6400	2050	19029		10091	446247	4545000	9.8
1990	152600	123300	31915	29890	11600	32644	66203	90	8900	2106	18864		5603	483715	4746000	10.2
1991	132600	140200	23347	37280	9600	37228	66398	190	11650	1473	18146		4038	482150	4627000	10.4
1992	138385	110740	22123	14074	9015	43722	61236	900	15805	1332	14597		2767	434696	4474000	9.7
1993	139428	90755	25578	12488	9330	45693	66078	1725	2786	2192	13648	1448	5233	416382	4400000	9.5
1994	140247	115096	33357	15540	12579	47474	62046	164	1287	1315	10294	1480	4249	445128	4317000	10.3
1995	137164	107511	27430	18098	3054	51120	72637		1621	945	11300	1958	4738	437576	4189000	10.4
1996	124600	100502	39657	6820	3220	51449	67022		7933	1282	10956	1627	4865	419933	4128000	9.7
1997	108800	81651	40016	12907	1922	51446	65687		2602	987	10528	1421	5909	383876	4014000	10.2
1998	154674	58621	31772	10056	2076	51653	51348		1495	1778	7598	1708	4682	377461	4115000	9.6
Media	116041	92914	24753	15262	13689	28471	52495	354	5462	1345	12302	1607	7517	362318	4208778	9.2
DS	33023	24591	8469	9695	8886	19055	14650	585	4080	859.7	3805	205	3904	85235	264767	8.6
CV	28.5	26.5	34.2	63.5	64.9	66.9	27.9	165.4	74.7	63.9	30.9	12.7	51.9	23.3	6.3	1.7
TAC	4.2	1.2	5.2	16.3	-14.4	16.0	5.1	48.4	-1.6	6.1	1.3	1.5	-5.1	3.6	0.5	3.2

1/ La Orinoquia incluye los departamentos de Meta, Casanare, Arauca y Vichada. La Amazonia incluye a Amazonas, Caquetá, Guainía, Guaviare, Putumayo y Vaupés.

DS: Desviación standard. CV: Coeficiente de variación. TAC: Tasa anual de crecimiento

Fuente: Cálculos basados en cifras de Ministerio de Agricultura. Anuario Estadístico Agropecuario, varios

Cuadro 14 **Evolución de los rendimientos agrícolas en la Amazonia y Orinoquia colombianas 1981-1998** 1/ (kg/ha)

Año	Arroz	Maíz	Yuca	Soya	Sorgo	Palma	Ajonjolí	Algodón	Frijol	Cacao	Caña Miel	Caña panela	Plátano
1981	4302	1389	10486		2000	2000		1128		595			7619
1982	4295	1109	10260		1450	1865		1143		532		3138	5701
1983	4326	1131	6341		2100	2625		1088	600	551		2921	5586
1984	4841	925	6083	1500	1971	2767		1200	511	499		3103	4867
1985	4786	1176	5933	1500	1152	2588		1000	627	547		3992	5186
1986	4491	1150	6512	1429	2177	1924	585	1440	585	503		4034	4041
1987	4764	1264	6208	1188	2364	2466	600	1271	634	548		3917	6221
1988	4334	1231	7708	1669	2116	2827	433	1348	600	506		3862	6121
1989	3858	1223	7037	1502	2477	2353	500	1422	654	536		3776	7032
1990	3991	1337	4995	1502	2457	2527	667	1416	636	514		3570	8181
1991	4088	1502	10044	1588	2438	2928	800	1545	840	573		3566	7699
1992	4185	1279	10844	1506	2341	2349	704	1196	998	589		1301	10007
1993	4138	1522	12794	2194	3205	2469	711	1723	1107	535	5387	2828	9754
1994	4168	1457	9707	1770	2449	2713	848	1885	1065	554	4257	3130	8993
1995	4338	1254	10299	1729	2587	2981		1974	1605	522	4443	2744	8735
1996	4123	1227	10394	1701	2298	2882		1752	1353	593	5347	3700	9167
1997	4273	1380	9584	1766	2289	2704		1460	1599	465	4363	3825	9293
1998	4712	1428	7944	2218	2842	2770		1739	1908	540	4742	3695	9272
Media	4337	1277	8509	1651	2262	2541	650	1428	956	539	4757	3359	7415
D S	282.9	153.5	2228.1	271.4	460.0	335.4	134.5	257.0	442.6	34.9	499.8	679.2	1871.6
CV (%)	6.5	12.0	26.2	16.4	20.3	13.2	20.7	20.1	46.2	6.5	10.5	20.2	25.2
TAC (%)	-0.3	1.3	1.9	2.6	2.7	1.6	5.7	3.1	8.5	-0.1	-1.1	-0.5	3.9

1/ La Orinoquia incluye los departamentos de Meta, Casanare, Arauca y Vichada. La Amazonia incluye a Amazonas, Caquetá, Guainía, Guaviare, Putumayo y Vaupés.

DS: Desviación standard. CV: Coeficiente de variación. TAC: Tasa anual de crecimiento

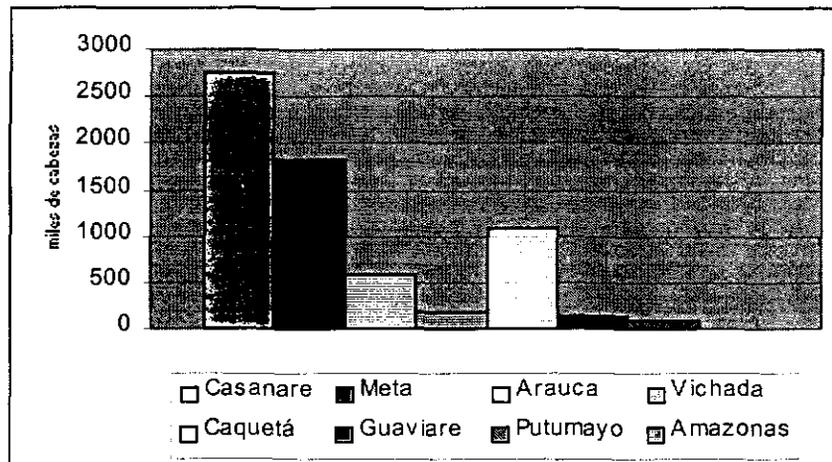
Fuente: Cálculos basados en cifras de Ministerio de Agricultura. Anuario Estadístico Agropecuario, varios años.

**Cuadro 15. Inventario ganadero, carga animal, área en pasturas y producción estimada en Amazonia y Orinoquia de Colombia. 1994**

Región/ Departamento	Inventario ganadero miles de cabezas 1/	Carga estimada cabezas/ha.	Area estimada en pastos Miles de ha.	Producción estimada miles de Tm	
				Carne	Leche
<b>Orinoquia</b>	5332.0	0.7	7616	126.3	857.7
Casanare	2752.5	0.7	3932	65.2	442.8
Meta	1818.2	0.8	2273	43.1	292.5
Arauca	590.3	0.6	984	14.0	95.0
Vichada	171.0	0.4	428	4.1	27.5
<b>Amazonia</b>	1301.6	0.7	1852	30.8	209.4
Caquetá	1076.6	0.8	1346	25.5	173.2
Guaviare	128.0	0.5	256	3.0	20.6
Putumayo	88.9	0.4	220	2.1	14.2
Amazonas	9.0	0.3	30	0.2	1.4
<b>Total A &amp; O</b>	6633.6	0.7	9468	157.2	1067.0

1/ Fuentes: CIAT y González L.M (1989)

**Figura 2. Inventario Ganadero en la Amazonia y Orinoquia Colombia 1994**



Fuente: CIAT y González L.M.

#### **II 4. Evolución de la Producción, el Area y los Rendimientos.**

El área plantada en los cultivos de importancia económica en la Amazonia y Orinoquia contabilizaba en 1981 aproximadamente 194 mil hectáreas, que equivalían a cerca del 5% del área total cultivada de Colombia. Hacia 1998, la superficie sembrada casi se había duplicado aproximándose a las 400 mil hectáreas, 9.6% del total (Cuadro 13). En el período 1981-1998 el área cultivada en esa región creció a una tasa anual promedio de 3.6%, frente a un crecimiento, durante el mismo lapso, del área total de cultivos del país de solo 0.5% por año.

A comienzos de los 80, casi el 60% de la superficie sembrada se destinaba a arroz (35.8%) y maíz (24%). Seguían en importancia sorgo (18.3%) y plátano (10.8%). Los cultivos restantes, individualmente considerados, representaban una fracción menor al 5% del área total destinada a la agricultura.

En los 90 los cultivos tradicionales como el maíz han perdido importancia relativa, en tanto que cultivos nuevos como palma africana han incrementado sustancialmente su participación en el área sembrada total. El área cultivada en palma subió de 2 a 14% entre 1981 y 1998 y la de plátano de 11 a 16%, durante el mismo período.

El cultivo de palma africana en la Amazonia y Orinoquia expandió su superficie cultivada a razón de 16% en promedio por año, mientras que el plátano lo hizo al 5% anual.

En general se puede plantear que durante el período de análisis, los incrementos en la producción agrícola agregada en A & O se explican principalmente por la expansión de las áreas cultivadas, más que por el alza de los rendimientos. En promedio, en el período bajo análisis, tres cuartas partes de los aumentos de la producción se explican por la expansión de las superficies sembradas y una cuarta parte por el avance de la productividad (Cuadro 16).

La producción de palma creció 17.6% por año y el 91% del crecimiento observado se debió a la expansión del área y el 9% a incrementos de la productividad (rendimientos). En plátano la producción aumentó 9% por año, de ese incremento el 57% se atribuye a aumentos del área y el resto, 43%, a alzas en los rendimientos.

El frijol es un cultivo de poca relevancia en términos de área y producción - 1778 has y 3400 tm en 1998. No obstante, muestra altas tasas de crecimiento de su producción, 14.6% por año y el incremento de sus rendimientos explica casi el 60% de la expansión productiva (Cuadro 16). Es pertinente señalar que los rendimientos de frijol reportados para el Putumayo, durante el período 1993-1998, son consistentemente altos, más de 2.3 toneladas/ha, lo cual podría constituir una sobreestimación de los rendimientos en ese departamento. Si en la estimación del rendimiento promedio se excluye al Putumayo, este se sitúa en 708 kg/ha.

En el cultivo de soya también se observa un patrón extensivo de producción, en el cual el área cultivada constituye la principal fuerza que impulsa el avance de la producción. En el

período de referencia ésta creció al 18.9% por año y más del 80% de ese crecimiento es atribuible a incrementos de las áreas cultivadas.

El maíz es un cultivo ampliamente extendido a través de toda la región, encontrándose dos sistemas de producción: Tradicional y tecnificado. En el segundo, la superficie cultivada muestra una clara tendencia declinante, cayendo a una tasa anual de 6.9%. En contraste, sus rendimientos crecieron casi 5% por año, lo que atenuó en gran medida la caída de la producción bajo tal sistema (-2%).

Las cifras anteriores sugieren que algunos factores económicos, tal vez relacionados con costos y precios, estarían limitando la producción del maíz tecnificado en ésta zona del país, a pesar de que sus rendimientos tienden a crecer.

En maíz tradicional se observa una tasa de crecimiento de su producción relativamente alta, 4.5% por año, pero a diferencia de lo que ocurre con el maíz tecnificado, la expansión de las áreas sembradas explica una elevada proporción del avance de la producción (69%).

La producción de arroz en A&O se genera a través de tres sistemas: Irrigado, secano mecanizado y secano manual. E 1998 el primero aportaba el 54.5% de la producción regional, el segundo el 45.1% y el último menos del 1%. Las áreas cultivadas según sistema se distribuyen de manera similar.

Considerando los sistemas de producción de arroz en su conjunto en A&O, se detecta que el crecimiento de la producción ha sido moderado (3.9% por año ) y la fuente de crecimiento ha sido el área la cual se incrementó al 4.2% anual. Los rendimientos presentan una leve tendencia declinante, -0.3% en promedio por año, para todos los sistemas. (Cuadro 16).

Dentro de los sistemas de producción de arroz, el irrigado presenta muy baja dinámica, sus rendimientos tienden a permanecer estables y el área cultivada creció muy lentamente, 0.6% por año.

Resulta muy notorio el deterioro de la producción bajo el tradicional sistema de secano manual. Tanto el área cultivada como los rendimientos se desplomaron, resultando en una significativa reducción de la producción, -13.5% por año.

Dentro de los sistemas de producción de arroz en A&O el de mejor desempeño ha sido el secano mecanizado el cual amplió su área a una tasa anual del 5.9%, lo cual estuvo acompañado por una leve caída de los rendimientos, -0.2% por año.

Estableciendo comparaciones entre los rendimientos agrícolas observados en la Amazonia y Orinoquia con los promedios nacionales y con los de América Latina & El Caribe (LAC), se encuentra que en A&O los rendimientos promedios del período 1990 –1998, en todos los productos considerados, con excepción de yuca y plátano, son inferiores a los promedios nacionales. Esa brecha de productividad presenta una magnitud que fluctúa

entre 7% (arroz) y 20% (sorgo). En plátano los rendimientos observados en el área de estudio superan en un 30% al rendimiento promedio del país.

Si los rendimientos de los cultivos de la región bajo análisis, se comparan con los promedios de LAC, se aprecia que en tres de éstos, arroz, frijol y plátano, los rendimientos de A&O superan a los Latinoamericanos en una proporción que va del 9 al 44%. En yuca maíz, sorgo y soya los promedios de LAC superan a los observados en A&O. Se destaca el bajo rendimiento de maíz en A&O, cuyo promedio es equivalente al 57% del rendimiento promedio de LAC (Figura 3).

**Cuadro 16. Tasas anuales de crecimiento de la producción, el área y los rendimientos de los cultivos de mayor importancia económica Amazonia y Orinoquia, Colombia: 1981-1998**

Cultivo	Tasa anual de crecimiento (%)		
	Producción	Área	Rendimiento
Arroz	3.9	4.2	-0.3
Arroz riego	0.6	0.6	0.0
Arroz seco manual a/	-13.5	-11.2	-2.3
Arroz seco mecanizado b/	5.7	5.9	-0.2
Maíz	2.5	1.2	1.3
Maíz tradicional c/	4.5	3.1	1.4
Maíz tecnificado	-2.0	-6.9	4.9
Soya d/	18.9	16.3	2.6
Sorgo	-11.7	-14.4	2.7
Palma africana	17.6	16.0	1.6
Plátano	9.0	5.1	3.9
Cacao	1.2	1.3	-0.1
Frijol	14.6	6.1	8.5
Yuca	7.1	5.2	1.9
Algodón	1.5	-1.6	3.1
Ajonjolí e/	54.1	48.4	5.7
Caña miel f/	0.4	1.5	-1.1
Caña panela d/	-5.6	-5.1	-0.5
Promedio ponderado g/	5.2	3.9	1.3

a/ 1986-1998 b/1984-1998 c/1982-1998 d/ 1987-1998 e/ 1986-1994 f/ 1993-1998 g/ Promedio ponderado por el área cultivada en 1998.

Cálculos basados en cifras del Ministerio de Agricultura

### III Impacto Económico del Desarrollo y Adopción de Nuevas Tecnologías Agropecuarias en Amazonia & Orinoquia

Dada la extensión de su territorio, su heterogeneidad en términos de suelos, clima, infraestructura y la multiplicidad de alternativas tecnológicas para desarrollar la región, se hace necesario aportar algunos elementos de juicio que ayuden en la priorización de las diferentes alternativas de desarrollo productivo en el área bajo estudio.

En esta región el país no solo tiene la oportunidad de intensificar la producción de una manera sostenible, sino también la posibilidad de incorporar a la producción nacional grandes extensiones de tierras aún no utilizadas con fines productivos.

Si en la sola Orinoquia no inundable que comprende 17 millones de hectáreas, se lograsen superar los actuales limitantes tecnológicos que frenan su desarrollo, existiría la posibilidad de incorporar a la producción un 20% de la superficie potencialmente utilizable del país. Esto significa que el área agrícola nacional se incrementaría en un 60%. (Moreno y Balcázar, 1997). Los autores anteriormente citados anotan que a pesar la baja calidad de los suelos y de las restricciones tecnológicas ya identificadas, la gran homogeneidad de esos suelos puede considerarse como una gran ventaja para el avance de la producción, una vez estén disponibles las tecnologías ajustadas a las condiciones edáficas y climáticas.

Es importante señalar que los criterios para priorizar alternativas de desarrollo son múltiples e involucran diferentes facetas relacionadas con aspectos agronómicos, económicos, sociales y ambientales. Las simples ventajas en términos de eficiencia económica que pueda tener una alternativa evaluada, por si solas no garantizan que tal alternativa conduzca a lograr la meta de un desarrollo sostenible. No obstante, es preciso indicar que durante el proceso de formulación y diseño de las nuevas tecnologías agropecuarias, es crucial incorporar en ellas, aquellos atributos que las hacen atractivas y competitivas social, económica y ambientalmente

Por ejemplo tecnologías basadas en germoplasma adaptado a condiciones de elevada acidez y saturación de aluminio, que predominan en grandes extensiones del área de referencia, minimizan el uso de insumos, cal por ejemplo, y otorgan ventajas económicas a los productores. Las tecnologías forrajeras basadas en pasturas mixtas de gramíneas y leguminosas, reducen la aplicación de insumos como nitrógeno e incrementan considerablemente la productividad en términos de carne y leche por hectárea, permitiendo intensificar la producción en áreas ganaderas ya degradadas. Esto a su vez, impide la ampliación de las áreas en pasturas y frena los procesos de tumba y quema en las áreas ecológicamente más frágiles.

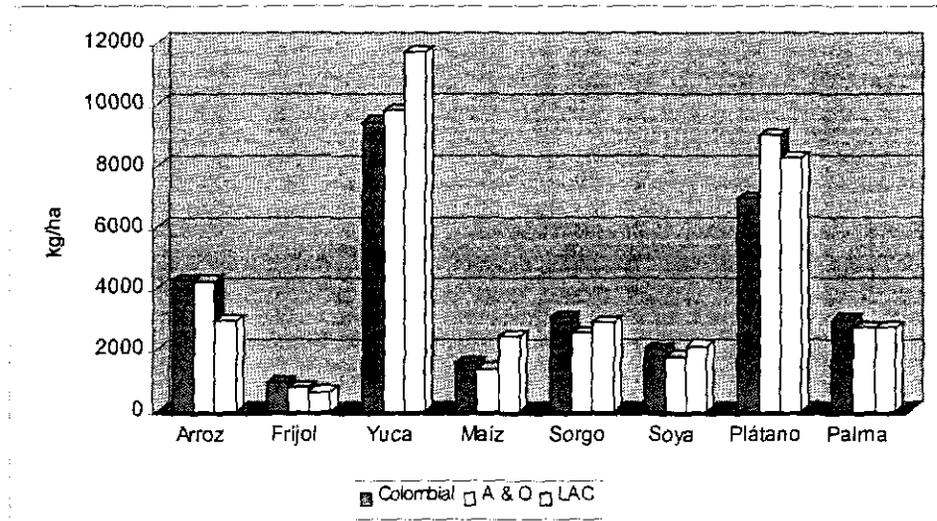
En el presente estudio se hace una evaluación ex –ante de los beneficios económicos potenciales de nuevas alternativas tecnológicas de producción para los Llanos y la Amazonia de Colombia, cuantificando los posibles beneficios sociales que recibirían tanto productores como consumidores, los cuales resultan de la adopción de nuevas tecnologías en la producción de algunos cultivos previamente seleccionados.

La visión de desarrollo agropecuario en la Amazonia y Orinoquia del país, debe incorporar múltiples alternativas de producción. Se deben considerar actividades agropecuarias tradicionales de la región, como por ejemplo arroz, maíz, plátano, yuca, ganadería; cultivos de reciente aparición como soya y actividades forestales y finalmente actividades productivas nuevas o casi inexistentes en la región, como son los frutales tropicales, a los cuales varios analistas otorgan grandes posibilidades de éxito en el área objetivo.

Para evaluar las diferentes alternativas de producción, se parte de los rendimientos promedios actuales de los cultivos de la región (Cuadro 14). Se asume que la nueva tecnología los incrementará en una determinada proporción, lo que a su vez se traducirá en incrementos de la producción, tanto en las áreas actualmente cultivadas como en las nuevas que se incorporen a la producción. Las actividades agropecuarias evaluadas en el presente estudio son: Arroz, frijol, yuca, maíz, sorgo, soya, plátano, palma de aceite, frutales y ganadería vacuna - producción de carne y de leche.

Los criterios para seleccionar éstas actividades son diversos. Con excepción de la producción de frutales, que como ya se señalado es prácticamente inexistente en la región, todas las otras tienen actualmente cierta relevancia económica.

**Figura 3. Rendimientos de cultivos en Colombia, Amazonia & Orinoquia y en América Latina: Promedios 1990-1995**



Fuente: Cifras del Ministerio de Agricultura y de FAO

El arroz es una de las actividades agrícolas más relevantes en A&O, por la magnitud del área ocupada y el volumen de su producción. Es un cultivo muy dinámico en lo referente a generación y adopción de nuevas tecnologías, habiéndose liberado en los últimos años nuevos cultivares adaptados. Entre ellos se pueden citar Oryzica Llanos 4 y Oryzica Llanos 5 para el sistema bajo riego y Oryzica sabana 6 y Oryzica sabana 10 para el sistema de secano puro.

Según la encuesta nacional arrocera de Fedearroz en el primer semestre de 1997, la variedad más extendida en los Llanos Orientales era Selecta 3-20, la cual ocupaba un poco más de una cuarta del área total cultivada en los Llanos Orientales, seguida por la variedad Tailandia con casi el 20% y las variedades Caribe y Cica 8 cada una de ellas con el 16% del área arrocera.

Varios trabajos adelantados en los Llanos Orientales, han demostrado que la fertilidad y estructura del suelo se degradan muy rápidamente bajo monocultivo continuo y en las condiciones del manejo tradicional, afectando considerablemente la productividad de las actividades agropecuarias. Por lo anterior, se requieren nuevos sistemas de cultivos y nuevas formas de producción que permitan desarrollar una actividad económica altamente productiva, competitiva, rentable y sostenible.

Los nuevos cultivares de arroz para condiciones de sabana, eventualmente pueden ser utilizados en sistemas de producción mixtos de arroz y pasturas, los cuales posibilitan la rotación de los suelos, minimizando las pérdidas por erosión, la compactación de los mismos y las pérdidas de nutrientes. Adicionalmente, los ingresos derivados del cultivo ayudan a financiar una fracción considerable del costo de establecimiento de las pasturas, lo cual otorga gran viabilidad económica a los sistemas de producción mixtos de ganadería y cultivos. (Sanint, et al. 1990).

Actualmente Colombia es deficitaria en producción de arroz y su consumo promedio por habitante en el período 1990-1998 se situó en 33.2 Kg por año, inferior al de países como Ecuador (63kg), Cuba (52 kg), Costa Rica (49 kg), Perú (46 kg) y Brasil (45 kg). Según informaciones de Fedearroz, durante el año pasado las importaciones legales e ilegales ascendieron a 449 mil toneladas (Agricultura de las Américas, 1999)

Se considera que es pertinente evaluar el impacto económico potencial de la adopción de nuevas tecnologías de producción de plátano en A&O, porque se trata de un alimento básico en Colombia. Su consumo promedio nacional es de 75 kg/habitante/año, pero en algunas regiones como en las costas Atlántica y Pacífica supera los 100 kg al año (Sanint et al.,1985)

Es un cultivo de relevancia económica en la zona por la magnitud de la superficie que ocupa, el volumen de producción que representa una fracción muy alta de la oferta nacional, cerca del 20% en 1998, y por los elevados niveles de productividad del cultivo (Figura 3 y Cuadro 14). El país es autosuficiente en producción de plátano y no obstante que en la actualidad no se visualizan grandes esfuerzos para el desarrollo de nuevas variedades y sistemas de producción para la región de referencia, una eventual expansión del cultivo mediante mejoras tecnológicas, debería orientarse principalmente hacia el procesamiento industrial y hacia los mercados externos.

El maíz que es también un alimento básico en extensas zonas y núcleos de la población colombiana, presentó un alto déficit de producción, en el período 1990-1998 cuando se importó el 48% del consumo doméstico. (Cuadro 17). Es un cultivo de pan coger, que se encuentra diseminado a lo largo y ancho de la Amazonia y Orinoquia. Recientemente se han empezado a observar los frutos de la investigación para el desarrollo de germoplasma adaptado, con la liberación de la nueva variedad de maíz para condiciones de sabana Sikuaní V110.

El sorgo es un insumo crítico en la industria de alimentos balanceados para animales. Colombia presenta un déficit crónico en la producción de éste grano, registrando anualmente importaciones cercanas al 5% del consumo total (Cuadro 17).

Como se señaló, presenta una fuerte tendencia a contraer su área sembrada, mientras que sus rendimientos tienden moderadamente al alza. La reciente investigación adelantada por el antiguo ICA y el CORPOICA actual, ha sido exitosa en el desarrollo de germoplasma tolerante a altos niveles de saturación de aluminio. Los cultivares recientemente liberados, Sorghica real 40, Sorghica real 60 e Icaravan 1, constituyen nuevas opciones para los productores de A&O.

**Cuadro 17. Producción, Consumo y Comercio de productos agrícolas seleccionados  
Colombia:1990-1998**

Cultivo	Producción '000 tm	Importaciones Netas '000 tm	Consumo Aparente '000 tm	Consumo per cápita kg/hab./ año	Índice de autosuficiencia %
Arroz	1153	104	1258	33.2	91.7
Maíz	1061	973	2034	53.8	52.2
Sorgo	563	32	595	15.7	94.6
Soya	118	146	264	7.0	44.6
Frijol	130	16	146	3.9	88.9
Yuca	1792	13	1805	51.8	99.3
Aceite de palma	370	-15	355	9.4	104.3
Plátano	2670	0	2670	75.1	100.0
Frutales					
Piña	356	-1	355	9.4	100.3
Papaya	63	0	63	1.7	100.0
Naranjas	342	6	348	9.2	98.3
Aguacate	72	4	76	2.0	94.5
Mango	89	0	89	2.3	100.0
Sandía	53	1	54	1.4	98.7
Carne	696	7	703	18.6	99.0
Leche	4843	70	4913	179.8	98.6

Fuente: CIAT, cálculos basados en cifras de FAO.

El frijol como cultivo es muy marginal en A&O. Las áreas sembradas son poco significativas, en el período 1990-1998 solo llegaron a 1560 hectáreas. Por esta circunstancia, para lograr un impacto económico importante mediante el desarrollo y aplicación de nuevas tecnologías de producción, se requeriría una notable expansión de las áreas cultivadas en la región bajo análisis. Colombia hoy en día presenta un déficit en la producción de ésta leguminosa que se aproxima al 11% del consumo doméstico.

La soya se puede considerar como novedosa en el área objetivo. Hacia mediados de la década anterior, se empezaron observar las primeras siembras de soya de alguna importancia. En sus comienzos el cultivo se expandió a tasas relativamente altas, pero en los últimos años las áreas sembradas tienden a reducirse.

Es una oleaginosa de uso industrial tanto en la fabricación de aceites de consumo humano, como en la industria de concentrados para animales. El país presenta muy baja autosuficiencia en la producción de soya, 45%.

Las investigaciones adelantadas han permitido la liberación de un nuevo material con gran adaptación a las condiciones imperantes en la Altillanura, denominado Soyica Altillanura 2.

El cultivo de palma de aceite se destaca en A&O por su gran dinamismo. En 1998 contabilizaba el 35% del área cultivada y el 33% de la producción total del país. Se exporta un pequeño porcentaje de la producción de aceite, que no supera el 5%.

La ganadería vacuna es una actividad típica de A&O. Se considera que dada la magnitud de los recursos aptos para la producción ganadera con que cuenta la región, su participación en la oferta nacional aún es muy reducida. En el período 1990-1998 Colombia presentó déficits en producción de carne y de leche. En el caso de carne vacuna el país no ha logrado consolidar su posición como exportador neto, participa en los mercados externos eventualmente como exportador o importador marginal. En leche existe un pequeño déficit crónico que en el período 1990-1998 fue inferior al 2% del consumo total.

En las últimas dos décadas se ha dado particular énfasis al desarrollo de nuevos materiales forrajeros adaptados para la Amazonia y los Llanos Orientales de Colombia. Ha sido un trabajo en equipo del sistema nacional y del sistema internacional de investigación. Este esfuerzo interinstitucional ha producido la liberación de gramíneas y de leguminosas forrajeras que ya se están empleando en las ganaderías colombianas, tanto en áreas de sabana como de bosque húmedo. Entre las gramíneas se pueden citar *Brachiaria dictyoneura* (pasto llanero), *Brachiaria brizantha* (La Libertad), *Andropogon gayanus* (pasto Carimagua), *Brachiaria humidicola* (Humidicola).

Entre las leguminosas forrajeras liberadas se encuentran: *Centrosema acutifolium* (Vichada), *Stylosanthes capitata* (Capica) y *Arachis pintoi* (maní forrajero perenne). Esta última es una leguminosa de uso múltiple que sirve como cobertura del suelo para evitar la erosión y controlar malezas, que fija nitrógeno atmosférico en el suelo y que presenta alta calidad como material forrajero.

Para mayor información sobre la adopción de pasturas en A&O puede consultarse a Ramírez y Seré, 1990; Cadavid et al, 1990; Cadavid, 1994; Rivas 1997; y Rivas y Holmann 1998.

En un estudio del CIAT en el Caquetá se encontró que el 64% de los pastos mejorados de la región corresponden a *B. decumbens* (Rivas y Holmann, 1998). Un trabajo similar en los Llanos Orientales reveló que del total de pastos mejorados, el 48% correspondía a *B. decumbens* sola o en asociaciones con leguminosas (Cadavid, 1994).

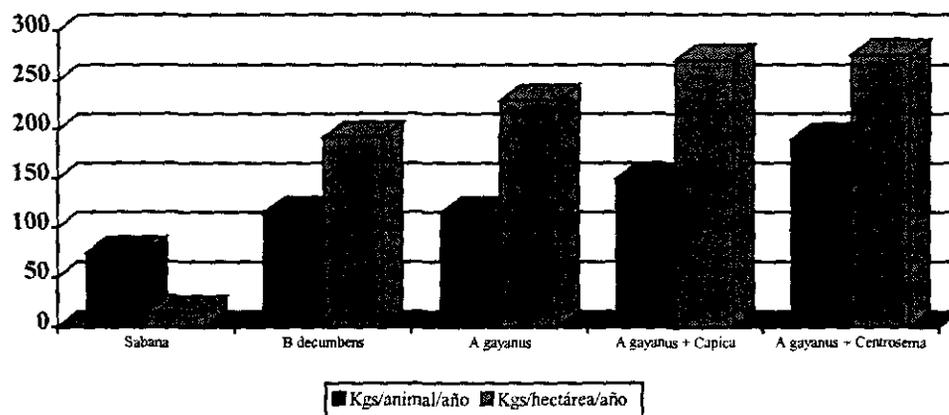
Debido a lo anterior, los trabajos para el mejoramiento genético de *Brachiaria decumbens*, la gramínea más empleada en las ganaderías del trópico latinoamericano, son esenciales y siguen en marcha con el propósito de obtener nuevos cultivares con mayor productividad y resistencia al mión o salivazo de los pastos.

Continúan avanzando los planes de desarrollo de nuevo germoplasma de *Arachis pintoii* con mayor adaptación a sequías intensas y prolongadas y a suelos de baja fertilidad y de obtención de cultivares de leguminosas arbóreas como *Cratylia argentea*, material que se encuentra en una fase avanzada de evaluación, y que tiene un alto potencial como forraje suplementario en explotaciones lecheras en áreas con sequías prolongadas.

Las investigaciones para el mejoramiento de materiales del género *Stylosanthes* siguen progresando. Se pretende encontrar nuevos cultivares resistentes a antracnosis, enfermedad de los pastos que reducido de manera importante el empleo de éstas leguminosas en las ganaderías del país.

El potencial en términos de productividad y sostenibilidad del uso de estos nuevos materiales forrajeros en A&O es muy grande. Las cifras disponibles sobre cambios en productividad indican que al sustituir una pradera de gramínea pura medianamente degradada, por una mezcla de gramíneas y leguminosas, la producción de carne por hectárea puede incrementarse considerablemente como lo muestra la figura 4.

Figura 4. Ganancias de peso de vacunos en diferentes sistemas de pasturas Llanos Orientales de Colombia (kg.)



Fuente: CIAT, 1987

En lo referente a frutales tropicales el país es prácticamente autosuficiente, pero los niveles de consumo por habitante aún son bajos si se los compara con los observados en otros países latinoamericanos. Adicionalmente existe la posibilidad de desarrollar una agroindustria frutícola fuerte orientada a la exportación, que genere valor agregado y empleo, tanto en las fases de producción como de procesamiento.

Entre los frutales, la piña, los cítricos y la sandía en los últimos tiempos se están convirtiendo en alternativas válidas para diversificación de la producción agrícola de

A&O. Según García (1998), dadas las características agronómicas de muchos frutales, se precisa una mínima adecuación de la tierras del Meta, la Altillanura y el piedemonte para su producción. Anota que las principales limitaciones se relacionan con la demanda, el procesamiento y la comercialización y que en el caso de la papaya además de los problemas de mercado, algunas enfermedades como mancha angular y bacteriosis reducen considerablemente la productividad de ese cultivo.

La papaya aparece como uno de los frutales mas extendidos en el departamento del Meta, su área cultivada se aproxima a las 500 hectáreas, con un rendimiento promedio de 27 toneladas/hectárea. Se ha introducido recientemente en la región la variedad Catira 1, la cual arrojó un rendimiento promedio de 72 toneladas por hectárea en la zona de Lejanías y en Palmira en condiciones experimentales se han logrado 146 toneladas/hectárea. (García. 1997)

La piña es la principal fruta tropical consumida en Colombia, 9 kg/habitante/año. Este consumo per cápita puede considerarse como alto en el contexto latinoamericano y solo es superado por Costa Rica 25 kg y Nicaragua 10 kg/habitante/año. El país exporta una pequeña fracción de su producción que no supera el 1%.

La naranja es el más importante de los cítricos consumidos en Colombia, 9.2 kg/habitante/año. Este consumo se puede catalogar como bajo, comparado con el de Brasil (125 kg), Costa Rica (53kg), Paraguay (41kg) y México (35 kg).El índice de autosuficiencia de Colombia es de 98.3%. (Cuadro 17).

Los consumos de mango, aguacate, sandía y papaya son bastante bajos, no superando los 3 kg/habitante/año, para cada una de éstas frutas consideradas individualmente.

Existen pocos antecedentes en el país sobre investigaciones orientadas a lograr nuevas variedades de frutales mejorados y adaptados a las condiciones particulares de A&O. Si se quiere desarrollar en el área de interés una agroindustria importante de producción y procesamiento frutícola, se requiere fortalecer el trabajo de investigación y mejoramiento de frutales y la búsqueda de nuevas opciones de producción que permitan desarrollar nuevos nichos productivos. No solo es crítico el mejoramiento varietal, sino el desarrollo de métodos de manejo agronómico de los cultivos y de control de plagas y enfermedades, las que se agudizan cuando la producción se concentra geográficamente y se amplían las escalas de producción.

Aparte del gran limitante que representa la falta de tecnología apropiada para la producción de frutas en Colombia, es preciso considerar que los mercados externos de éstos productos son relativamente pequeños y muy exigentes en cuanto a las especificaciones sobre calidad y tamaño del producto y que adicionalmente establecen rígidas barreras de control sanitario, para evitar riesgos de plagas y enfermedades que puedan afectar su producción doméstica.

En general se puede plantear que la producción de frutas es estacional, concentrada en determinadas épocas del año, y que dada la alta perecibilidad del producto, es preciso desarrollar sistemas de conservación y procesamiento de la producción frutícola, para

ampliar los mercados, garantizar una oferta estable a través del tiempo y para superar las barreras sanitarias, de calidad y de homogeneidad, que se imponen a la fruta fresca.

### III 1. El Modelo de Evaluación

La evaluación de la eficiencia económica de las opciones evaluadas se efectúa calculando los excedentes económicos, que reciben los productores y consumidores, los cuales se originan en la adopción de nuevas tecnologías de producción.

Para estimar los beneficios económicos derivados del uso de nuevas tecnologías, se utiliza el modelo económico MODEXC, (CIAT, 1999), el cual permite simular la evolución en el tiempo de los mercados, en los cuales ha ocurrido una adopción tecnológica. El modelo calcula los flujos anuales de beneficios económicos recibidos por productores y consumidores, lo cual permite la comparación y priorización de alternativas de inversión en investigación.

En este caso se trata de una evaluación *ex-ante*, es decir se simulan procesos de adopción que aún no han ocurrido, empleando para ellos supuestos razonables referidos a las tecnologías y a los mercados de los productos evaluados.

El modelo utiliza un sistema de ecuaciones simultáneas de oferta y demanda y simulando, en un proceso dinámico, la adopción tecnológica calcula inicialmente las cantidades y precios de equilibrio de los mercados a través de los años.

Una vez definidos los puntos de equilibrio, en términos de cantidades y precios, el modelo estima los excedentes sociales (beneficios) que recibirían los productores y consumidores, mediante un procedimiento matemático de integración de las áreas bajo las curvas de demanda y oferta.

La expresión matemática del modelo utilizado se plantea como:

$$d = \beta(1 + \Omega)^t P^\eta \quad (1)$$

$$s = c(1 + \theta)^t (PK - m)^d \quad (2)$$

$$d = s \quad (3)$$

Donde

$d$  = Cantidad del producto a demandada en el mercado en el período  $t$

$\Omega$  = Tasa anual de crecimiento de la demanda del producto a por factores autónomos

$\beta$  = Intercepto de la función de demanda

$\eta$  = Elasticidad precio de la demanda del producto a

$s$  = Cantidad del producto a ofrecida en el mercado en el período  $t$

$\theta$  = Tasa anual de crecimiento de la oferta del producto a por factores autónomos

$P$  = Precio de mercado del producto a

$K$  = Factor de desplazamiento de la función de oferta debido a la adopción tecnológica

$m$  = precio mínimo de oferta del producto a.

$c$  y  $d$  = Constantes de la función de oferta;  $t$  = tiempo

La ecuación (3) corresponde a la condición de equilibrio del mercado

En la a figura 5 se ilustran las condiciones originales del mercado, el desplazamiento de la oferta debido a la adopción tecnológica y los beneficios sociales que recibirían productores y consumidores como consecuencia del cambio técnico. El mercado inicialmente está regido por las funciones de demanda  $d_0d_0$  y oferta  $s_0s_0$  las cuales se interceptan en el punto  $\underline{o}$ , determinándose las cantidades y precios de equilibrio inicial ( $p_0, q_0$ ).

La adopción de una nueva tecnología de producción, desplaza a la función de oferta desde  $s_0s_0$  a  $s_1s_1$ , estableciéndose un nuevo equilibrio de mercado  $\underline{o}_1$ , con diferente precio y cantidad de equilibrio ( $p_1, q_1$ ).

El desplazamiento de la oferta debido a la adopción tecnológica se produce a través del factor de desplazamiento  $K$ , el cual es variable en el tiempo y se simula dentro del modelo mediante una función sigmoide o logística, la cual reproduce la dinámica de los procesos de adopción y difusión tecnológica.

Como resultado de la adopción, se genera un flujo de beneficios sociales para productores y consumidores que son atribuibles a la innovación.

En la figura 5 el área  $00'p_1p_0$  representa los beneficios que obtendrían los consumidores debido a la reducción del precio desde  $p_0$  a  $p_1$  y el incremento del consumo de  $q_0$  a  $q_1$ .

Los beneficios que recibirían los productores están representados por la diferencia entre el área  $O'Lm$ , que representa las ganancias de productividad asociadas con la innovación y el área  $O p_0 p_1 L$  que corresponde a la pérdida que sufren los productores debido a la caída de los precios. El beneficio social neto está representado por el área sombreada  $OO'm$ , que resulta de la suma aritmética de los beneficios sociales de los productores y de los consumidores. Para mayor información sobre el modelo empleado se puede consultar en Rivas et al. (1999).

### III 2. Supuestos Tecnológicos

Los supuestos tecnológicos utilizados por el modelo se refieren a: 1) Los niveles de productividad de la tecnología actual y de la mejorada. 2) La magnitud de las áreas a afectar con la nueva tecnología, 3) La velocidad del proceso de adopción, 4) El momento en que las tecnologías estarán disponibles para los productores y 5) La probabilidad de éxito en el proceso de desarrollo de las nuevas tecnologías.

La mayor parte de los parámetros tecnológicos se resumen en el factor de desplazamiento de la tecnología, conocido en la literatura como K. En este caso el valor de éste parámetro se calcula como:

$$K = (Q_0 + (P_{rm} - P_{rt})A_0 + A_1 P_{rm}) / Q_0 \quad (4)$$

Donde :

K= Factor de desplazamiento de la función de oferta

$Q_0$  = Cantidad inicial de equilibrio en el mercado a.

$P_{rm}$  = Productividad de la tecnología mejorada en la región objetivo (Kg./ha)

$P_{rt}$  = Productividad de la tecnología tradicional en la región objetivo (Kg./ha)

$A_0$  = Area actualmente cultivada bajo tecnología tradicional en la región objetivo (has.)

$A_1$  = Areas nuevas que se incorporan a la producción en la región objetivo (has.)

El factor K incluye dos elementos que impulsan el crecimiento productivo: 1) La intensificación de la producción en las áreas actualmente cultivadas y 2) La incorporación a la producción de áreas nuevas.

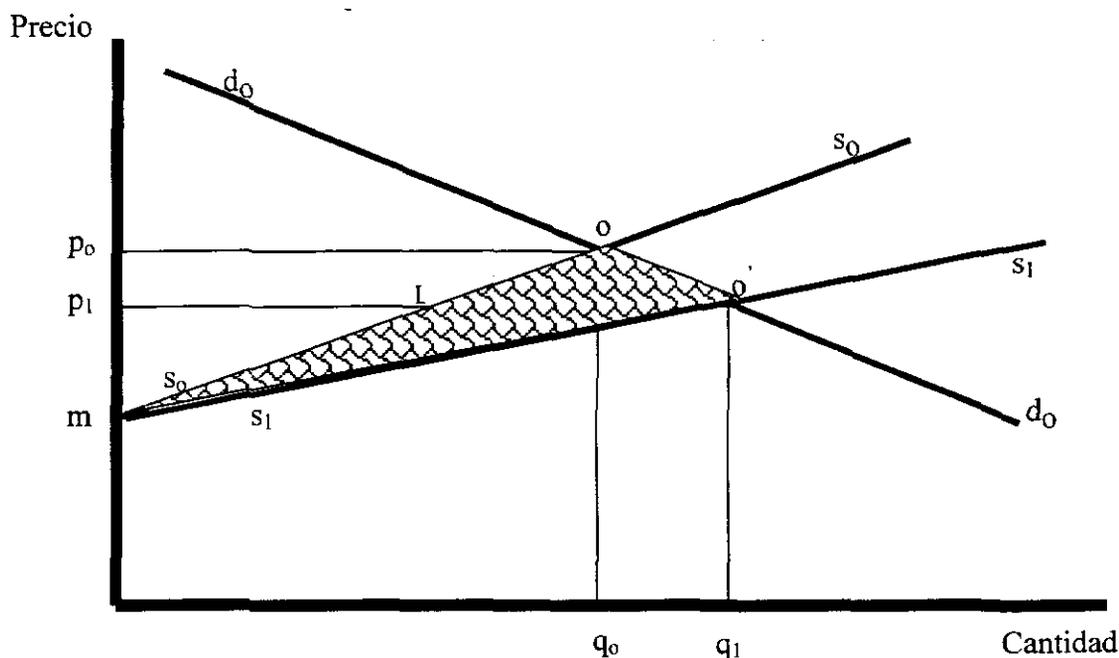
En el cuadro 18 se presentan los supuestos adoptados para el cálculo del parámetro K para los cultivos evaluados. En la segunda columna aparecen las cantidades promedias comercializadas en los mercados colombianos de los productos incluidos en la evaluación. Se utilizan los valores promedios del período 1990-1995. En el mismo cuadro se muestran

los rendimientos promedios durante el mismo período en A&O y los rendimientos potenciales debidos a la nueva tecnología, calculados suponiendo diferentes tasas alternativas de crecimiento de los mismos.

Las áreas cultivadas con los productos seleccionados, aparecen en la tercera columna. Se asume un crecimiento de las mismas que se considera factible, dada la evolución histórica de los cultivos en la región. Finalmente aparecen los diferentes valores de K, de acuerdo con las distintas hipótesis de crecimiento de los rendimientos de los cultivos en la región de interés.

En ganadería se evalúan las tecnologías forrajeras en dos de los sistemas ganaderos más frecuentes en A&O: Doble propósito (producción conjunta de carne y de leche) y producción de carne (énfasis en el engorde de animales). Se supone que la tecnología forrajera intensifica la producción en áreas ya degradadas y de baja productividad, y que las áreas totales en pasturas de la región no se incrementan.

Figura 5. Funciones de Oferta, Demanda y Beneficios Tecnológicos



Dada un área estimada en pastos para los Llanos Orientales de 7.6 millones de hectáreas, se asume que el 20% de la misma estaría bajo nueva tecnología, en el transcurso de los próximos 15 años. Para la región amazónica, con una área estimada en pastos de 1.9 millones de hectáreas, se asume que el 40% de esa área estaría bajo nueva tecnología en los próximos 15 años.

El avance tecnológico a evaluar es el cambio de la base forrajera tradicional, consistente en una pastura de gramínea pura medianamente degradada, por una pastura mixta, de

gramínea y leguminosa mejoradas, que permite incrementar sustancialmente la producción de leche y carne por hectárea. (Cuadro 19 y Figura 8).

En razón de que hay evidencias de que la duración de los procesos de difusión de nuevas tecnologías de pasturas, suele tener mayor duración que la de los cultivos mejorados, debido a que la adopción de estas involucra significativos montos de inversión por lapsos superiores a cuatro años, se incluyó un ejercicio de sensibilidad de los beneficios de la ganadería frente a diferentes períodos de duración del proceso de adopción

### **III 3. Supuestos Económicos.**

Adicional a los supuestos tecnológicos para efectuar las estimaciones del impacto económico del cambio técnico, es preciso definir las características de los mercados de los productos que se evalúan, en términos de: 1) Las cantidades y precios de equilibrio del mercado, en el momento de iniciar la evaluación. 2) Las elasticidades precio de demanda y oferta, 3) Las tasas de crecimiento autónomo de oferta y demanda. Estas últimas se refieren al crecimiento de la oferta y la demanda, que es independiente de las fuerzas tecnológicas que actúan sobre el mercado. 4) El precio mínimo de oferta, que corresponde mínimo requerido para que los productores ofrezcan en el mercado. Este precio está muy asociado con los costos variables de producción.

Las fuentes de información para determinar los parámetros, tanto económicos como técnicos, se obtuvieron de diferentes estudios elaborados por el CIAT y otras instituciones y también se tomaron en cuenta opiniones de expertos calificados.

Para determinar los precios de mercado al productor se revisaron varias fuentes: FAO, Herford & García (1999), Rivas et al (1999). Se notan grandes discrepancias entre las fuentes consultadas, ya que en general cada estudio elabora sus propias series históricas con base en informaciones secundarias, ya que no existe en el país ninguna institución que publique formalmente las series consolidadas anuales de precios al productor. Además de las discrepancias entre fuentes, también se observan inconsistencias internas en las series de precios

En la estimación de las tasas de crecimiento de la demanda se asumió un crecimiento moderado de la población del país de 1.5% por año, para los dos primeras décadas de este siglo, ya que la tendencia de la población es a reducir su ritmo de expansión.

En los últimos años el crecimiento del ingreso por habitante ha sido muy bajo y la actividad económica ha mostrado muy lenta dinámica. Sin embargo, se espera una recuperación económica en los primeros años del siglo actual, por lo cual se asume un crecimiento del ingreso por habitante que se puede catalogar como moderado, 2% por año.

El proceso de adopción y difusión de las nuevas tecnologías, tanto para cultivos como para ganadería, se supone que tiene una duración de 15 años a partir del momento de la liberación de los nuevos cultivares para su uso por parte de los productores. En todos los casos la unidad de evaluación es el mercado colombiano considerado en conjunto.

En el cuadro 20 se presentan los parámetros económicos utilizados en el presente ejercicio.

#### **IV. Beneficios Potenciales del Desarrollo y Adopción Tecnológica.**

Una vez definidos los parámetros técnicos y económicos correspondientes a los productos a evaluar, se estimó el flujo anual de beneficios sociales atribuibles al desarrollo y adopción de nuevas tecnologías de producción en A&O.

Como se desconocen los rendimientos a nivel de finca de los cultivos y sistemas de producción mejorados, ya que se trata de una evaluación *ex-ante*, se tomaron como base los rendimientos actuales de los cultivos en A&O y se supuso que la nueva tecnología los podría incrementar alternativamente en una proporción del 20, 40 y 60%. Los beneficios sociales que se presentan en el cuadro 21 y en la figura 6 corresponden, en el caso de los cultivos, a un incremento de los rendimientos actuales de un 20%.

Para estimar los beneficios sociales se consideran dos fuerzas que impulsan la producción. La primera se relaciona con la intensificación de la misma en las áreas actualmente cultivadas que, debido al empleo de nuevas tecnologías, se traduce en un incremento de los rendimientos promedios de la región. La segunda fuerza es la expansión de las áreas sembradas. Se asume que el área cultivada actual se incrementará en los próximos 15 años y que en esas nuevas áreas incorporadas a la producción se utilizarán las tecnologías mejoradas. Para todos los cultivos, con excepción de frijol, se supone que el área sembrada se incrementará en 50%, lo cual implica un crecimiento promedio en los próximos 15 años de 2.74.% por año.

Dado que la superficie en frijol en la región en la actualidad es muy baja, se asumió que ésta se triplicaría, pero aún así continuará siendo muy reducida en comparación con las de otros cultivos (Cuadro 22).

En cuanto a frutales las estadísticas oficiales no reportan áreas sembradas en A&O. Se presume que de existir deben ser de muy baja magnitud, tal vez para autoconsumo. Dada esta falta de información, se tomó el área total cultivada con los frutales seleccionados en el país y se supuso que en los próximos 15 años ésta se duplicará y que las siembras adicionales se efectuarán en A&O.

Como tampoco se dispone de información sobre rendimientos de los frutales en A&O, se partió del promedio nacional para efectuar el cálculo de los probables niveles de productividad de los frutales mejorados. (Cuadro 18).

La evaluación elaborada resulta conservadora en cuanto a la magnitud de las áreas a afectar con nueva tecnología. En total al finalizar el proceso de adopción estarían bajo nueva tecnología cerca de 3 millones de ha, de las cuales más del 90% se encuentran actualmente en producción. Es decir el énfasis en este caso se coloca en la intensificación del uso de la tierra. En los cultivos se intensificaría la producción en una extensión de aproximadamente medio millón de hectáreas y la expansión de la frontera agrícola sería de

cerca de un cuarto de millón de ha. Las cifras anteriores son bajas si se las compara con la magnitud del área existente en la región factible de incorporar a la producción

En ganadería se estima que en A&O la superficie en pasturas es de 9.5 millones de ha., de las cuales el 24% ( 2.3 millones de ha.) estaría bajo tecnología mejorada en un horizonte de tiempo de 15 años.

Se parte de la base que se intensificará la producción en las áreas ganaderas actuales, mediante el empleo de mejores pasturas, sin incrementar el área ganadera total de la región. Este supuesto se basa en la necesidad de mejorar la competitividad de la ganadería en un contexto cada vez mas globalizado. Por otro lado, la concentración geográfica de la producción es una de las claves para reducir costos de transporte y de acopio, en una región donde la infraestructura vial es uno de los principales cuellos de botella. Desde la perspectiva de la conservación del ambiente y protección de las áreas boscosas, la intensificación de la producción en zonas ganaderas de baja productividad, puede constituirse en un elemento importante dentro de una estrategia global para la conservación y protección de áreas naturales aún no intervenidas.

En cuanto a los rendimientos de la tecnología mejorada, en ésta primera aproximación para estimar los beneficios sociales atribuibles al desarrollo y adopción de tecnologías mejoradas en A&O, se adoptan supuestos conservadores sobre los rendimientos a nivel de finca de la tecnología mejorada. En los, cultivos como ya se ha mencionado, se asume que éstos se incrementarán en un 20% con respecto a su nivel actual.

En ganadería utilizan también supuestos conservadores sobre los rendimientos. Se tomó como base los rendimientos obtenidos en los diversos trabajos de campo de CIAT en la región bajo estudio y su nivel se determinó a través de un consenso entre investigadores especialistas en el tema. Los parámetros de productividad ganadera utilizados en la presente evaluación, anteriormente se emplearon en otras evaluaciones *ex-ante* efectuadas por el Centro, en regiones de sabana y trópico húmedo de América Latina (Véase Rivas y Pachico 1997).

En la figura 6 y en el cuadro 21 se presentan las estimaciones de los beneficios potenciales de la adopción de nuevas tecnologías en los cultivos seleccionados. El valor presente de tales beneficios, para un período de 15 años, utilizando una tasa de descuento anual del 10%, varían entre us\$175 millones para carne vacuna y us\$ 3 millones para frijol.

Si los beneficios atribuibles al cambio tecnológico se expresan como una anualidad, es decir una suma fija de beneficios que se recibirían anualmente durante todo el período de adopción, se encuentra que la investigación en forrajes para la región dejaría de ser socialmente rentable, solo cuando las inversiones anuales en esa investigación sean superiores a us\$22 millones durante un período de más de 15 años. En plátano serían us\$14 millones y en arroz us\$ 12.6 millones. (Cuadro 21).

Considerando al frijol como un monocultivo, sus áreas sembradas tendrían que crecer a tasas muy altas para lograr beneficios sociales de importancia en el proceso de cambio técnico

### Incremento de las áreas sembradas de frijol y valor de los beneficios sociales

Incremento absoluto del área sembrada ('000 has)	No de veces que crecería el área actual	Valor presente de los beneficios sociales	
		\$ col millones	us\$ millones
16	10	21138	13.2
32	20	39215	24.5
48	30	55051	34.4
160	100	132186	82.6

Si el área actualmente sembrada con frijol creciera 10 veces, los beneficios tecnológicos del cultivo estarían muy cercanos a los calculados para aguacate – véase Cuadro 21. Si el área plantada creciera 20 veces, tales beneficios se aproximarían a los estimados para naranja y si el crecimiento fuera de 100 veces, superaría a los calculados para los frutales en conjunto (Cuadro 21)

Sin embargo esta magnitudes de área plantada para frijol parecen difíciles de alcanzar, ya que el hectareaje cultivado en los países de América Latina, considerados individualmente no supera las 200 mil hectáreas, exceptuando a Brasil y México, que en 1998 cultivaban 3.3 y 2 millones de hectáreas respectivamente. En el mismo año, el área total cultivada en Colombia solo llegaba a 138 mil hectáreas. (FAO, 1999).

Es preciso anotar que muchos cultivos como el frijol, constituyen componentes dentro de sistemas de producción complejos, que pueden individualmente representar poco si se los considera aisladamente, pero que son importantes dentro de los sistemas porque permiten diversificar la producción, disminuir riesgos biológicos y de mercado, contribuyen a mejorar el flujo de efectivo particularmente en el grupo de pequeños productores y son importante fuente alimenticia en los hogares rurales.

El análisis de sensibilidad de los beneficios tecnológicos en ganadería frente a variaciones en la duración del período de adopción, señala que éstos son altamente sensibles a los cambios de ésta variable. Si la duración de la adopción sube de 15 a 25 años, los beneficios tecnológicos en ganadería vacuna se reducirían en un 42% y si la duración del proceso se prolonga hasta 35 años, tales beneficios declinarían en un 72%. (Cuadro 23).

Lo anterior pone en evidencia la importancia de lograr procesos de adopción rápidos y continuos, para maximizar los beneficios sociales recibidos por la comunidad. También destaca el hecho de que aparte de contar con nuevos materiales y métodos de producción adaptados a las condiciones de A&O, es preciso impulsar la adopción mediante nuevos esquemas de divulgación y promoción de las tecnologías mejoradas, desarrollo de la infraestructura social y física que apoye estos procesos y políticas económicas transparentes y estables que generen un clima propicio para la inversión y la adopción tecnológica.

En un modelo de economía cerrada (ausencia de comercio internacional) la distribución de los beneficios del cambio técnico entre productores y consumidores, depende principalmente del valor de la elasticidad precio de la demanda de un producto determinado. Los alimentos básicos, se caracterizan por sus bajas elasticidades precio de demanda, por lo cual al producirse un cambio técnico que incremente su disponibilidad interna, se requiere que el precio se reduzca considerablemente para que las cantidades adicionales sean comercializadas y consumidas. En la figura 6 se puede apreciar como en los alimentos básicos para la población colombiana tales como arroz, frijol, leche, carne plátano y maíz, cuyas elasticidades precio de demanda fluctúan entre  $-0.3$  y  $-0.7$ , los beneficios se concentran en los consumidores quienes reciben una fracción de los beneficios tecnológicos totales que está en el rango del 70 al 97%. (Cuadro 21 y Figura 6).

Por el contrario, productos con fuerte demanda para procesamientos agroindustriales tales como frutas, yuca, sorgo, palma de aceite y soya, con altos valores absolutos de la elasticidad precio de su demanda, cercanos o por encima de la unidad, presentan una concentración de los beneficios tecnológicos en los productores, en una proporción que va de 40 a 76% (Cuadro 21).

La apertura de la economía implica una redistribución de los beneficios tecnológicos. En el caso de bienes transables internacionalmente como arroz y carne vacuna, se observa que al estimar los beneficios tecnológicos bajo un esquema de economía totalmente abierta – libre flujo de importaciones y exportaciones- se produce una redistribución de ellos entre sectores de la sociedad. En arroz al abrir los mercados la participación de los productores crece de 3 a 72%. En carne vacuna de 15 a 72%. (Cuadro 24).

Los beneficios totales bajo uno u otro esquema de apertura permanecen más o menos estables, ya que en este caso existe un “trade off” de beneficios, puesto que lo que dejan de ganar los consumidores vía precios, lo reciben los productores y viceversa. Cuando el mercado es totalmente cerrado e inelástico, al producirse la innovación los precios domésticos declinan sustancialmente en beneficio de los consumidores. Cuando se abre el mercado, este se amplía y los precios domésticos frenan su caída, beneficiándose de ésta forma los productores.

Para que el cambio técnico sea perdurable, se requiere que todos los actores del mismo en el largo plazo, obtengan beneficios del proceso de innovación. Por lo tanto, es muy importante que la política económica sea redistributiva, cuando por condiciones de mercado se presenten inequidades. Políticas comerciales, impositivas y de transferencias pueden ser instrumentos muy útiles para lograr un cambio técnico con equidad.

Aún empleando supuestos conservadores sobre la magnitud de las áreas a afectar y el nivel de los rendimientos de las tecnologías mejoradas, se puede considerar que los beneficios sociales del cambio tecnológico son altos comparados con los niveles de inversión efectuados para el diseño de las nuevas tecnologías, por lo que se infiere que la rentabilidad social de invertir en investigación para el desarrollo productivo de la zona es muy atractiva.

Por la magnitud del área ocupada y los niveles de productividad que es posible alcanzar, la intensificación de la ganadería de una forma amigable con el medio ambiente, aparece como una de las alternativas más promisorias para impulsar el crecimiento en la región de interés. Pero dada la magnitud del área disponible y la necesidad de diversificar las actividades productivas, los cultivos también aparecen como opciones muy atractivas, tanto los tradicionales, arroz, yuca y maíz, como los nuevos tal es el caso de los frutales tropicales.

Dado lo anterior, la pregunta a responder es: ¿ Que tan viable desde el punto de vista privado como social, es el cambio tecnológico del sector agropecuario de A&O ?. Puesto de otra forma, que marco político, económico y social deberá diseñarse, para que una vez desarrolladas las tecnologías apropiadas, se desencadenen los procesos de adopción y difusión que permitan incrementar la producción y productividad agropecuaria de la región y que esto en definitiva se traduzca en menores precios, mayor empleo y consumo, mayores niveles de exportación y finalmente en mejor bienestar y menores índices de pobreza de la población colombiana

La respuesta es que el desarrollo tecnológico es un elemento muy importante dentro de una estrategia de desarrollo de la región, que es absolutamente necesario pero no suficiente y que se requieren adicionalmente otros elementos, para conformar un entorno político, económico y social que haga viable y rentable el cambio tecnológico a todos los niveles, privado, social y ambiental.

## **V. Viabilidad del Cambio Técnico en Amazonia y Orinoquia.**

En algunos textos sobre evaluación de proyectos y análisis financiero, los estudios de factibilidad de los proyectos se desglosan en dos componentes: 1) Análisis de rentabilidad y 2) Análisis de viabilidad. El primero conduce a determinar la bondad económica de los proyectos. Responde la pregunta de que si es conveniente, desde el punto de vista económico, invertir en el proyecto evaluado. Es decir si el proyecto se debe hacer.

El segundo nivel de análisis se refiere a la disponibilidad oportuna de los fondos necesarios para efectuar las inversiones en los momentos requeridos, de los conocimientos técnicos, habilidades e insumos necesarios y del entorno apropiado, para poder adelantar el proyecto. Es decir responde a la pregunta de que si el proyecto se puede hacer.

En consecuencia, al evaluar las alternativas de desarrollo tecnológico no solo es necesario analizar su conveniencia en términos económicos, sociales y ambientales, que se traducen en indicadores de rentabilidad social y privada, sino también la viabilidad de que las tecnologías sean adoptadas y que se obtengan efectivamente los niveles de productividad y producción esperados.

La primera condición para que se desencadene un proceso de adopción es que las nuevas técnicas sean rentables para el productor individual y que esa rentabilidad sea lo

suficientemente atractiva, como para inducir a los productores a abandonar las antiguas tecnologías y a asumir los posibles riesgos asociados con las nuevas formas de producción.

En el ejercicio de evaluación *ex-ante*, se asume que las nuevas tecnologías mejoran la rentabilidad de la finca, lo cual ha sido demostrado en numerosos trabajos principalmente en pasturas y arroz adelantados en la región bajo estudio. (Cadavid et al, 1990; Seré y Estrada, 1987; Gutiérrez, 1979; Valencia, 1990; Sanint et al, 1990; Rivas et al, 1990).

Como se conoce ampliamente, los riesgos que enfrentan los productores son de carácter económico y biológico. Los primeros están relacionados principalmente con las fluctuaciones de precios y cantidades en los mercados de productos, insumos y servicios. y los segundos con las variaciones impredecibles de carácter climático y ambiental.

Los riesgos económicos que afectan los procesos de adopción tecnológica pueden ser aliviados o disminuidos a través de la política económica. Debe procurarse una sincronización y armonización de tales políticas con los objetivos de cambio técnico y modernización. El rol de ellas en este campo es suavizar las fluctuaciones en los mercados, mediante intervenciones que los estabilicen y den confianza a los productores para invertir en tecnología.

Las políticas comercial y cambiaria juegan un papel preponderante para crear el clima propicio para la adopción de nuevas tecnologías. A principios de la década de los 90, los cultivos de soya y sorgo y las siembras mixtas de arroz y praderas aparecían como opciones muy promisorias para la región analizada. La falta de sincronización entre cosechas e importaciones deterioró gravemente el incipiente proceso de adopción. En el caso de arroz, las importaciones coincidieron con la época de cosecha, por lo cual el mercado se saturó, se redujeron los precios domésticos y se presentaron serios problemas para el almacenamiento de la producción. Las políticas tendientes a fomentar las importaciones de productos agropecuarios, pueden frenar de manera importante los procesos de adopción tecnológica, no solo en A&O sino en el país en general.

El transporte, almacenamiento, procesamiento y distribución de la producción se constituyen en factores claves para el desarrollo agropecuario de A&O. Adicional a los estudios *ex ante* de impacto socioeconómico y ambiental que documenten el posible impacto de la adopción tecnológica, se requiere identificar las áreas que más fácil y económicamente pueden desarrollarse mediante la incorporación de nuevas tecnologías agropecuarias. La capacidad de absorción de los mercados internos deberá evaluarse, al igual que las posibilidades de exportación de la producción doméstica.

Como anteriormente se señaló en el caso de los frutales, si bien su beneficio potencial es alto, aún disponiendo de las tecnologías de producción apropiadas esto no es suficiente para lograr su empleo en A&O. Son necesarios otros elementos, fuera de control de los productores, tales como la ya mencionada infraestructura vial y de comunicaciones, el desarrollo de agroindustrias transformadoras de los productos primarios, de nuevas y modernas redes de distribución de la producción y de aprovisionamiento de insumos críticos tales como crédito y semillas certificadas.

En un estudio sobre el proceso de transformación económica del piedemonte del Caquetá, en el área de influencia de Florencia su capital, Michelsen (1990) documenta el hecho que la transformación progresiva de los sistemas ganaderos de esa región, que evolucionaron de un patrón de cría extensiva basada en pastos naturales a otro más intensivo, enfocado al doble propósito utilizando estratégicamente pastos mejorados como *B. decumbens*, se debió al efecto combinado de la formación de un mercado para la leche, la expansión y mejoramiento de la red vial, el mejoramiento del sistema de acopio, transporte y procesamiento de la producción, adecuada oferta de crédito y desarrollo de los mercados de servicios e insumos ganaderos.

En definitiva es muy difícil que un sector o un cultivo específico puedan mantenerse aislados y al mismo tiempo modernizarse, sin que paralelamente ocurran otros cambios en el entorno económico, social y político al cual están integrados.

Un elemento que resulta fundamental para la viabilidad del cambio técnico no solo en la zona bajo análisis, sino en Colombia en general, es que se requiere una situación social y política sana y estable, que posibilite la inversión rural, pública y privada, y el adecuado manejo y administración de las explotaciones agrícolas. Se trata de un prerrequisito indispensable, sin el cual es imposible lograr la transformación productiva del sector agropecuario nacional.

## **VI Resumen y Conclusiones**

Dentro de las actividades del convenio de cooperación técnica y científica suscrito entre el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia y el Centro Internacional de Agricultura Tropical, que busca el desarrollo e implementación de sistemas de producción agropecuarios sostenibles para los Llanos Orientales y la región amazónica del país, se planteó la necesidad de efectuar un análisis de las tendencias globales de la producción agropecuaria en esa región y de otra parte efectuar una evaluación *ex-ante* del posible impacto de la adopción de nuevas tecnologías agropecuarias adaptadas a las condiciones ambientales y económicas de la A&O de Colombia.

Se trata de una enorme extensión de tierra que constituye cerca del 60% de la superficie colombiana, con muy baja densidad de población, relativamente aislada del resto del país por el deficiente desarrollo de su infraestructura de vías y que para Colombia representa un enorme potencial en términos de recursos de tierras, forestales, petroleros y de biodiversidad, que de utilizarse de forma adecuada puede contribuir de manera muy importante al desarrollo económico del país en las próximas décadas.

La actividad económica y la población se han concentrado principalmente en las áreas de piedemonte tanto de la Orinoquia como de la Amazonia, presentando estas dos variables en las últimas décadas altas tasas de crecimiento. En efecto el Producto Interno Bruto de A&O considerada en conjunto, creció en el período 1980-1995 a razón de 6.6% por año, frente a un crecimiento del PIB nacional del 3.8%.

El crecimiento de la actividad económica y de la población se concentró en las áreas de mayor actividad petrolera como Arauca, Vichada, Putumayo y Casanare. La dinámica petrolera posibilitó un gran flujo de población hacia esas zonas, por lo cual se registran altas tasas de crecimiento poblacional por encima del 6% anual en dichas áreas

Para el análisis de las tendencias agropecuarias se tomó como base la información del banco de datos del Ministerio de Agricultura. Se trabajó agrupando la información primaria de los departamentos o divisiones político administrativas, en las dos grandes ecoregiones de interés: La Amazonia y La Orinoquia conocida genéricamente esta última como los Llanos Orientales.

En la primera se incluyen los departamentos del Meta, Arauca, Vichada y Casanare. En la segunda a las divisiones territoriales de Amazonas, Guainía, Guaviare, Putumayo, Vaupés y Caquetá. Las dos grandes ecoregiones contabilizan conjuntamente aproximadamente 63 millones de hectáreas, ocupando la subregión amazónica cerca de tres cuartas partes de la superficie total.

Según las estimaciones de aptitud de los suelos elaboradas por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi, las mayores posibilidades para el desarrollo de sistemas agropecuarios modernos, competitivos y sostenibles se presentan en la Orinoquia. De un área total de 26 millones de hectáreas, aproximadamente 14 millones corresponden a suelos bien drenados. Una gran proporción de estos suelos presentan grandes posibilidades para adelantar actividades agrícolas, forestales y ganaderas, mediante tecnologías adaptadas y un manejo racional y adecuado de los recursos de tierras.

Por la baja magnitud de su población, la demanda interna de A&O es muy reducida, generando excedentes comercializados en otras partes de la nación. Pese a su menor desarrollo relativo, si se la compara con otras zonas del país, A&O se ha constituido en exportador neto de materias primas y alimentos hacia el resto de Colombia.

La limitada dotación de mano de obra eventualmente puede representar un cuello de botella para desarrollar sistemas de producción agropecuarios intensivos en mano de obra, por lo menos en el corto plazo.

La proporción de proporción pobre en A&O es alta -48%- pero mas baja que el promedio nacional -54%-. Los indicadores de equidad revelan que en la región, la distribución del ingreso es un poco más equitativa que la de Colombia como un todo.

Uno de los grandes problemas sociales del área estudiada es la muy limitada capacidad existente para atender las necesidades básicas de su población. Los servicios públicos de salud, alcantarillado, energía, educación, transporte y vivienda son muy deficientes, lo cual se manifiesta en altos índices de hogares y de población con necesidades básicas insatisfechas.

En el campo agrícola hay un grupo de productos que se pueden considerar como tradicionales y básicos en la región bajo estudio y que le han otorgado identidad dentro de la actividad agropecuaria nacional.

Ellos son ganadería, arroz, maíz, plátano, palma de aceite y yuca. Se estima que el área total de pasturas de la región se aproxima a los 10 millones de hectáreas, de las cuales una muy alta proporción está constituida por pasturas nativas.

Según estimaciones de CIAT en el área de Puerto López – Puerto Gaitán en los Llanos, de un área total en pastos de aproximadamente un millón de hectáreas, el 83% se encontraban en pastos naturales. (Véase Cadavid, 1994)

En 1998 de un total de 377 mil hectáreas cultivadas en A&O, aproximadamente el 92% era ocupada por los cultivos señalados, así: Arroz 41%, maíz 15.5, palma de aceite 14.8% plátano 13.6%, y yuca 8.4%.

Existen cultivos como sorgo y soya que en determinadas épocas han tenido gran dinamismo, pero que en los últimos años la tendencia de su producción y del área sembrada es claramente declinante.

La reducción del área cultivada en A&O durante los 90 es consistente con el fenómeno de reducción de áreas de cultivos en todo el país. Entre 1990 y 1998 el área cultivada en Colombia se redujo en 631 mil hectáreas (13%), en tanto que en A&O se la caída fue 106 mil hectáreas (22%).

En términos generales se puede señalar que el crecimiento agrícola observado en A&O durante las dos últimos decenios ha sido de carácter extensivo, es decir el principal factor que explica el crecimiento de la producción agrícola es la incorporación de nuevas áreas. En arroz, el cultivo de mayor extensión, 155 mil hectáreas en 1998, las ganancias en producción obedecieron exclusivamente a la incorporación de nuevas áreas, ya que sus rendimientos presentan una leve tendencia a la baja.

En Palma de aceite, el cultivo más dinámico de la región, 18% por año creció su producción en el período 1981-1998, la expansión de las áreas cultivadas explica el 91% del avance productivo.

El crecimiento de la producción de yuca siguió el mismo patrón extensivo de la palma, 73% de las ganancias en producción se originan en la incorporación de nuevas áreas.

En el cultivo de plátano, que también se destaca por su alto dinamismo, el 57% del crecimiento de la producción, se origina en el incremento del área plantada.

Entre los cultivos más importantes de la región, solo en maíz se observa que las áreas cultivadas han crecido muy moderadamente y que en el avance de la producción los rendimientos han jugado un papel importante.

Debido a ese patrón extensivo de crecimiento, el área cultivada de la región bajo análisis presenta una elevada tasa de expansión, 3.6% por año en el período 1981-1998, frente a solo 0.5% anual del área cultivada del país durante el mismo lapso.

En un contexto de relativo aislamiento del resto del país por distancia y deficiente infraestructura vial, con un mercado interno pequeño que obliga a comercializar el grueso de la producción fuera de la región, con la presión cada día creciente que afronta la producción nacional por volverse competitiva en un mundo económico globalizado, se visualiza que el futuro de la producción agrícola en A&O dependerá en alto grado de su capacidad de concentrarse en áreas específicas y de la intensificación de la producción con base en nuevas y mejores tecnologías.

La concentración y la intensificación de la producción casi se puede decir que son las dos caras de la misma moneda. El patrón extensivo se origina en la faltas de alternativas tecnológicas, lo cual obliga a que la producción se disperse implicando altos costos de transporte y dificultades y mayores costos de acopio de la producción.

**Cuadro 18 Parámetros Técnicos para la Evaluación del Impacto de la Adopción de nuevas tecnologías Llanos Orientales y Amazonia, Colombia.**

Producto	Cantidad Total producida en Colombia 1/ (000 Tm.) a/	Area cultivada en A&O (000 ha) a/	Productividad actual en A&O kg./ha 1/ a/	Productividad potencial Kg./ha 2/			Incremento del área cultivada 1/ 0000 has b/	Valor del parámetro K 2/		
				+20%	+40%	+60%		+20%	+40%	+60%
Arroz	1763	140.0	4167	5000	5837	6667	70.0	1.26	1.36	1.46
Frijol	130	1.6	866	1038	1211	1384	3.2	1.028	1.034	1.040
Yuca	1789	27.1	8073	9688	11302	12917	13.6	1.10	1.13	1.17
Maíz	1142	114.6	1393	1672	1950	2229	57.3	1.11	1.15	1.28
Sorgo	684	9.2	2567	3080	3594	4107	4.6	1.03	1.04	1.05
Soya	140	21.2	1660	1992	2324	2656	10.6	1.20	1.28	1.35
Plátano	2530	65.8	10943	13132	15320	17509	32.9	1.23	1.31	1.40
Palma	324	43.0	2669	3203	3737	4270	21.5	1.28	1.39	1.50
Frutales 3/										
Piña	363	6.8	53.7	64.5	75.2	86.0	6.8	2.21	2.41	2.61
Aguacate	71	7.9	9.0	10.8	12.6	14.4	7.9	2.21	2.41	2.61
Mango	84	7.0	12.1	14.5	16.9	19.3	7.0	2.20	2.40	2.60
Sandía	52	4.3	12.6	15.2	17.7	20.2	4.3	2.25	2.45	2.66
Papaya	62	2.1	29.1	34.9	40.8	46.6	2.1	2.18	2.37	2.57
Naranja	350	14.6	19.9	24.0	28.0	32.0	14.6	2.0	2.17	2.33

1/ Corresponde al promedio 1990-1995. 2/ Asumiendo diferentes porcentajes alternativos de incremento de los rendimientos actuales.

3/ El área cultivada y los rendimientos en frutales corresponden a los totales nacionales.

Fuentes: a/ Anuarios del Ministerio de Agricultura. b/ Se asume un crecimiento del área actualmente sembrada de 50% en los próximos 15 años. En el caso de frijol se supone un incremento del área del 100%.

**Cuadro 19. Parámetros técnicos para la Evaluación del Impacto de la Adopción de Tecnologías forrajeras.  
Llanos Orientales y Amazonia. Colombia**

<b>Amazonia</b>			
	Sistema de Producción		
	Doble Propósito	Carne	Total Sistemas
Producción de Colombia (000 tm) 1/ Carne Leche			664 4508
Productividad actual en la región 2/ Carne (Kg/ha) Leche (Kg/ha)	70 847	127	
Productividad mejorada 3/ Carne (Kg/ha) Leche (Kg/ha)	105 1300	225	
Area bajo nueva tecnología en la región (000 ha)	592.6	148.2	740.8
Porcentaje de área total en el sistema (%)	80	20	
Porcentaje estimado de adopción (%)	40	40	
Incremento del área en pastos (ha.)	0	0	
Valor de K Carne Leche	1.031 1.060	1.023	
<b>Llanos Orientales</b>			
	Sistema de Producción		
	Doble Propósito	Carne	Total Sistemas
Productividad actual en la región 2/ Carne (Kg/ha) Leche (Kg/ha)	78 900	110	
Productividad mejorada 3/ Carne (Kg/ha) Leche (Kg/ha)	132 1300	200	
Area bajo nueva tecnología (000 ha)	304.6	1218.6	1523.2
Porcentaje de área total en el sistema (%)	20	80	
Porcentaje estimado de adopción (%)	20	20	
Incremento del área en pastos (ha.)	0	0	
Valor de K Carne Leche	1.025 1.027	1.165	

Fuentes: 1/ FAO. 2/ Ministerio de Agricultura 3/ Rivas y Pachico (1997)

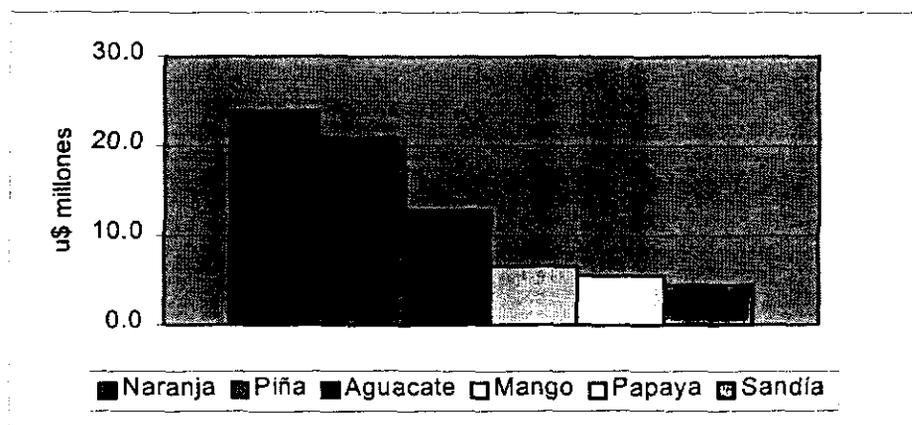
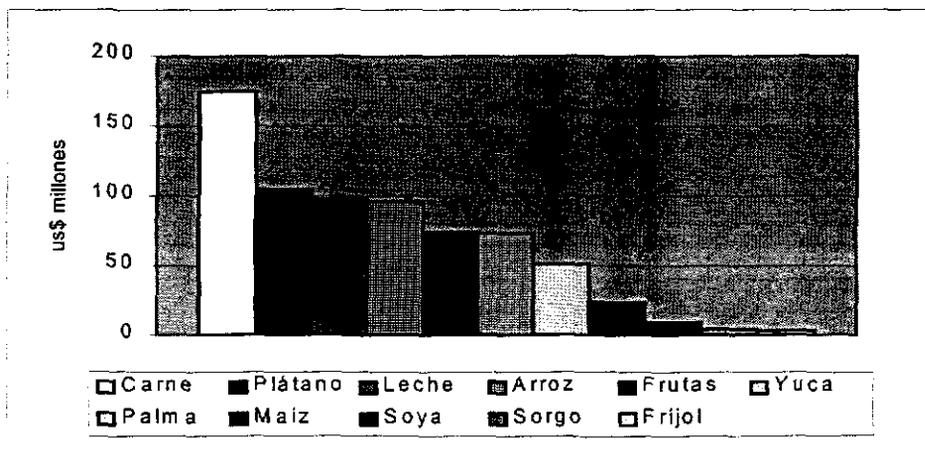
Cuadro 20 Parámetros Económicos para la Evaluación del Impacto de la Adopción de nuevas tecnologías. A&O, Colombia.

Productos	Cantidad de Equilibrio Inicial del mercado de Colombia (Qo) 000 Tm. 1/ a/	Precio de Equilibrio Inicial del mercado de Colombia (Po) 000\$ col/Tm. ) 1/ b/	Precio Mínimo de Oferta (Pm) 000\$ col/Tm. 1/ c/	Elasticidad Precio d/		Tasa de crecimiento autónomo (%) e/	
				Demanda	Oferta	Demanda 2/	Oferta
Arroz	1763	159.3	83.7	-0.40	0.60	2.2	1.4
Frijol	130	643.3	231.8	-0.60	0.50	2.7	2.2
Yuca	1789	290.8	155.9	-0.90	0.40	2.3	1.5
Maíz	1142	143.6	75.3	-0.45	0.30	2.3	1.3
Sorgo	684	133.0	69.7	-2.00	0.50	2.9	1.5
Soya	140	245.2	128.6	-2.81	0.48	2.9	1.4
Plátano	2530	116.5	82.0	-0.38	0.50	2.1	2.0
Palma	324	333.4	234.8	-2.00	0.55	3.1	3.0
Carne	664	918.5	308.2	-0.70	0.50	3.1	1.8
Leche	4508	183.4	61.1	-0.80	0.70	3.0	2.0
Frutas							
Piña	363.4	47.3	27.4	-0.75	0.6	2.7	2.6
Aguacate	70.8	151.9	88.1	-0.75	0.5	3.0	2.5
Mango	84.4	66.6	38.6	-0.75	0.4	3.0	3.0
Sandía	52.2	74.4	43.2	-0.75	0.3	3.0	3.1
Papaya	62.3	79.8	46.3	-0.75	0.3	3.0	3.0
Naranja	291.9	77.5	45.0	-0.75	0.5	2.9	2.7

1/ Promedio del período 1990-1995.. 2/ Calculada asumiendo una tasa esperada de crecimiento de la población de 1.5% y del ingreso real per cápita de 2% por año.

Fuente: a/ Anuario Ministerio de Agricultura. b/ Herford y García (1998) c/ Estimado. d/ CIAT, 1990. Sanint et. al 1985, Andersen et al 1980. Jungito (.....)

**Figura 6. Beneficios Sociales Potenciales del Desarrollo y Adopción de nuevas tecnologías agropecuarias en la Amazonia y Orinoquia de Colombia: Ganadería y Cultivos..**  
*Evaluación Ex- ante*



**Cuadro 21 Beneficios Potenciales del Desarrollo y Adopción de Nuevas Tecnologías en la Amazonia & Orinoquia de Colombia 1/**

Productos	Excedentes Económicos (millones de \$ col)			Excedentes Económicos (us\$ millones) 2/	
	Consumidor	Productor	Total	Total	Anualidad
Carne	236225	43140	279365	174.6	22.9
Plátano	127093	40159	167252	104.5	13.7
Leche	135489	20500	155989	97.5	12.8
Arroz	148160	5162	153322	95.8	12.6
Frutas	71888	46479	118367	74.0	9.7
Naranja	23524	14675	18199	23.9	3.1
Piña	22587	10771	33358	20.8	2.7
Aguacate	12724	7761	20485	12.8	1.7
Mango	5730	4701	10431	6.5	0.9
Papaya	4043	4727	8770	5.5	0.7
Sandía	3280	3844	7124	4.5	0.6
Yuca	58941	57609	116550	72.8	9.6
Palma de aceite	22134	59338	81472	50.9	6.7
Maíz	26538	11121	37659	23.5	3.1
Soya	3339	10910	14249	8.9	1.2
Sorgo	2187	4534	6721	4.2	0.5
Frijol	4306	523	4829	3.0	0.4

1/ Los beneficios potenciales corresponden al valor presente (VP) del flujo anual de excedentes a productores y consumidores durante un periodo de 15 años, empleando una tasa de descuento del 10%.

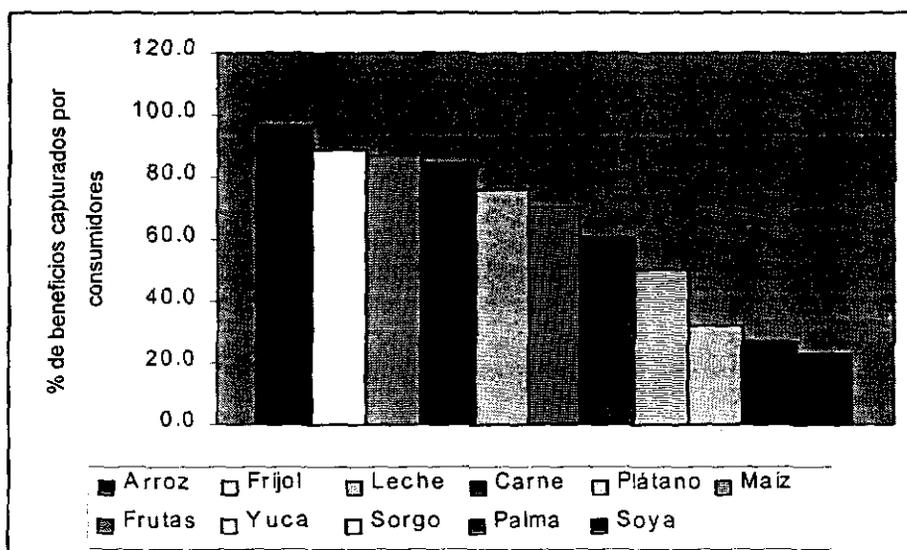
2/ Se utiliza una tasa de cambio de \$ col 1600 por dólar.

**Cuadro 22. Area bajo nueva tecnología al finalizar el proceso de Adopción en Amazonia y Orinoquia colombianas.**

Cultivo	Area Actual (000 ha.)	Area Nueva Incorporada a la producción (000 ha.)	Area Total bajo nueva tecnología al finalizar el proceso de adopción (000ha)
Arroz	140.0	70.0	210
Frijol	1.6	3.2	4.8
Yuca	27.1	13.6	40.7
Maíz	114.6	57.3	171.9
Sorgo	9.2	4.6	13.8
Soya	21.2	10.6	31.8
Plátano	65.8	32.9	98.7
Palma de aceite	48.0	21.5	64.5
Frutas	0	42.7	42.7
Ganadería 1/	2264.0	0	2264.0
Amazonia	740.8	0	740.8
Llanos Orientales	1523.2	0	1523.2
Total	2691.5	256.4	2947.9

1/ Se refiere a la porción del área ganadera actual que al finalizar el proceso de adopción estaría bajo nueva tecnología

**Figura 6 Participación de los Consumidores en los beneficios tecnológicos según el tipo de producto. Amazonia & Orinoquia, Colombia**



**Cuadro 23. Valor de los beneficios tecnológicos en Ganadería frente a variaciones del periodo de adopción. (\$col millones) 1/**

Producto	Duración del periodo de adopción (años)								
	15			25			35		
	Cons.	Prod.	Total	Cons.	Prod.	Total	Cons.	Prod.	Total
Carne vacuna	236225	43140	279365	136203	25162	161365	67598	12755	80353
Leche	135489	20500	155989	76556	11740	88296	37145	5588	42733
Total									
\$ col. millones	371714	63640	435354	212759	36902	249661	104743	18343	123086
us\$ millones 2/	232	40	272	133	23	156	65	11	76

1/ Valor presente de los beneficios en un periodo de 15 años, utilizando una tasa de descuento del 10%

2/ Tasa de cambio: \$col 1600/ dólar.

**Cuadro 24. Distribución de los beneficios tecnológicos según el tipo de mercado Arroz y Carne vacuna (us\$ millones) 1/ 2/**

Producto	Economía Cerrada			Economía Abierta		
	VP de los beneficios tecnológicos			VP de los beneficios tecnológicos		
	Consumidores	Productores	Total	Consumidores	Productores	Total
Arroz	92.6 (96.6)	3.2 (3.4)	95.8 (100.0)	27.8 (28.2)	70.8 (71.8)	98.6 (100.0)
Carne	147.6 (84.6)	27.0 (15.4)	174.6 (100.0)	51.9 (29.2)	125.8 (70.8)	177.7 (100.0)

1/ Se empleó una tasa de cambio de \$col 1600 por dólar. 2/ Se asumió un precio internacional promedio para los próximos 15 años de us\$1200/tm para carne vacuna y de us\$ 211/tm para arroz.

La cifra entre paréntesis corresponde a la distribución en porcentaje.

Las tecnologías que permiten intensificar la producción, es decir obtener mayor producto por unidad de área al mismo o menor costo unitario, tienden a concentrar la producción en áreas específicas y a limitar la expansión de la frontera agrícola, con el consiguiente ahorro de recursos de tierras y lo que es más importante, son indispensables para preservar zonas consideradas frágiles desde el punto de vista ecológico.

El esfuerzo interinstitucional de los últimos años enfocado, hacia el desarrollo de un nuevo paradigma tecnológico que permita el avance de la producción en A&O de forma sostenible y competitiva, ya empieza a mostrar sus primeros logros con la liberación de nuevo germoplasma de cultivos y de pastos adaptados para las condiciones ambientales y económicas de A&O.

Nuevos cultivares de arroz para condiciones de sabana (*Oryzica* Llanos 4, *Oryzica* Llanos 5, *Oryzica* Sabana 6 y *Oryzica* Sabana 10), de sorgo (*Sorghica* real 40, *Sorghica* real 60), de maíz (*Sikuani* V110), de soya (*Soyica* Altillanura 2) y de pastos (*Andropogon* gayanus, pasto Carimagua; *Brachiaria dictyoneura*, pasto llanero; *Brachiaria brizantha*, La Libertad; *Brachiaria humidicola*, Humidicola; *Arachis pintoi*, Maní Forrajero; *Stylosanthes capitata*, Capica; *Centrosema acutifolium*, Vichada), están entre las nuevas alternativas para la región bajo estudio. Tales materiales han sido adoptados con diverso grado de intensidad por los productores de la región, pero se requieren estudios específicos para determinar con precisión el grado de adopción.

Hacia el futuro se presentan múltiples posibilidades para asignar fondos para la investigación en la región, por lo cual es necesario identificar el impacto potencial de algunas alternativas de investigación, con el propósito de aportar elementos de juicio que puedan ser útiles para la asignación de los recursos de investigación.

En el presente trabajo se hace un ejercicio de evaluación *ex-ante*, donde se asume que la investigación en determinados cultivos previamente seleccionados, resultará en un incremento de los rendimientos en las áreas actualmente cultivadas y en una moderada expansión de las mismas, en las que se emplearan las tecnologías mejoradas.

En ganadería se supone que el cambio técnico ocurrirá en una pequeña fracción (24%) de las áreas ganaderas actuales y que no habrá expansión de ellas. Este supuesto es coherente con la evidencia empírica que indica que los productores de la región introducen pastos mejorados en una pequeña porción de la finca, para utilizarlos estratégicamente en los períodos más críticos y con los animales que responden mejor a una nutrición de más calidad, como son las vacas en lactancia y los novillos de ceba.

Con el propósito de aportar elementos de juicio para el planeamiento de las actividades futuras de investigación y desarrollo en A&O, se efectuó un ejercicio de evaluación *ex-ante* de los beneficios sociales derivadas del cambio técnico en distintas actividades productivas. Para el efecto se empleó el Modelo de Evaluación de Excedentes Económicos (MODEX), que permite calcular los beneficios tecnológicos sociales, que recibirían tanto productores como consumidores a través del tiempo, resultantes de la adopción de nuevas tecnologías.

Los productos evaluados son: Carne vacuna, leche, arroz, maíz, sorgo, soya, plátano, palma de aceite, yuca, frijol y frutales. Los últimos incluyen: Naranja, piña, aguacate, mango, papaya y sandía.

Los beneficios sociales se expresan en términos del valor presente de un flujo de 15 años, que es la duración del periodo de adopción, utilizando una tasa anual de descuento del 10%.

El valor presente de los beneficios se ubica en el rango us\$ millones 175-3, cuyos límites corresponden a carne y frijol respectivamente. Ordenados de manera descendente, los cinco primeros productos son: Carne, plátano, leche, arroz y frutales, estos últimos tomados como grupo.

Al expresar los beneficios tecnológicos como una anualidad durante un período de 15 años, se infiere que el cambio tecnológico en A&O tiene una alta rentabilidad social, ya que las cifras anuales que se están invirtiendo o se invertirán en el desarrollo de tecnología para la región, están muy lejos de llegar a equipararse con el valor de las anualidades de los beneficios esperados.

En el documento se plantea que la rentabilidad social de las inversiones en investigación para A&O es indispensable, pero que ello no garantiza la adopción y difusión de las nuevas técnicas. Se sugiere que los mayores problemas para la adopción tecnológica están más relacionados con su viabilidad que con su rentabilidad social y privada.

La viabilidad incluye aspectos económicos, técnicos, de mercados y de infraestructura de vías y comunicaciones, que pueden impulsar o frenar el proceso de adopción.

En las actuales circunstancias del país de tensiones y conflictos sociales esparcidos a lo largo y ancho de la geografía nacional, uno de los elementos indispensables para hacer viable el cambio técnico en A&O, es lograr la metas de estabilidad económica y convivencia pacífica, para crear un clima de confianza que permita efectuar las inversiones públicas y privadas, necesarias para impulsar el crecimiento económico sustentable de A&O y de Colombia en general.

## Referencias

- Agricultura de las Américas** (1999). *Infraestructura e Incentivos para mejorar productividad*, Edición No 273, Abril.
- Andersen Per Pinstруп, Nohra Ruiz de Londoño y Edward Hoover** (1980). El impacto de un aumento en la oferta de alimentos sobre la Nutrición Humana: implicaciones para el establecimiento de productos prioritarios en la Investigación y Política Agrícolas. en *Revista de Planeación y Desarrollo*, volumen XII, Septiembre-Diciembre, Bogotá, Colombia.
- Cadavid Herrera, José Vicente** (1994). Comportamiento y Limitantes de la Adopción de Pastos y Cultivos en los Llanos Orientales de Colombia, Universidad del Valle - Centro Internacional de Agricultura Tropical, Tesis de Maestría, Cali, Colombia
- Cadavid J.V., R. Botero, L. Rivas, A. Monsalve y L.R. Sanint** (1990). Análisis Económico ex-ante en sistemas de producción asociados: Cultivo Arroz -Pradera, Centro Internacional de Agricultura Tropical, Programas de Pastos Tropicales y Arroz, Cali, Colombia.
- CIAT** (1987), CIAT Report 1987, Cali, Colombia, June
- CIAT** (1997). Informe de Actividades 1997. Convenio de Cooperación Técnica y Científica MADR-CIAT, Cali, Colombia, Noviembre.
- Deiniger K. and L. Squire** (1996). *New Ways of Looking at Old Issues: Inequality and Growth*. World Bank, sin publicar.
- Departamento Nacional de Estadísticas (DANE)**. Censo Nacional de Población 1985, Bogotá, Colombia
- Departamento Nacional de Planeación (DNP)**. Base de Datos. Internet.
- FAO**. Base de datos AGROSTAT, 1999
- FAO**. Anuarios de Producción, varios años.
- García Gutiérrez Emilio** (1998). Problemas Agrarios de la Orinoquia, Centro de Estudios para el Desarrollo Regional, CEDER, Primera edición, Villavicencio, Colombia.
- González Valcárcel, Luz Marina**. (1989). Orinoquia y Amazonia: Desafío de nuestro Tiempo, Banco Ganadero, editor. Bogotá, Colombia, Marzo

**Guerrero Muñoz Ramiro** (1974). Suelos del Oriente de Colombia en: *Manejo de los Suelos en la América Tropical*: Trabajos Presentados. North Carolina State University, Raleigh (NC). USA.

**Gutiérrez Palacio Uriel** (1979). Evaluación Económica Financieras de Tecnologías Disponibles en relación al tamaño de finca. Tesis de MSc, Universidad de los Andes, Facultad de Economía, Bogotá, Colombia.

**Hertford Reed and James García** (1998). The Competitiveness of Agriculture in the Americas. Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colombia – Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile, Second Draft, CIAT, October.

**Huertas Ramírez Hugoberto** (1993). Marco Conceptual sobre Ciencia y Tecnología Pecuaria para la Orinoquia. En: *Misión Ciencia y Tecnología*, ICA, subgerencia de Transferencia de Tecnología: Plan de Choque Tecnológico. Villavicencio, Diciembre.

**ICA** (1993). Misión Ciencia y Tecnología: Plan de Choque Tecnológico, Subgerencia de Transferencia de Tecnología, Regional No 8, Villavicencio, Colombia, Diciembre

**Leal Monsalve Darío** (1994). Sistemas de producción agrícolas actuales y potenciales en la Orinoquia. Universidad de los Llanos. Instituto de Investigación de la Orinoquia Colombiana, Facultad de Agronomía y Recursos Naturales, Villavicencio, Colombia.

**Mejía Gutiérrez Mario** (1984). Orinoquia Colombiana : Sabanas de la Altillanura- Clima y Uso de la tierra. Fondo Colombiano de Investigaciones Científicas y Proyectos Especiales Francisco José de Caldas, Colciencias – Corporación Araracuara – Universidad Nacional de Colombia. Palmira, Colombia.

**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, Enero.

**Ministerio de Agricultura de Colombia**. Anuario de Estadísticas Agropecuarias. Varios años.

**Moreno Reyes Héctor y Alvaro Balcázar Vanegas** (1997). Visión Estratégica de la Orinoquia Colombiana. Informe de Consultoría, Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT, Bogotá, Colombia, Diciembre.

**Ramírez Alvaro y Carlos Seré** (1990). *Brachiaria Decumbens* en el Caquetá: Adopción y Uso en ganaderías de doble propósito. Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT; Fondo Ganadero del Valle del Cauca, Instituto Colombiano Agropecuario, ICA; Instituto colombiano de la Reforma Agraria, INCORA; Servicio Nacional de Aprendizaje, SENA y Universidad de la Amazonia. Documento de Trabajo No 67, CIAT, Cali, Colombia, Junio.

**Rivas R. Libardo, Alvaro Ramírez y Carlos Seré** (1990). Economic Analysis of a grazing trail: The case of *B. decumbens* versus *B. decumbens* with *Pueraria phaseoloides* on the Eastern Plains of Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical, Programa de Pastos Tropicales. Cali, Colombia, January.

**Rivas Libardo y Douglas Pachico** (1997). Evaluación de los beneficios sociales del uso de pasturas mejoradas en las ganaderías de América Latina Tropical: Un análisis *ex- ante*. Centro Internacional de Agricultura Tropical, Proyecto de Evaluación de Impacto. CIAT, Cali, Colombia. Agosto.

**Rivas R., Libardo, James García. Carlos Seré, Lovell S. Jarvis, Luis R. Sanint and Douglas Pachico** (1999). Economic Surplus Analysis Model (MODEXC): A friendly computer model. Release 4.1. CIAT, Impact Assessment Project, Cali, Colombia, January.

**Rivas Libardo** (1997). Metodologías para la Evaluación de la Adopción y el Impacto de Pasturas Mejoradas. El caso de al Adopción Temprana de *Arachis pintoi* en Colombia, en: C.E. Lascano y F. Holmann (edit.). *Conceptos y Metodologías de Investigación en Fincas con Sistemas de Producción animal de Doble propósito*, CIAT – Consorcio Tropileche, Cali, Colombia, Noviembre.

**Rivas Libardo y Federico Holmann** (1998). Adopción Temprana de *Arachis pintoi* en el Trópico Húmedo: El caso de los Sistemas ganaderos de Doble Propósito en el Caquetá, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT, Cali, Colombia, Junio.

**Rivas Libardo, Gabriel López y Douglas Pachico** (1998). Evolución de la Productividad Agropecuaria de Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT, Cali, Colombia, mimeo, Septiembre.

**Rivas Libardo and Carlos Seré** (1985). Price and Supply Seasonality of Beef in Colombia- Implications for the Role of Improved Pastures in: *Trends in CIAT Commodities*. Internal Document Economics 1.10. Cali, May.

**Sánchez L.F. y Thomas Cochran** (1985) Colombia Estudio Biológico y Técnico: Introducción, en: *Sistemas de Producción Pecuaria Extensiva: Brasil, Colombia, Venezuela*, Proyecto ETES, CIAT, Cali, Colombia.

**Sanint Luis, Libardo Rivas y Carlos Seré** (1990). Improved technologies for Latin America's new economic reality: Rice – pastures systems for the acid savannas. Trends in CIAT commodities 1990. Working Document No 74, CIAT, November.

**Sanint Luis R., Libardo Rivas, Myriam C. Duque, y Carlos Seré** (1985). Análisis de los patrones de consumo de alimentos en Colombia a partir de la Encuesta de Hogares DANE/DRI de 1981. Revista de Planeación y Desarrollo, volumen XV11. No 3, Bogotá, Colombia, Septiembre.

**Seré Carlos and Rubén Darío Estrada (1987).** Potential role of grain sorghum in the agricultural systems of regions with acid soils in Tropical Latin America, Proceedings of Sorghum Acid Soils Seminar, Cali , Colombia Febrero 1984.

**Valencia A., Leonardo (1990).** Evaluación financiera de la siembra asociada de Arroz –Pastos en el Piedemonte y la Altillanura del departamento del Meta, Universidad EAFIT – CIAT, Tesis de MSc, Cali, Colombia