

## **DESARROLLO DE UN PROGRAMA DE GESTIÓN TECNOLÓGICA PARA LA INNOVACIÓN SOCIAL Y PRODUCTIVA DE LA CARNE Y LA LECHE EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN BOVINA DE LA REGIÓN DE LLANOS EN COLOMBIA**

### **IDENTIFICACIÓN DE LA DEMANDA – SONDEO TECNOLÓGICO – VISION PROSPECTIVA SECTOR AGROINDUSTRIA: BOVINOS CARNE Y LECHE**

#### **CONTENIDO**

#### **SONDEO TECNOLÓGICO PARA EL SECTOR AGROINDUSTRIAL – ELEMENTOS REFERENCIALES DEPARTAMENTO DE ARAUCA - REGIÓN DE LOS LLANOS - COLOMBIA**

##### **PRESIÓN SOBRE EL USO DE LOS RECURSOS NATURALES (AGUA Y SUELO)**

El Contexto De La Producción Agroindustrial Y El Mercado

El Recurso Agua: Un Factor Crítico De La Competitividad

Flujos de agua virtual asociados con el comercio internacional de alimentos

Retos tecnológicos para aumentar la disponibilidad de agua en el sector agroindustrial

##### **DEGRADACIÓN Y PÉRDIDAS DE LOS SUELOS**

Retos tecnológicos para la degradación y pérdida de los suelos del sector agroindustria

##### **PROMOCIÓN DE UN AGROINDUSTRIA SOSTENIBLE CON LA DEMANDA DE ALIMENTOS Y LOS BALANCES AMBIENTALES**

Paisajes Agrícolas Para La Producción Y La Biodiversidad

La Importancia De La Calidad Total De Los Alimentos

Retos tecnológicos para mejorar la calidad de los productos alimenticios del sector agroindustrial

Los Cultivos Transgénicos En La Producción Futura De Alimentos

El manejo integrado de plagas

Retos para la sostenibilidad de la producción agroindustrial

##### **COMPETITIVIDAD DE LA AGRICULTURA EN SECTORES NO ASOCIADOS CON LA SEGURIDAD ALIMENTARIA**

Balance Económico Entre La Producción De Alimentos Y La Bioindustria

##### **PRODUCCIÓN ANIMAL SOSTENIBLE Y CAMBIO CLIMÁTICO GLOBAL**



**Retos y oportunidades para mejorar la agroindustria**

**Escenarios Regulatorios Y Normativos Para La Agroindustria En El Futuro**

## **VISIÓN PROSPECTIVA AGROINDUSTRIA DE LA CARNE Y LA LECHE – DEPARTAMENTO DE ARAUCA.**

**SECTOR AGROINDUSTRIAL**

**Inversion en ciencia, tecnología e innovación**

**Direccionamiento estratégico en Ciencia, Tecnología e Innovación.**

**RETOS Y PERSPECTIVAS DE LA AGROINDUSTRIA**

**Escenarios exploratorios para el sector de la agroindustria3**



## **SONDEO TECNOLÓGICO PARA EL SECTOR AGROINDUSTRIAL – ELEMENTOS REFERENCIALES DEPARTAMENTO DE ARAUCA - REGIÓN DE LOS LLANOS - COLOMBIA**

En este documento se realiza un análisis de las fuerzas que gobiernan globalmente los escenarios de gestión en Ciencia, Tecnología e Innovación en la agricultura como son: la seguridad alimentaria, el clima y los cambios ambientales. El documento consta de cuatro secciones que hacen referencia a: la presión sobre el uso de los recursos naturales (agua y suelo), la promoción de una agroindustria sostenible con la demanda de alimentos y los balances ambientales, la competitividad de la agricultura en sectores no asociados con la seguridad alimentaria y los escenarios regulatorios y normativos para la agroindustria en el futuro.

### **PRESIÓN SOBRE EL USO DE LOS RECURSOS NATURALES (AGUA Y SUELO)**

El departamento de Arauca se ubica en una región con condiciones fisiográficas excepcionales, lo cual hace que el fenómeno de cuencas y microcuencas muestre ambientes climáticos particulares, presentándose en la mayoría del área un clima cálido con temperaturas superiores a 24°C y con alturas sobre el nivel del mar inferior a 1000.

En el área próxima a las estribaciones de los sistemas montañosos, los suelos son erodables, con vocación protectora y con actitudes limitadas, con una porción de suelos profundos y fértiles bañados por el Río Arauca principalmente; en la zona central y oriental se observan suelos inundables, con calidad, aptitud y regímenes de lluvias irregulares, que se convierten en un factor crítico para el desarrollo de los sectores agroindustriales - ganaderos.

El uso y las pérdidas de agua en la cadena de producción de alimentos y los efectos del cambio climático en la disponibilidad y distribución del agua son uno de los grandes retos para el desarrollo científico y tecnológico del sector



agroindustrial del departamento de Arauca. La problemática de competencia intersectorial sobre el uso del agua Incluye la producción de biocombustibles, la degradación y polución de los cuerpos de agua, el uso insostenible del agua superficial. Es de tener presente, que el suelo se considera la placenta de la planta, de tal forma que su importancia es estructural cuando se analizan las consecuencias de la degradación y las pérdidas de nutrientes y los efectos del cambio climático en una relación de doble vía (1 ton. de carbono es necesaria para producir, transportar y aplicar 1 ton. de nitrógeno como fertilizante). En este contexto, se analizan los retos de la investigación en materia de uso del agua y degradación del suelo y sus impactos sobre los servicios ecosistémicos, la seguridad alimentaria y la nutrición humana de la población del departamento de Arauca, para el sector agroindustrial como lo es la ganadería en un contexto de productividad y competitividad.

#### **El Contexto de la producción agroindustrial y el mercado**

En la medida que los ingresos incrementan, los hábitos alimenticios han cambiado para favorecer unas dietas más nutritivas y diversas. En general, el escenario mundial, se dibuja con un cambio en los patrones de consumo de los cereales, hacia el consumo de productos de proteína animal y cosechas con un alto valor comercial como son: las frutas, los vegetales y los aceites comestibles (Rosegrant, 2002). Se prevé que el consumo de la carne crecerá con un factor de siete (7) al pasar de 6 a 40 kg per cápita por año. Mientras las tendencias globales en los patrones alimentarios se han mantenido, las diferencias a nivel regional y cultural han sido pronunciadas. Sin embargo, el consumo de la leche mostrará en el corto plazo, un incremento sustancial en países ampliamente reconocidos como vegetarianos, como la India. En general, se puede indicar claramente que con unos mejores ingresos, los consumos de productos de proteína animal se han incrementado.

Las tendencias hacia la diversificación del consumo de dietas basadas en carne han sido también bien documentadas (Pingali, 2004). Pero considerables

incertidumbres permanecen alrededor de los factores que gobiernan la demanda futura de alimentos para humanos y animales. En primera instancia, existen preocupaciones ambientales y problemas de salud emergentes que pueden generar nuevos patrones, particularmente en los países de altos ingresos. Los brotes de enfermedades como las vacas locas continúan limitando el consumo de carne bovina. Igualmente la demanda de cereales para la producción de carne y leche es una de las mayores preocupaciones de economías de producción a escala. En este sentido, mientras la leche y carne bovina se producen en los países tropicales mediante el uso de recursos alimenticios que combinan el pastoreo, los residuos de cosecha y la suplementación estratégica, en los países industrializados, la producción de carne se soporta con el uso de granos y 2/3 del promedio per cápita del consumo de cereales es destinado a la alimentación de bovinos. Sin embargo, en países tropicales, el ganado bovino es alimentado con una inclusión de los granos de cereales en menos del 10% en los sistemas de alimentación. Una de los grandes interrogantes está relacionada con el futuro de estos sistemas en los mercados de volumen. De otra parte, en el proceso productivo son evidentes las pérdidas a través de las cadenas de producción (Lundqvist, et al., 2008). Las pérdidas a nivel de campo (entre la siembra y la cosecha) pueden alcanzar niveles para forrajes y cultivos forrajeros del 20 a 40% debido a los ataques de plagas y patógenos. Las pérdidas en procesamiento, transporte y almacenaje son intermedias en términos cuantitativos (del 10 al 15%), pero estos valores son significativos cuando se analiza la calidad del producto, los cuales pueden situarse en su valor económico en el rango el 25 a 50% (Kader, 2005; Kantor, et al., 1997). Durante la comercialización detallista y el consumo, las pérdidas para las frutas y vegetales pueden oscilar entre el 10 al 25%. De tal forma que grandes esfuerzos tienen que realizarse para reducir las pérdidas postcosecha de los diferentes productos agroindustriales. Otro factor es las perspectivas de ingresos de los consumidores que es complejo de predecir; los escenarios pasan de ser optimistas o pesimistas para el año 2050 y pueden diferir en un factor de 2.5, como lo predice la evaluación ecosistémica del milenio (MEA, 2005).



La demanda de cereales para el año 2050 se estima en el rango de 2800-3200 millones de toneladas métricas con un incremento de 55% al 80% a partir del 2010 (Fraiture, et al., 2007). Una gran parte de esta oferta será destinada a la producción de carne. En este sentido, se pasará de 375 a 570 millones de toneladas métricas con un incremento del 70 al 110% comparado con el año 2000. La demanda proyectada para vegetales, aceites y frutas se incrementará en un 70 a 110% y aunque la demanda por biomasa para cubrir requerimientos energéticos es modesta, existen grandes expectativas con respecto al papel de los biocombustibles, los cuales mostrarán una expansión significativa debido al incremento de los precios de la energía, y las preocupaciones geopolíticas y de diversa índole, sobre las emisiones de gases de efecto invernadero.

#### **El recurso agua: un factor crítico de la competitividad**

El crecimiento continuo de la población y los desarrollos conexos hace que los recursos hídricos sean cada vez más escasos en un número creciente de países y regiones del mundo. El mayor usuario del agua es la producción de alimentos, representando más del 80% de la extracción total mundial, afectando de forma directa, la escasez de agua. En los países con escasez de agua, una cantidad cada vez mayor de alimentos se importa para satisfacer la demanda nacional. Para estos países, la importación de alimentos es prácticamente equivalente a la importación de agua que sería necesario para producirlos a nivel local.

Allan (1993) denomina el agua contenida en los alimentos importados como "agua virtual". En los últimos años, el concepto de agua virtual se ha extendido para referirse al agua que se requiere para la producción no solo de productos agrícolas, sino de bienes industriales (Hoekstra y Hung, 2005). Sin embargo, las discusiones sobre los temas de agua virtual se han centrado principalmente en los productos alimenticios debido a su gran participación en el uso del agua total. Con la intensificación de la escasez de agua en muchas zonas del mundo y los



impactos inminentes del cambio climático, el papel del comercio de agua virtual en el equilibrio presupuestal a nivel local y regional aumentará.

### **Flujos de agua virtual asociados con el comercio internacional de alimentos**

El agua de lluvia que cae sobre una cuenca hidrográfica puede ser dividida en "verde" y el agua "azul". El concepto de agua verde es introducido por primera vez por Falkenmark (1995) para referirse al flujo de retorno de agua a la atmósfera mediante la evapotranspiración (ET), que incluye una parte productiva denominada transpiración (T) y una parte no productivos como es la evaporación directa (E) de las superficies de los suelos, lagos, estanques, y de agua interceptada por la cobertura vegetal. Más recientemente, el agua verde se ha utilizado generalmente para referirse al agua almacenada en los suelos no saturados (Savenije, 2000). El agua verde es la fuente de agua de la agricultura de secano. Agua azul se refiere al agua de los ríos, lagos, embalses, lagunas y acuíferos (Rockström et al., 1999). La agricultura de regadío utiliza normalmente el agua azul como complemento de las lluvias.

La cantidad de agua requerida para producir una unidad de cultivo como se ha descrito previamente se denomina " agua virtual". Es, en esencia, la inversión en productividad del agua en los cultivos ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ). Multiplicando el contenido de agua virtual de un cultivo por la cantidad de comercio se obtiene el volumen de agua virtual relacionados con el comercio de la cosecha. A nivel mundial, los flujos de agua virtual entre naciones en el siglo pasado se situaban alrededor de  $1000 \text{ km}^3/\text{año}$  en el siglo pasado (desde la perspectiva de los países exportadores). De los cuales,  $650 \text{ km}^3/\text{año}$  fueron atribuidos a los cultivos comerciales. El volumen de agua virtual asociada con el comercio de alimentos fue de un 15% del uso total de agua utilizada en la producción de alimentos.

El sistema de alimentario mundial se caracteriza por un balance entre el volumen de las exportaciones totales de alimentos y el volumen de las importaciones totales de alimentos para alcanzar una liquidación del mercado. Esto es



especialmente cierto cuando el promedio en un período de tiempo se suaviza como efecto de un periodo intercambio anual. En cuanto al comercio de agua virtual global, sin embargo, este equilibrio no se aplica, ya que la productividad del agua en los cultivos y el contenido de agua virtual, es una función de las condiciones climáticas, las prácticas agronómicas y de manejo de campo, etc. Para un cultivo determinado, la productividad del agua varía según la región. En este sentido, el agua virtual "valor" de una determinada cantidad de alimentos no puede ser idéntico desde el punto de vista de los balances de las importaciones y exportaciones. Cuando las importaciones de agua virtual y las exportaciones de todos los países se suman por separado se observa una brecha entre los dos volúmenes.

Los primeros estudios de las relaciones agua-alimento -comercio se concentraron principalmente en la restricción de escasez de agua azul en la agricultura de regadío. Sin embargo, en los últimos años el interés ha sido creciente en los sistemas de secano, que dependen del agua verde almacenado en los suelos no saturados (Falkenmark y Rockström, 2006). El agua verde y azul, tienen características diferentes, dando lugar a diferentes costos de oportunidad del uso de estos recurso (Tabla 1). El agua verde proviene de la lluvia. Se trata de un "bien libre" en términos de la oferta. Otros cultivos diferentes a los que proveen alimento (que a menudo tienen un menor valor económico directo, por el uso del agua) son los mayores competidores por este tipo de agua (Yang y Zehnder, 2002). En comparación con el agua azul, el costo de oportunidad del uso del agua verde es menor. Por el contrario, el agua azul tiene muchas funciones. El riego a menudo da el menor valor económico entre todas las funciones (Zehnder et al., 2003). Por lo tanto, el costo de oportunidad del agua de riego es alto. Mientras tanto, el agua azul exige de una infraestructura de almacenamiento y distribución antes de que pueda ser entregado a los usuarios. El suministro de agua involucra costos. Además, el riego excesivo puede provocar la salinización severa, la acumulación de agua y degradación de los suelos, que son evidentes en muchas zonas del mundo (Postel, 1999). Desde el punto de vista de costo de oportunidad



del uso de los recursos hídricos, manteniendo otros factores constantes muestra que el comercio de agua virtual verde es en general más eficiente, que el comercio de agua virtual azul.

**Tabla 1. Características del agua azul y verde**

Tipos de agua	Azul	Verde
<b>Fuentes</b>	Ríos, lagos, reservorios, lagunas, acuíferos	<b>Agua que es almacenada en suelos insaturados y que puede ser usada por evapotranspiración</b>
<b>Movilidad</b>	Altamente movable	<b>Altamente inamovible</b>
<b>Sustitución de fuentes</b>	Posible	<b>Imposible</b>
<b>Usos competitivos</b>	Muchos	<b>Pocos</b>
<b>Facilidad de transporte</b>	Requerido	<b>No requerido</b>
<b>Costos de uso</b>	<b>Alto</b>	<b>Bajo</b>

Fuente: Falkenmark y Rockström, 2006

Los cambios en las dietas hacia el consumo de carne y leche tienen implicaciones significativas sobre la demanda de agua para analizar las diferentes cadenas de producción agroindustrial y su vinculación al comercio internacional. Los requerimientos de agua para cosechas y productos de proteína animal varían ampliamente. Los cultivos de vegetales y aceites típicamente requieren más agua que los cultivos de cereales. La producción de carne y leche bovina es más intensiva en el uso de agua, comparado con productos vegetales. Para producir 1 kg de carne se requiere entre 5000 a 20,000 lt. de agua, principalmente destinada al crecimiento de los recursos alimenticios. Los requerimientos de agua en la producción bovina dependen ampliamente del sistema de producción. Los sistemas de pastoreo tienden a requerir menos agua por unidad de producto, comparado con los sistemas de producción de carne intensivos. Los biocombustibles requieren entre 2000 a 3000 lt. de agua para ser producidos

(Fraiture, et al., 2008). Las dietas basadas en el consumo de carne consumen dos veces más aguas comparadas con las dietas vegetarianas (Renault, 2000). La MEA muestra que el consumo de carne varía entre 41 y 70 kg por persona por año dependiendo de los ingresos, los precios, las percepciones públicas acerca de las implicaciones sobre la salud y el ambiente del producto. Este escenario muestra un requerimiento de agua superior al 15% comparado con un escenario vegetariano (MEA, 2005).

La demanda de agua evaporada por los cultivos para cubrir las necesidades actuales de producción de alimentos se estima entre 6800 km<sup>3</sup> a 7500 km<sup>3</sup> (Postel, 1998; Chapagain, 2006), con un estimativo crudo de 3000 l por persona por día y 1 Lt. por caloría. Cerca de 78% del agua global proviene directamente de la precipitación que infiltra el suelo, para generar la humedad del suelo. El otro 22% correspondiente a 1570 km<sup>3</sup> proviene del riego a partir de fuentes superficiales y profundas. La agricultura es entonces el mayor demandante de agua en cantidad, especialmente la destinada a irrigación, particularmente en zonas tropicales áridas y semiáridas. Estas demandas de agua para la producción de alimentos y combustibles afectan severamente los ecosistemas (Falkenmark, et al., 2007), mientras que los cambios en los regímenes hidrológicos, alteran de una manera significativa los ecosistemas acuáticos. Igualmente, el sobre uso o uso irracional de nutrientes y agroquímicos afectan los ecosistemas acuáticos y terrestres debido a los procesos de polución que se dan en el proceso de producción de los diferentes cultivos. El drenaje en las áreas inundables conduce a una pérdida de hábitat de la flora y la fauna y reduce los servicios ecosistémicos.

La reducción en los servicios ecosistémicos afecta de manera estructural a la pequeña y mediana producción localizada en cuencas y microcuencas que dependen de los ecosistemas para salir del atraso. Como se ha indicado la cantidad de agua necesaria para producir 1 kg de materia seca es enorme, pero también subyace la necesidad de valorar la calidad del agua y su uso en el tiempo. En este sentido, los patrones temporales de uso, los requerimientos de flujo, la variabilidad global en el flujo y la calidad del agua son algunas de los puntos

críticos a considerar (Arthington, et al., 2008). Algunos autores muestran la necesidad hacia futuro de establecer grandes compensaciones en términos de cantidad y calidad de agua (Nangia, et al., 2008). Los sistemas tecnológicos tanto agrícolas como pecuarios tienen que evolucionar no sólo a visualizar como se limita la producción por déficits de nutrientes y disponibilidad de agua, sino hacia la evaluación de los marginales de productividad que pueden ser alcanzados mediante un uso adecuado de fertilizantes y mejoramiento de la oferta de agua en tiempo real. La carencia de estos balances oferta-demanda incrementa la demanda de agua en las fuentes primarias, disminuyendo los balances ambientales y aumentando los lixiviados de nutrientes que afectan la calidad del agua en fuentes superficiales y profundas. Por otra parte, la eutrofización de los lagos y los ríos por contaminantes afectan no solamente a los sistemas acuáticos, sino que son una amenaza para la salud humana (Diaz y Rosenberg, 2008).

La CA (2007) realiza una proyección de la demanda de agua para cubrir los requerimientos de alimentos en un rango de 7800 a 13,050 km<sup>3</sup> para evapotranspiración de los cultivos y de 2760 a 4120 km<sup>3</sup> para irrigación, con un incremento entre 5 a 57%. Las tendencias cambian con las premisas del potencial de cultivar agua para agricultura, del potencial de mejorar la productividad del agua en áreas irrigadas, de la expansión de las áreas irrigadas y el comercio de la agricultura. Las proyecciones muestran la necesidad en que ante un incremento en la producción agrícola a partir de cosechas de agua se requiera del desarrollo de recursos de agua adicional para cubrir esta demanda (Rosengrant, et al., 2002; Rockstrom, et al., 2003), pero la otra discusión se centra en el potencial de mejorar la productividad del uso del agua en zonas irrigadas, escenario que también mostraría una brecha entre el escenario pesimista y optimista con respecto a los requerimientos de agua para los cultivos (Kijne, et al., 2003). En general, el escenario pesimista parece predominar debido a la carencia de desarrollos tecnológicos que mejoren el uso de las cosechas de agua, en la producción de los cultivos. Por lo tanto la demanda se estima con una expansión

del 60% (1850 km<sup>3</sup> adicionales para cubrir requerimientos de agua en cultivos de secano).

En un escenario optimista las ganancias en productividad de agua se deberían al uso de agua de riego, en donde tres cuartas partes de la demanda de alimentos pueden ser alcanzadas a través de tierras irrigadas (Fraiture, et al., 2007). En estos nichos de producción donde se observa estos aumentos en productividad, las inversiones en riego han ayudado aliviar la pobreza rural (Castillo, et al., 2007); sin embargo una expansión irracional traería consecuencias catastróficas para el ambiente (Falkenmark, et al., 2007).

El comercio de los productos agrícolas también ayudaría a mitigar la escasez de agua si las importaciones se realizan de países con abundante disponibilidad del nutriente (Hoekstra y Hung, 2005). La importación de productos ayudaría a disminuir la demanda de agua virtual requerida para producirlos domésticamente. Este es un punto crítico importante para analizar en el departamento de Arauca, considerando los balances que se presentarían al importar recursos alimenticios de regiones, con altos niveles de irrigación. El otro planteamiento sitúa la discusión en la provisión de distritos de riego que permitan mitigar la escasez o abundancia de agua y reducir la degradación ambiental. En este sentido, el desarrollo de los recursos de agua es una forma significativa para alcanzar niveles de seguridad alimentaria y promocionar el crecimiento de los ingresos, particularmente de comunidades rurales pobres y marginadas como ocurre en ciertas ecoregiones de Arauca.

En general, para mejorar la productividad y racional uso del agua, existen diferentes tipos de tecnologías de cosechas de aguas, irrigación suplementaria, irrigación por déficit, irrigación con precisión y prácticas de conservación del suelo y agua (Molden, et al., 2007). Igualmente, se progresa en la economía de la productividad del agua que implica un incremento de los valores generados por su uso y un descenso en los costos asociados. Sin embargo, para progresar en estos escenarios se debe tener en cuenta que la productividad de las aguas usadas en la agricultura es alta en las regiones de alta productividad, en donde el reúso y

reciclaje del agua es todavía alto, siendo las pérdidas e ineficiencias relativamente bajas y en donde los mejoramientos genéticos de las cosechas incrementarían de manera significativa, la productividad del agua hacia el futuro.

El cambio climático es actualmente el factor más crítico para analizar, ya que aumenta la variabilidad en las precipitaciones, lo cual influye en la disponibilidad de agua, para el sector agroindustrial. Una respuesta obvia para corregir esta variabilidad es el almacenaje de agua cuando es abundante para su uso posterior, durante las épocas secas (Keller et al., 2000). El agua almacenada mejora la capacidad de los pobladores rurales para responder al cambio climático, incrementar la productividad y los ingresos de los cultivos, disminuyendo las fluctuaciones en producción y proyectándola con una mayor precisión hacia el futuro. Aunque algunos desarrollos pueden ser marginales en materia de almacenamiento, ya que solo proveen agua para el uso doméstico, la requerida por los ganados y para la pequeña irrigación, su disponibilidad es significativa para mejorar la resiliencia social de las comunidades marginadas (Liebe et al., 2007).

Como se ha descrito previamente las pérdidas de agua entre la siembra y la cosecha de un cultivo pueden alcanzar niveles del 20 al 40% debido al ataque de plagas y patógenos. Las pérdidas en procesamiento transporte y almacenaje se estiman en un 10 a 15%, pero pueden alcanzar hasta del 25 al 50% del valor económico del producto, porque se reduce de una manera dramática su calidad (Kader 2005; Kantor, 1997).

### **Retos tecnológicos para aumentar la disponibilidad de agua en el sector agroindustrial**

Un incremento sustancial se prevé en la demanda de agua de no irrigación durante los próximos 50 años, especialmente en los países en desarrollo. Para el 2050 se estima que el consumo de agua esperada se doblará alcanzando una tasa de crecimiento de 700 km<sup>3</sup> por año. Teniendo en consideración este crecimiento, la disponibilidad agua estará limitada para el consumo doméstico, el

sector pecuario y la industria, presionando el uso de agua de riego para cubrir estas demandas. De otra parte, la polución del agua afecta la salud humana, el desarrollo económico y el ambiente. Lo anterior incrementa la competencia por el uso del agua utilizada para consumo humano. La salinización, la contaminación microbiológica, la eutrofización y el acceso a nutrientes, la presencia de metales pesados, la acidificación, los desechos tóxicos, el incremento de los sólidos suspendidos y los contaminantes naturales como arsénico y flúor forman parte de la gama de contaminantes introducidos por las actividades humanas en las fuentes de agua.

La producción de biocombustibles afecta también los recursos de agua de dos formas: el agua destinada directamente al riego de los cultivos y los procesos industriales necesarios para la conversión al biocombustible y en segundo lugar indirectamente mediante el incremento de las pérdidas de agua a través de la evapotranspiración (Berndes, et al., 2003). La producción de biocombustibles también afecta la calidad de agua mediante un incremento en las cargas de nutrientes a los ríos y lagos. Sin embargo, es importante señalar que aunque la cantidad de agua utilizada en la provisión de combustibles es modesta, es necesario que se realicen balances a nivel local, teniendo en cuenta los recursos que se requieren para riego en ciertas fases de los cultivos (Rosengrant, et al., 2008). En muchas regiones, la disponibilidad de tierra y agua para la expansión de los biocombustibles afectaría la localización de agua en otros sectores agrícolas relacionados con la seguridad alimentaria, siendo necesario realizar estudios de compensaciones entre la energía, el ambiente, la seguridad alimentaria y la protección del sector rural (Muller, et al., 2008). De Fraiture, et al., (2008) plantean que mientras los biocombustibles no preocupan a nivel global, los impactos pueden ser sustanciales a nivel regional y local, especialmente cuando se trata de cultivos introducidos. La demanda de agua en términos marginales para cultivos utilizados como biocombustibles fomentaría su uso al igual que el desarrollo de nuevas tecnologías de producción de biocombustibles a partir de celulosa (McCormick, et al., 2008). Esta segunda generación sería más sostenible

desde el punto de vista energético y de mitigación de los gases de efecto invernadero. Sin embargo, esta segunda generación requiere también de recursos de agua, que la podrían hacer insostenible en particular en ecoregiones áridas.

La alta demanda por recursos de agua para su uso diferente a la irrigación, áreas de secano -agua verde y la demanda en áreas con riesgo (agua verde y azul) mostraría un incremento moderado en los próximos 40 años. Para áreas de secano se prevé un incremento de 0.23% anual hasta el año 2050, mientras que el agua de riego (verde-azul) presentaría un incremento de 0.45% por año. En este período se estima que las precipitaciones tanto en áreas irrigadas como no irrigadas crecerían de 4975 km<sup>3</sup> a 7274 km<sup>3</sup>, con un incremento anual del 0.76%.

## **DEGRADACIÓN Y PÉRDIDAS DE LOS SUELOS**

El recurso suelo es finito y se encuentra inequitativamente distribuido a lo largo de la geografía mundial, propenso a la degradación por el mal uso de la tierra y el manejo del suelo y bajo una presión constante hacia la conversión por otros usos de la tierra (Lal,2009). Existe una relación inversa entre la población humana y la disponibilidad de suelos de alta calidad. El término degradación del suelo se refiere a la declinación en su calidad y capacidad productiva para producir bienes económicos y servicios ecosistémicos, los cuales se estiman para la biosfera entre 16 -54 trillones de dólares por año (Costanza, et al.1997). En consecuencia, la calidad del suelo se refiere a esa capacidad para producir bienes económicos y su expresión en otros servicios ecosistémicos (Gregorich y Carter, 1997).

La degradación de los suelos puede ocurrir debido a causas naturales o ser inducida por los humanos. Las causas naturales son de largo plazo generalmente de tipo geológico; sin embargo, las inducidas por el hombre son más rápidas y generalmente tienen una escala generacional. Otros conceptos relacionados son la degradación de la tierra y la desertificación. Cuando hacemos referencia a la tierra abarca todos los recursos terrestres y naturales que incluyen el clima, la vegetación, el suelo, el terreno, la hidrología, la biodiversidad, los animales, la

gente, etc.; en consecuencia, el término degradación de la tierra es bastante amplio y comprende una declinación en la calidad del clima, el agua, el terreno, la vegetación, el suelo y otros componentes. Como se observa, la degradación del suelo no debe ser confundida con la degradación de la tierra y los términos entonces no se puede intercambiar. En este contexto, la desertificación se refiere a la degradación de la tierra (declinación en la calidad del suelo, la vegetación, el agua, el clima) en regiones secas (Lal, 2001).

Los procesos de degradación del suelo involucran mecanismos responsables por la declinación en su calidad. Los factores de degradación son parámetros ambientales, los cuales moderan la tasa de degradación del suelo, a través de procesos específicos. Las causas de degradación del suelo hacen referencia a las actividades humanas, los cuales alteran el impacto tanto de los procesos como de los factores. Algunos de los procesos causas y factores relacionados con la degradación del suelo son descritos por Lal (2010) y se muestran en la Tabla 2.

**Tabla 2. Procesos, factores y causas de la degradación del suelo**

Procesos	Factores	Causas
Físicos(formación de costras, compactación, anaerobiosis, erosión y sedimentación)	Clima: precipitación, temperatura, índice de aridez, frecuencia de eventos extremos	Cambios en el uso de la tierra(conversión de la naturaleza a la agricultura y de otras formas de manejo de los ecosistemas)
Químicos: acidificación, salinización, pérdida de nutrientes, presencia elementos tóxicos (Al,FE,Mn)	Terreno: Pendiente (gradiente, longitud, aspecto, forma), drenaje, posición del paisaje)	Cobertura vegetal: reforestación, deforestación, incendios
Biológico: pérdida de materia orgánica del suelo, reducción en las actividades de biota del suelo,	Vegetación: especies, composición, NNP, partición de la biomasa	Manejo de aguas: drenajes, irrigación, cultivos de aguas y reciclaje



presencia de patógenos del suelo, metanogénesis y denitrificación	Biodiversidad: fauna y flora	Manejo de suelos: labores culturales, uso de fertilizantes y enmiendas, manejo de residuos de cosecha,etc
	Perturbaciones naturales: actividad sísmica y sunamies	Sistemas de producción: arable, silvicultura, pastoriles, agrosilvicultura, silvopastoriles

Fuente: Lal, 2010.

La acción de los procesos físicos, químicos y biológicos amplía de manera significativa y severa la degradación de los suelos. La complejidad de este fenómeno es posteriormente acentuada por la continuidad y el traslape de estos procesos con una retroalimentación positiva, la cual exacerba el impacto neto sobre el recurso. Una visión integral del fenómeno es mostrada por Lal (2010).

Cuatro modelos han sido propuestos para evaluar de manera cuantitativa la degradación del suelo y la tierra: GLASOD (Global Assessment of Soil Degradation) desarrollado por el ISRIC (1979) quienes definen la degradación del suelo como un proceso que describe el fenómeno inducido por los humanos, el cual disminuye la actual o futura capacidad del suelo, para soportar la vida humana. Un modelo de desertificación para evaluar la tierra afectada por este proceso que es descrito por la UNEP (1992) en un enfoque más cualitativo, comparado con el anterior modelo. Este modelo estima que un 69.5% de las tierras secas del mundo están afectadas por desertificación ( $35.92 \times 10^6 \text{ km}^2$ ), de esta la degradación del suelo corresponde al 21.15%.

El tercer modelo fue desarrollado por Bai, et al.,(2008) denominado LADA (Land Degradation Assessment in Drylands), define la degradación de la tierra como una pérdida de largo plazo de las funciones del ecosistema y la productividad causadas por perturbaciones a partir de las cuales la tierra no puede recobrase sin ayuda. Este modelo mide la degradación de la tierra y no del suelo por sus

cambios en la productividad primaria neta (NNP) a partir de una línea base considerada como normal. Este modelo muestra que un 23. 5% de las áreas de la tierra ( $35 \times 10^6 \text{ km}^2$ ) están afectadas por la degradación de la tierra e impactan 1,5 billones de personas (Tabla 3).

**Tabla 3. Estimativos del área afectada por la degradación de la tierra**

Parámetro	Valor
Área afectada( $10^6 \text{ km}^2$ )	35.06
Porcentaje del área de la tierra	23.54
Total de pérdidas de NNP(Tg C/y)	955
Porcentaje del total de la población afectada	23.9
Total de población afectada( billones)	1.54

Fuente: Bai, et al., 2008

El cuarto modelo evalúa la extensión y severidad de la degradación del suelo y es denominado GDTZ (Global Desertification Tension Zones). Este es descrito por Eswaran, et al., (2001) y estima las zonas de tensión en el proceso de desertificación basados en la calidad de la tierra y la población que la soporta, con restricciones relacionadas con el suelo y la vulnerabilidad a la desertificación. Este modelo muestra una vulnerabilidad a la desertificación estimada en  $43.2 \times 10^6 \text{ km}^2$  (33%) con un impacto total sobre la población de 2.6 billones de personas (46%). En general, los cuatro modelos no son comparables y existe la necesidad de estandarizar las metodologías y criterios de su uso, en contextos específicos.

Las principales causas de la degradación de los suelos agrícolas inducidas por los humanos son:

- La erosión acelerada trazado por los excesivos e inapropiados sistemas de preparación de la tierra en conjunto con la remoción de los residuos de cosecha y el excesivo e incontrolado pastoreo.

- La disminución de la materia orgánica por un uso perpetuo y de largo plazo en prácticas agrícolas, las cuales crean un efecto negativo sobre el ecosistema.
- La disminución de nutrientes que se produce como resultado de presupuestos negativos de las concentraciones de nitrógeno y fósforo y potasio (presupuestos menores de 20 a 40 kg por hectárea por año).
- La salinización secundaria de las tierras bajo riego.
- La conversión de las mejores tierras hacia otros usos.

En particular, la salinización secundaria de la tierra se estima afecta a 76 Mha a nivel mundial correspondiendo el Sur y Centroamérica al 4.0% (4 Mha) comparado con el 70% (53 Mha) que se estima en Asia. De otra parte, el incremento en la población humana ha exacerbado la competencia por el suelo y el agua hacia otros usos como: la minería, la urbanización, el desarrollo de infraestructura y el uso por la industria. Las tierras disponibles ha sido rápidamente convertidas a tierras mineras, urbanas y a la construcción de infraestructuras industriales.

#### **Retos tecnológicos para la degradación y pérdida de los suelos del sector agroindustria**

Algunos de los retos que se plantean para revertir la tendencia hacia la degradación de los suelos y la tierra se enmarcan en cuatro opciones:

- Aplicar tecnologías que salven tierra
- Incrementar el uso eficiente de las entradas de los sistemas de producción
- Seleccionar usos apropiados de la tierra y
- Adoptar técnicas de manejo sostenible.

En materia de tecnologías que salven la tierra están el uso de nuevas innovaciones de procesos, para el manejo de los suelos y los cultivos. El uso eficiente de las entradas del sistema de producción (fertilizantes, agua y energía). La meta es minimizar las pérdidas por erosión, lavado, lixiviación y volatilización y crear un positivo balance de carbono y de presupuesto de nutrientes. Un uso

apropiado de la tierra, la visión sistémica del proceso de producción, la combinación de cultivos y sistema de rotación, los sistemas de producción mixtos y los sistemas agroforestales deben ser analizados para revertir las tendencias descritas. Un uso sostenible del suelo y la adopción de procesos de manejo que conduzcan a la restauración, mejoramiento e incremento de los servicios ecosistémicos a partir de los recursos del suelo existentes, son parte del horizonte que se prevé para la agroindustria. Las recientes innovaciones en el manejo del suelo y el agua incluyen: nanofertilizantes incluyendo las zeolitas, el uso de acondicionadores del suelo para mejorar su estructura, el mejoramiento de las técnicas para fijación de nitrógeno y la toma de fósforo, métodos innovativos de riego que incluyen: el sub-riego por goteo, la supresión de enfermedades del suelo, la modificación genética de los vegetales, los cuales emiten signos moleculares para detectar por sensores remotos blancos de intervención, el secuestro de carbono de los suelos y los ecosistemas terrestres para mejorar la calidad del suelo y la productividad de los cultivos, el comercio de créditos para secuestrar carbono en los suelos, las pasturas y los árboles y el uso de sistemas innovativos de manejo agronómico para mejorar la producción de cultivos transgénicos (NRC,2008).

## **PROMOCIÓN DE UN AGROINDUSTRIA SOSTENIBLE CON LA DEMANDA DE ALIMENTOS Y LOS BALANCES AMBIENTALES**

La seguridad alimentaria, el cambio climático, el crecimiento poblacional incrementan la presión sobre el ambiente global. En materia de seguridad alimentaria, el crecimiento poblacional mundial requiere de una producción del doble de alimentos para el año 2050, mientras al mismo tiempo los retos del cambio climático, las limitaciones en la disponibilidad agua y tierra, la degradación de los suelos, en conjunto comprometen las oportunidades para mejorar, el perfil de sostenibilidad de la agroindustria. En esta sección se examina el papel de los paisajes agrícolas para la producción y la diversidad, la importancia la calidad total de los alimentos en la seguridad alimentaria de los mercados, la vertiente de los

cultivos transgénicos en la agricultura futura y los retos de la agroindustria en materia de sostenibilidad.

### **Paisajes agrícolas para la producción y la biodiversidad**

El mayor proceso de manipulación de las especies y ecosistemas es la agricultura para tratar de producir alimentos, fibras, energía y otros productos que cubren los requerimientos de los humanos. Un 24% de la producción terrestre primaria es producida por la agricultura y apropiada por las poblaciones a través de las cosechas o por el cambio de uso de la tierra (Aberl, et al., 2007). Virtualmente todas las especies, incluyendo humanos y no- humanos, derivamos la energía de la fotosíntesis; en consecuencia, menos energía significa menos organismos, con un riesgo significativo de extinción a altos niveles tróficos.

A nivel mundial son reconocidas las interacciones entre la productividad de la agricultura y la diversidad con impactos negativos de la primera, sobre la segunda. La agricultura ha contribuido a la expansión de las pérdidas por biodiversidad a través de: las transformaciones entre la agricultura y los hábitats no agrícolas, las transformaciones del paisaje agrícola y los cambios en el manejo de los cultivos (Firkbank, et al., 2008). El énfasis en la producción agrícola recrea este potencial de declinación de manera significativa hacia el futuro, en la medida que las prácticas de manejo de los cultivos a nivel intensivo promocionan el uso de herbicidas tolerantes a los cultivos (Firbank,et al.,2006) y la homogeneización de los paisajes produce cambios en la orientación vocacional de grandes áreas de tierra, hacia prácticas bioenergéticas de monocultivos, como ocurre con los biocombustibles (Firbank,2008).

El incremento en la producción de la agricultura por unidad de área y sobre tierras degradadas y marginales beneficia la biodiversidad reduciendo la presión sobre otros elementos del paisaje (Green, et al.,2005); sin embargo, los mayores problemas ambientales están asociados con la agroindustria y pueden ser potencialmente evitados mediante un uso eficiente de las entradas (fertilizantes, energía, agua, etc.) y mediante el control del impacto potencial de la polución a

través de tecnologías que mejoren los procesos tecnológicos (Royal Society, 2009). Resulta evidente que la intensificación de la agricultura ha sido más benigna en la actualidad que en el pasado con el ambiente, con procesos como: la prohibición del uso de plaguicidas, el manejo integrado de plagas y enfermedades, la agricultura de precisión y el uso de cultivos tolerantes a la sequía y con una mayor capacidad de fijación de nitrógeno, los cuales han contribuido a una mayor eficiencia de la agroindustria.

La agricultura intensiva podría beneficiar a la diversidad incrementando la producción en algunas áreas y produciendo una presión reducida sobre el resto del paisaje, que es destinado a mantener la biodiversidad (Green, et al., 2005). Diferentes modelos de coexistencia han sido propuestos (MacLeod, et al., 2004; Pidgeon, et al., 2007) en vertebrados y en invertebrados (Sotherton, 1991). Sin embargo, se argumenta que esta propuesta es válida en la medida que la intensificación de la agricultura responda de manera objetiva a la seguridad alimentaria. Otra aproximación es el incremento en la productividad que permita alcanzar los requerimientos de los consumidores, pero que también mejore la oferta y balances productivos de los servicios ecosistémicos, el control a las inundaciones y el secuestro de carbono. Con este enfoque de sostenibilidad de largo plazo de los recursos naturales se lograría reducir el riesgo de la erosión y degradación de la tierra; en consecuencia, se mejoraría el manejo del recurso natural (Pretty, et al., 2006). Como se señaló previamente en este documento, es también importante reducir las pérdidas de cosechas y de las cadenas de mercado para los productos de la agricultura.

### **La importancia de la calidad total de los alimentos**

La producción de alimentos y el sostenimiento de la seguridad alimentaria deben ser posteriormente complementados por el enlace entre la calidad y la cantidad de los alimentos y el estatus sanitario humano y animal. La desnutrición no es fundamentalmente el principal efecto colateral de tener una baja disponibilidad de alimentos. Los alimentos y las enfermedades asociadas con los alimentos

constituyen una amenaza vigente para la salud humana y animal. Igualmente, la asociación entre la dieta y las enfermedades crónicas como las enfermedades cardíacas, la diabetes y ciertos tipos de cánceres han orientado la calidad de los recursos alimenticios hacia un frente de investigación que trata de cubrir unas expectativas más integrales de los consumidores. Este tipo de enfoques de calidad total tratan de encontrar valores agregados en la biodiversidad, el cambio climático y los cambios en las prácticas agrícolas.

Una opción para la producción animal es cubrir las demandas de los consumidores en términos de mejorar las características de salud y sensoriales de la carne y la leche, teniendo en cuenta otros aspectos sostenibles del proceso de producción. Es claro que conseguir estos criterios de manera simultánea es un proceso complejo, ya que los productos animales comprometen características sensoriales, tecnológicas, nutricionales, microbiológica y químico- toxicológicas. Cada uno de estos componentes de la calidad total están determinados por varios factores como son: la genética animal, el manejo de los factores alimenticios, las condiciones de cultivo, los factores asociados con los procesos, etc (Hocquette y Gigli, 2005). En el campo de la calidad microbiológica un énfasis importante tiene que darse a las micotoxinas que son metabolitos secundarios producidos por hongos que colonizan los recursos alimenticios y que tienen propiedades carcinogénicas, estrogénicas, citotóxicas, producen inmunosupresión y poseen componentes nefrotóxicos, neurotóxicos y teratogénicos con grandes significancias en términos de amenazas para la salud pública y animal. La producción segura de los alimentos es la mayor fuerza de la investigación en micotoxinas.

Las enfermedades zoonóticas son un grupo de enfermedades infecciosas que son naturalmente transmitidas entre animales vertebrados y humanos. Recientemente han emergido zoonosis que se caracterizan por su alta incidencia y expansión en un rango amplio de geografías, huéspedes y vectores (Anonymous, 2004). Los cambios en la epidemiología de los patógenos son influenciados por muchos factores entre los cuales se pueden señalar: el comercio internacional y

los viajes, los cambios en los estilos de vida de los consumidores, sus habitats y demandas, la susceptibilidad de los huéspedes, los cambios en los sistemas de producción animal, el mejoramiento de los diagnósticos, los cambios en los microorganismos y el cambio climático (Havelaar, et al., 2010).

### **Retos tecnológicos para mejorar la calidad de los productos alimenticios del sector agroindustrial**

Balfour (1976) indicó que existe una relación directa entre la salud de los suelos, los vegetales, los animales, los productos vegetales y animales y finalmente, la salud de las personas. Esta forma de pensar empírica con antecedentes culturales tiene muy pocas evidencias científicas que permitan argumentar esta integralidad. Algunas evidencias muestran que los productos lácteos producidos en pastoreo contiene una mayor cantidad de ácidos grasos del tipo omega-3 y CLA. Las hortalizas y frutales muestran nichos de producción con un mayor contenido de vitamina C, antioxidantes y sustancias orgánicas funcionales con un contenido de materia seca que significa un mayor contenido de nutrientes (Heaton, 2001; Huber, 2006). Las cargas bióticas se orientan en materia de micotoxinas con menores índices de contaminación, con una alta concentración de bacterias benéficas (Van de Vijver, 2006).

Tradicionalmente la calidad de los alimentos ha sido orientada hacia la valoración de sus propiedades sensoriales las cuales orientan la comercialización y el mercado. Además del sabor, las expectativas de los consumidores se inspiran en los términos complejos de estimar como son la vitalidad y la coherencia del producto. Bloksma y Huber (2002) tratan de entender el fenómeno en términos del ciclo de vida del producto y su integración a los mercados a través de procesos vitales como el crecimiento, desarrollo, diferenciación e integración y que están directamente relacionados con la adaptación del organismo a un ambiente determinado. De tal forma que para una gestión efectiva en la agroindustria es necesario proveer una mayor resistencia a las plantas y animales (control del



estrés, las plantas y las enfermedades) y estimular una mayor calidad de los productos finales en términos de su contribución a la salud humana.

Las diferentes definiciones de calidad convergen hacia un enfoque de calidad total que estudia los alimentos desde el punto de vista de la seguridad, su valor nutricional, su contribución a la salud, sus apariencias globales, los residuos alimenticios contaminantes (micotoxinas, metales pesados, dioxinas, microorganismos), entre otros. Este tipo de métodos holísticos para medir la calidad de los productos alimenticios considera que los organismos vivos contienen una "estructura interna", además de los compuestos que constituyen el organismo. Esta "estructura interna" se sugiere está conectado con el proceso de madurez (el sistema de producción) y con el desarrollo per se del organismo.

En la mayoría de las micotoxinas, la contaminación comienza en el campo donde complejos de patógenos u hongos atacan y colonizan los tejidos vegetales. Las cepas de las mismas especies pueden mostrar diferencias cualitativas en los perfiles de metabolitos secundarios y en las cantidades de una toxina específica dentro de las especies que son producidas, por uno u otros tipos de hongos. El monitoreo continuo de las poblaciones toxígenas de hongos es un importante teoría de la investigación de la agroindustria, ya que estas caracterizaciones permiten evaluar el riesgo de las micotoxinas en una región y proyectar los cambios en las poblaciones de este tipo de metabolitos secundarios de hongos. Las técnicas moleculares de RFLPs, AFLPs y SNPs han sido usadas ampliamente para evaluar la diversidad de toxinas entre especies.

Las condiciones ambientales tienen una influencia directa sobre los hongos toxigénicos, también afectan las interacciones con otros patógenos. En este contexto, un adecuado conocimiento de los requerimientos ambientales de este tipo de hongos ayuda a mejorar las medidas de control usadas contra estos organismos. Factores ambientales como la temperatura, la carencia de nitrógeno, las condiciones de pH estimulan en conjunto la producción de metabolitos secundarios (Sagarain, et al., 2006). La biología molecular de los hongos toxigénicos es un área prominente de la investigación actual y de la próxima

década. Estos desarrollos contribuyen al control de las micotoxinas y a los esfuerzos en Fitomejoramiento de cultivos y su resistencia contra patógenos toxigénicos de los vegetales.

Un eficiente control de la micotoxinas a nivel de pre- cosechas incluye: prácticas agro-técnicas, tratamientos con fungicidas, métodos de biocontrol, mejoramiento de la resistencia del huésped, sistemas integrados de manejo e ingeniería genética, los cuales han sido desarrollados y ampliamente usados para combatir las micotoxinas (Toth, et al., 2008). Sin embargo, estos métodos son bastante costosos y se requiere de modelos predictivos que permitan tomar decisiones en materia de manejo de plagas y mercadeo de los productos. Estos modelos deben incluir variables agronómicas y meteorológicas cuando calculan el riesgo de contaminación por micotoxinas (Hooker, et al., 2002).

La mejor forma de controlar las micotoxinas es producir cultivos saludables, requerimiento que es difícil de alcanzar durante el crecimiento de los cultivos, en diferentes contextos de producción. Las estrategias postcosecha para controlar las micotoxinas están relacionadas con el uso de elevados niveles de anhídrido carbónico durante el almacenamiento, el uso de aceites esenciales y de antioxidantes (Magan y Aldred, 2007), las cuales deben ser complementadas con unas buenas condiciones de almacenamiento y de monitoreo para detectar el comienzo de la contaminación. Procesos térmicos como la extrusión contribuyen a disminuir la contaminación por micotoxinas en los productos alimenticios, aunque se requieren altos niveles de temperatura, para reducir sustancialmente las concentraciones tóxicas (Bullerman y Bianchini, 2007).

El porqué, cuándo y cómo los patógenos desconocidos son introducidos a las poblaciones humanas son influenciados por un amplio y complejo grupo de factores de orden socioeconómico, ambiental y ecológico (Jones, et al., 2008). En este contexto, el monitoreo y la vigilancia de las tendencias son de gran importancia para detectar enfermedades emergentes. La cooperación internacional y la comunicación son esenciales para desarrollar una estrategia efectiva de control de este tipo de enfermedades. Igualmente, la colaboración del

sector de la Medicina Veterinaria, la producción de alimentos y la salud pública son fundamentales para progresar en el riesgo de enfermedades zoonóticas (Newell, et al., 2010)

### **Los cultivos transgénicos en la producción futura de alimentos**

El crecimiento de la población humana que se proyecta en aproximadamente 9 mil millones para el 2050 (2007 Anónimo) junto con los cambios en los hábitos alimenticios, especialmente en los países en desarrollo, hacia el consumo de una mayor cantidad y calidad de alimentos, especialmente proteína animal hace que cereales viscosos como el trigo y el arroz tengan una mayor relevancia en el consumo humano, la alimentación animal y la debatida producción de biocombustibles, lo cual en conjunto estimula la demanda global por la tierra disponible. La mayoría de las tierras aptas para la agricultura están ocupadas y en algunas regiones se ha agotado esta disponibilidad, promoviendo una mayor demanda y productividad de los cultivos por unidad de área, un mejoramiento los recursos fitogenéticos, junto con unas mejores prácticas de manejo de los cultivos(riego, dinámica de nutrientes y protección), que necesariamente debe ser complementada por una educación de los diferentes actores de la cadena, para en conjunto contribuir de una manera integral a la seguridad alimentaria y la competitividad de la agroindustria.

La demanda global de alimentos se ha duplicado en los últimos 40 años (Gruissem Baettig y Frey, 2009; Oerke y Dehne, 2004); en consecuencia, el reto futuro sería aumentar la productividad de las tierras agrícolas disponibles con un uso cuidadoso de los recursos naturales como el suelo, el agua, nutrientes y la biodiversidad con el objetivo final de reducir los impactos adversos sobre el ambiente. Para satisfacer estas necesidades es necesario diseñar y formular mejores sistemas de producción, haciendo uso de tecnologías apropiadas que contribuyan a la sostenibilidad de las condiciones locales de producción. Los incrementos en producción deben ser enmarcados en una protección más eficaz

de los cultivos durante el crecimiento y su posterior almacenamiento para salvaguardar los valores agregados de los alimentos en la seguridad alimentaria.

En este contexto, uno de los papeles más críticos y discutidos a nivel mundial es el papel de los organismos genéticamente modificados (GM) en términos de resistencia a los insectos plaga y en cómo estos encajan en los sistemas de manejo integrado de plagas y enfermedades. El rendimiento y calidad de los cultivos anuales y perennes se ven amenazados por la competencia de malezas y la destrucción de diferentes tipos de organismos (insectos, ácaros, nematodos, roedores, babosas, etc) y por agentes patógenos (hongos, bacterias, virus) que pueden dañar los cultivos a nivel de campo (pre-cosecha) y durante almacenamiento de recursos alimenticios para humanos y animales (postcosecha). Los altos rendimientos a menudo están relacionados con mayores riesgos de pérdidas debido a que las cargas poblacionales bióticas se ven favorecidas por la densidad de los cultivos, las cargas de nutrientes en la fertilización y por las condiciones de riego, aumentando de manera global la sensibilidad de los vegetales a los patógenos y plagas. De otra parte, el alto potencial de rendimiento de los cultivos por unidad de área, la uniformidad de las variedades, la disminución de la rotación de cultivos, la reducción de la labranza han ofrecido mejores condiciones para el desarrollo de plagas y enfermedades.

El incremento de las amenazas en pérdidas de cultivos de alta producción por el ataque de plagas debe ser contrarrestado por la protección de dichos cultivos mediante sistemas de producción más eficientes y sostenibles. Una intensificación de la producción sin un adecuado soporte contra el daño de plagas y enfermedades resultaría poco ético, ya que reduciría los rendimientos y el uso eficiente de los recursos de fertilizantes, agua y energía (Oerke, 2006). En consecuencia, para satisfacer la creciente demanda de recursos alimenticios para humanos y animales es necesario implementar estrategias, en regiones en donde se considera que esta tendencia va a ser mayor.

Las pérdidas de cosechas debidas a plagas, se estiman, según la FAO (2009), en un promedio en función del cultivo, entre el 20 y el 40% a nivel mundial; otros

estudios demuestran que las pérdidas potenciales de los ocho principales cultivos (sin protección) está en el rango del 48% al 83% y que las pérdidas actuales (a pesar de la protección aplicada oscilan entre el 27 al 47% (Oerke y Dehne, 2004). En consecuencia, las diferencias entre las pérdidas potenciales y reales corresponden a la eficacia del control de plagas que va desde aproximadamente el 20% hasta el 50% para los ocho cultivos considerados. La significancia de las malezas, plagas y enfermedades difieren de región a región y entre los cultivos. Malezas y enfermedades causan un mayor impacto en los climas templados, mientras que las plagas de artrópodos son más importantes en las regiones subtropicales y tropicales. Más recientemente, Oerke (2006) señala que la proporción global de las pérdidas en los cultivos se ha incrementado en los últimos 40 años a pesar de un aumento de 15 a 20 veces, la cantidad de plaguicidas que se utilizan. Obviamente, el uso creciente de pesticidas no se ha traducido en una disminución de la cosecha. De otra parte, los agricultores han encontrado en los pesticidas una forma de aumentar la productividad y los beneficios económicos por unidad de superficie sembrada. A pesar de que la protección de los cultivos ha contribuido a unos rendimientos altos y estables, las pérdidas por el ataque de plagas y enfermedades son demasiado altas y no contribuyen de manera significativa a mejorar la seguridad alimentaria.

### **El manejo integrado de plagas**

El Manejo integrado de plagas (MIP) se remonta a la década de los 50's, cuando se observaron resistencias a los insecticidas sintéticos y los entomólogos fueron conscientes de las limitaciones de aplicación de pesticidas, como el único mérito de protección de los cultivos (Freier y Boller, 2009). En la década de los 70's y los 80's se desarrollaron esquemas de protección sostenible de diferentes cultivos (Brader, Buyckx y Smith, 1980; Brookes y Barfoot, 2008; Glass, 1975; Huffaker y Smith, 1980; IOBC, 1980). La definición del MIP se enmarca entonces en la estrategia de protección de cultivos utilizando todos los métodos y técnicas innovadoras que son compatibles con el desarrollo económico, ecológico y la

necesidades sociales para mantener organismos nocivos, por debajo de los niveles de daño económico. En este contexto, el control biológico, las variedades resistentes, el control cultural, la gestión del hábitat debe prevalecer sobre el uso de las pesticidas. Recientemente, La Comunidad Económica Europea ha adoptado una nueva directiva mediante la cual, el concepto de manejo integrado de plagas forma parte habitual de las prácticas agrícolas en los territorios que sus miembros (CE, 2009). La Directiva establece que los Estados miembros deben suministrar las condiciones para la aplicación del MIP, garantizando la información y herramientas para el monitoreo de plagas y la toma de decisiones, así como servicios de asesoramiento profesional especializado, sobre manejo integrado de plagas. Hacia el futuro se prevé que el MIP sea una práctica común por agricultores contribuyendo al desarrollo sostenible de la agricultura y la seguridad alimentaria del continente.

Los métodos convencionales de mejoramiento han producido variedades resistentes a plagas de insectos con un gran éxito en diferentes cultivos (Adkisson y Dyck, 1980; Painter, 1951; Smith, 2005). Las variedades generadas en el contexto del MIP ofrecen una serie de ventajas como: son seguras al ambiente y los usuarios, fáciles de manejar, ya que requieren sólo de semillas adaptadas durante la siembra y logran satisfacer los requerimientos de los agricultores y de los mercados. La reducción del número de plagas que se logra a través de la resistencia es acumulable con otras estrategias de control, sin costos adicionales para los productores. La reducción en las poblaciones de plagas por la resistencia hace que el control por otros métodos sea superfluo (Adkisson y Dyck, 1980). Plantas resistentes a las plagas son autosustentables, exigen muy poco manejo y suelen ser compatibles con otras prácticas de control de plagas (Romeis et al., 2008). Económicamente, la resistencia de las plantas a menudo puede dar mayores retornos financieros a la inversión, comparado con el desarrollo de insecticidas (Smith, 2005).

El diseño y desarrollo de cultivares comerciales resistentes a través de mejoramiento convencional es un proceso complejo que puede tomar muchos

años. Las fuentes de genes de resistencia en general se limitan a las plantas que se pueden cruzar con la planta cultivo y por lo tanto la resistencia natural es bastante limitada. A pesar de las muchas ventajas de la resistencia de la planta hospedante como una herramienta del MIP, la adopción generalizada de los cultivos no transgénicos resistentes a insectos se ha visto restringida, por la limitada disponibilidad de cultivares que poseen alto nivel de resistencia a las especies plaga (Kennedy, 2008). La tecnología de ADN recombinante aumenta en gran medida la matriz potencial de la disposición características de resistencia que se puede utilizar para obtener cultivos resistentes a insectos (Gatehouse, 2008; Malone, Gatehouse y Barratt, 2008) y reduce el tiempo necesario para producir cultivares comerciales con los rasgos deseables.

La mayoría de los cultivos resistentes a insectos transgénicos cultivados en la actualidad expresan genes cry derivados de la bacteria *Bacillus thuringiensis* (Bt). El primero de los llamados cultivos Bt fue comercializado en 1996. En 2008, los transgénicos con Bt de maíz y el algodón se cultivaban en un total de 46 millones de hectáreas en todo el mundo (James, 2008). Mientras que los primeros productos expresaban solo toxinas, los más recientes desarrollos expresan múltiples genes para controlar un complejo similar de plagas (las pirámides) o diferentes plagas (pilas).

### **Retos para la sostenibilidad de la producción agroindustrial**

La forma ideal para beneficiar la biodiversidad es la conservación de grandes áreas de hábitat natural intacta, para mantener y aumentar la complejidad de los paisajes agrícolas mediante la gestión de los servicios de los ecosistemas, así como la agricultura y para minimizar los impactos negativos de los cultivos y la ganadería. Pero esta posición no es realista a menos que los alimentos y la seguridad alimenticia se dirigen a cubrir exclusivamente las demandas de la creciente población humana.

La agricultura extensiva por sí sola no es un escenario realista. La conservación de los bosques no es simplemente una cuestión de reducir la presión sobre la agricultura, a pesar de que este esquema ayudaría en el proceso. Sin embargo, es posible lograr el desarrollo sostenible de la producción agroindustrial con esquemas de multifuncionalidad y con inversiones en la gente que conserva el paisaje. En este sentido, el diseño los paisajes debe integrar la productividad de la agricultura, los servicios ecosistémicos y la biodiversidad, para garantizar la seguridad alimentaria y la biodiversidad en el inmediato futuro.

Los cultivos resistentes transgénicos (GM) a insectos tienen la percepción de que estas plantas pueden ser consideradas como la panacea por los agricultores como una herramienta por sí sola para la solución de los problemas de plagas, sin su integración a los programas MIP. La reducción del uso de programas MIP podría entonces conducir a brotes de plagas secundarias que normalmente son suprimidos por la rotación de cultivos y por otras prácticas culturales (Hellmich et al., 2008).

#### **COMPETITIVIDAD DE LA AGRICULTURA EN SECTORES NO ASOCIADOS CON LA SEGURIDAD ALIMENTARIA**

La demanda de alimentos para humanos y animales aumenta como resultado del crecimiento de la población y los cambios en la dietas de los países en desarrollo. La población mundial actual supera los 6.8 mil millones y se prevé que aumente en un 50% para el año 2050. Los biomateriales, incluyendo los biocombustibles, son uno de los factores que en el inmediato futuro impulsarán la demanda de la agricultura. La agricultura se espera pueda cubrir esta creciente demanda, que se habrá duplicado para el año 2050, añadiendo una tensión estructural sobre el ambiente.

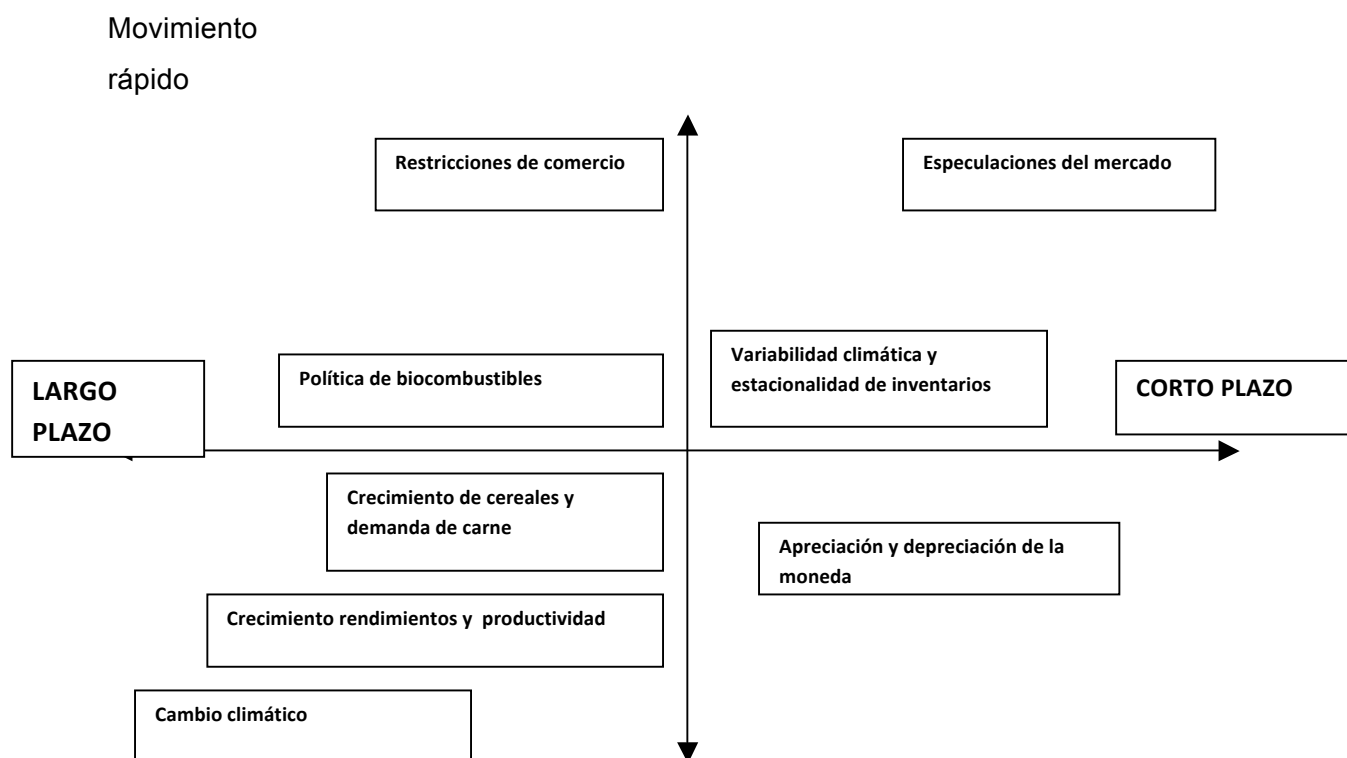
El crecimiento económico sostenible a nivel mundial durante las últimas dos décadas ha mostrado los beneficios de la globalización. Sin embargo, las perspectivas actuales de menor crecimiento asociado con unas tasas altas de



desempleo han estimulado el nacionalismo y el proteccionismo. Existe entonces una responsabilidad para que el comercio mundial se ordene y evite que la globalización privilegie a unos determinados productores y excluye de los beneficios a otros. Un número creciente de países arriendan y compran tierras en el extranjero para mantener y asegurar su producción de alimentos. Países importadores de alimentos con limitaciones en la tierra y el agua, pero ricos en capital están a la vanguardia de las nuevas inversiones rica en capital y a las nuevas inversiones en tierras en el exterior. Algunos acuerdos no implican la adquisición directa de tierra, sino que tratan de asegurar el suministro de alimentos a través de agricultura por contrato y la inversión en infraestructura rural y agrícola, incluyendo sistemas de riego e infraestructura vial (Braun y Meinzen-Dick, 2009).

Las principales preocupaciones en la actualidad están asociadas con la declinación de la tasa de autosuficiencia de alimentos y una alteración del potencial de oferta de recursos alimenticios domésticos provocadas por la incertidumbre (el cambio climático, la seguridad energética, la seguridad de los recursos importados, las tensiones geopolíticas y los incrementos indiscriminados de los precios de los recursos alimenticios), las cuales están orientados por fuerzas de corto y largo plazo que se observan en la Figura 1.

**Figura 1. Fuerzas de corto y largo plazo que orientan la competitividad.**



Fuente: Braun, et al., 2008.

### **Balance económico entre la producción de alimentos y la bioindustria.**

América latina y en particular Colombia tiene un potencial de tierras disponibles para la agricultura, pero este potencial se ve limitado por la pobreza de los suelos, una pobre financiación y una debilidad en la infraestructura de transporte, entre otras. De otra parte, la producción agrícola y el progreso productivo dependen ampliamente de los bienes públicos, especialmente los destinados a la investigación y el desarrollo. Recientemente, se hace menos énfasis en la investigación y la infraestructura física para agricultura debido a que la gente piensa que la mayoría de las problemáticas en este sector están resueltas y por ende se requiere retomar los blancos de crecimiento históricos (Krugman,2009).

La elasticidad del precio de la energía es mucho mayor en el largo plazo que en el corto plazo y por lo tanto las inversiones en infraestructura son fundamentales para crear una sociedad más eficiente, en el uso energético de los recursos. En este contexto existe un amplio debate sobre la potencial contribución de la agricultura, a las energías renovables. La bioenergía cubre aproximadamente el 10% del total de la oferta energética global mediante procesos tradicionales que cuantifican este aporte, pero la producción comercial de bioenergía adquiere una gran importancia en términos relativos, ya que ampliar la escala de producción de biocombustibles implica que una gran cantidad de tierras estén disponibles para este tipo de cultivos de escala. Las fuentes para producir etanol y biodiesel compiten con otros cultivos agrícolas por la productividad de los recursos; por consiguiente, los precios de la energía tienden a afectar todos los productos agrícolas. Para ciertas tecnologías de la competitividad, el precio de los biocombustibles depende de los precios relativos de los recursos utilizados y de los combustibles fósiles. La relación difiere entre cultivos, países, localidades y tecnologías utilizadas en la producción de los biocombustibles.

En la actualidad, existe un amplio debate sobre la contribución de la agricultura a las energías renovables. Con el actual acervo tecnológico, las energías pueden ser renovadas, pero necesariamente no tienen una connotación de verdes. Si la segunda generación de biocombustibles puede superar las limitaciones de la primera generación está bajo una gran duda, aunque se reconoce que esta nueva generación no utilizará los componentes comestibles de las plantas. La bioenergía cubre aproximadamente el 10% de la oferta mundial. Los biocombustibles líquidos utilizados en el transporte han tenido una rápida expansión; sin embargo su papel es marginal, ya que cubre solamente el 1% del total de combustible consumido y del 0.2 -0.3% del total de la energía consumida a nivel mundial. Como se ha descrito, la producción a escala de biocombustibles implica la disponibilidad de grandes extensiones de tierras para responder a los requerimientos de las materias primas para procesos de fermentación y transesterificación. En este sentido, la producción de bioetanol y biodiesel compiten directamente con la

industria petrolera y con otros cultivos agrícolas, afectando los precios de los productos y creando escenarios de competencia que deben ser conciliados entre el alimento y el combustible.

## **PRODUCCIÓN ANIMAL SOSTENIBLE Y CAMBIO CLIMÁTICO GLOBAL**

La leche y la carne bovina contribuye significativamente a la ingestión de energía y nutrientes y le dan sabor y placer a las comidas (Woode, et al., 2008). El sector ganadero es una parte dinámica de la economía en la agricultura y soporta la calidad de vida en muchas familias en particular sectores pobres, en los países en desarrollo (Delgado, et al., 1999). Sin embargo, la producción ganadera es criticada por sus impactos aparentemente negativos sobre el ambiente y los compromisos de los productores, en términos de bienestar animal (McMichael, et al., 2007; Michaelowa y Dransfeld, 2008). Los sistemas de producción animal se explotan en un amplio rango de posibilidades que van desde los sistemas extensivos, hasta los sistemas denominados intensivos en el que recursos alimenticios externos son convertidos a productos animales y sus derivados. La mayoría de las críticas sobre el impacto de los consumos de proteína animal están asociados con el contenido grasa y la composición de ácidos grasos de la carne y la leche (Givens, 2005). Es claro que la carne y la leche son importantes recursos de nutrientes en la dieta y que las preocupaciones acerca de la composición de ácidos grasos superan en algunos casos, las ventajas de consumir este tipo de proteínas. Las estrategias nutricionales ofrecen el más amplio potencial para manipular la composición de ácidos grasos en carne y leche; sin embargo, los enfoques moleculares deben ser considerados. En general, la producción animal trata de incrementar en sus productos componentes benéficos y optimizar la calidad del producto consumido. Para tratar de insertar los productos animales en los mercados, estudios en humanos son necesarios para valorar los efectos de la ingestión de proteína animal sobre los parámetros metabólicos de los humanos.

Desde el punto de vista ambiental y durante la revolución verde, la producción global de cereales se duplicó, reduciendo la escasez de alimentos, pero a unos costos ambientales muy altos (Conway, 1997, Vitousek, et al.,1997, Carpenter,1998, Schindler, 1999 y Tilman,1999), que influyeron de manera estructural en la funcionalidad de los sistemas (nitrógeno, fósforo y agua). Estos recursos de cambio global pueden rivalizar con el cambio climático en sus impactos ambientales y sociales (Vitousek, et al., 1997, NRC, 2000).

La polución de fósforo es una de las mayores amenazas para el agua fresca y los ambientes marinos. Las especies animales lideran la polución de fósforo, que se genera a partir de la agricultura (Jongbloed y Lenis, 1998) y sus efectos exceden a los fertilizantes inorgánicos u otros flujos antropogénicos (Smil, 2000). En los Estados Unidos más de 100 millones de toneladas métricas de excretas son producidas anualmente, lo cual conlleva a una liberación anual de 1 millón de toneladas métricas de fósforo al medio ambiente (Walsh,et al.,1993). La eutrofización de las aguas frescas, es un fenómeno que degrada la calidad del agua de bebida, creando un sabor ofensivo y olor específico (Smil, 2000). La producción animal continúa siendo la clave esencial de la economía en la agricultura en países en desarrollo y depende de la localización geográfica incluyendo los retos como: la producción suficiente de recursos alimenticios para los animales, la prevención y tratamiento de las enfermedades animales, el desarrollo de sistemas que reducen la polución a partir de las pérdidas en heces y orina. En este contexto, se requiere desarrollar procesos de innovación a diferentes niveles y diferentes puntos en la amplia diversidad de los sistemas de producción ganadera.

El mejoramiento animal y los sistemas de alimentación han sido orientados a maximizar eficiencia de producción. Sin embargo, las precisiones de un modelo orientado por el productor a un modelo orientado por el consumidor han forzado a la industria animal a colocar más atención las propiedades sensoriales y tecnológicas y al valor agregado en la salud de la carne y la leche. En este contexto, la evaluación costo-beneficio requiere un enfoque de cadena teniendo

en cuenta no solamente los requerimientos de los animales, sino el papel de los productores, los procesadores agroindustriales y el consumidor final.

### **Retos y oportunidades para mejorar la agroindustria**

Existen tres opciones tradicionales de biocombustibles: bioetanol, biodiesel y biogás, las cuales difieren en términos de la fuente de materias primas utilizadas, la producción energética neta por hectárea y los costos de inversión. La producción de energía neta por hectárea con biogás puede ser mucho mayor que la producción de bioetanol a partir de procesos de fermentación de cultivos de cereales, como el maíz. Sin embargo, el bioetanol está muy cerca de los valores energéticos netos del biogás cuando se utiliza celulosa en los procesos de fermentación. Adicionalmente, los costos de inversión son mucho más altos para biogás, que para bioetanol.

En este contexto, el bioetanol se produce predominantemente en países con abundantes áreas agrícolas y con especificidades en torno a la conversión de energía y a las tecnologías utilizadas. De tal forma que la producción neta de energía por unidad de área es una variable crítica, inclinando la balanza hacia la producción de biogás. Los progresivos escalamientos de la producción ganadera hacen que un volumen importante de residuos estén disponibles, siendo esta última opción (biogás) importante para ser considerada a nivel de las empresas ganaderas.

Las inversiones en investigación básica y la creación de medianas y pequeñas empresas de base tecnológica permiten la inclusión del nuevo conocimiento dentro del proceso de inserción en la bioeconomía mundial. Sin embargo, este proceso requiere de complejas interfaces entre un número de factores críticos como:

- Un sistema de educación diseñado para producir una importante, cualificada y competente fuerza de trabajo en Ciencia y Tecnología y en otras profesiones innovativas, creativas y de emprendimiento. Una dinámica

interacción entre genetistas moleculares, bioquímicos, ecologistas y mejoradores animales y vegetales serían la base de una masa crítica.

- Un sistema de investigación y desarrollo capaz de generar conocimiento de punta como también las nuevas tecnologías que demanda los sectores de la producción agroindustrial y de los servicios.
- Un fuerte régimen de propiedad intelectual que permita una protección efectiva y apropie los derechos de propiedad intelectual.
- Un sistema de transferencia de tecnología que asegure la eficiente transferencia el conocimiento y la tecnología generada en el sistema de investigación y desarrollo por la agroindustria y otros sectores conexos de la agricultura.
- Una masa crítica de empresas innovadoras y emprendedoras que exploten el conocimiento para producir bienes y servicios, para los mercados locales y globales.
- Un sistema financiero que promocióne la inversión en alianzas estratégicas de alto riesgo.
- Una red internacional de científicos que comparta recursos y buenas prácticas que facilite el flujo el conocimiento y su captura.
- Una estructura de mercado que sea capaz de realizar el proceso de conversión del conocimiento en productos.

### **Escenarios regulatorios y normativos para la agroindustria en el futuro**

Los cambios en las políticas internacionales contribuyen a la reorientación del ambiente para la investigación en agricultura. La adopción del protocolo de Cartagena en bioseguridad, ha señalado grandes retos para la agroindustria en términos del establecimiento, implementación y el desarrollo de procesos, de conformidad con este marco regulatorio. La agricultura en la actual centuria afronta retos sin precedentes no solamente relacionados con la crisis en la disponibilidad de alimentos, sino también con la respuesta al cambio climático. En general, se puede indicar que no hay muchas soluciones para estos retos,

mientras las medidas van más allá de producir más alimentos y productos agrícolas. Las tendencias se localizan en un estímulo a la productividad de medianas y pequeñas empresas a través de la aplicación de buenas prácticas y el mejoramiento de las tecnologías. En este contexto, la biotecnología juega un papel importante en el proceso de combatir la escasez de alimentos y mantener la seguridad alimentaria. Durante los últimos 30 años, la agricultura ha experimentado diferentes intentos para incrementar la producción de los cultivos y mejorar el ciclo de vida de los ganados.

Los diferentes esfuerzos incrementan las preocupaciones en una gama amplia de actores sociales. La ingeniería genética y el clonaje de los animales producen resultados sorprendentes en término de valores agregados, que han conducido a la elaboración de regulaciones tanto nacionales, como internacionales. A pesar de estas críticas y desarrollos normativos, se puede esperar en el inmediato futuro que la biotecnología moderna ayude a combatir el hambre y mejore la salud de los humanos; además de producir un efecto positivo sobre el ambiente.

En materia de regulación para el clonaje animal, se establecen dos perspectivas a nivel mundial: la norteamericana y la de la Comunidad Económica Europea. Igualmente, surgen las preocupaciones de cómo las organizaciones internacionales estarán liderando estos aspectos. En este sentido, se concluye que los productos provenientes de los bovinos clonados cumplen con los requisitos de seguridad comparables con los animales convencionales, sin producir un riesgo importante para los humanos.



## **VISIÓN PROSPECTIVA – ÁREAS DE CAMBIO AGROINDUSTRIA DE LA CARNE Y LA LECHE – DEPARTAMENTO DE ARAUCA.**

Conceptualmente la prospección tecnológica consiste en un conjunto de conceptos y técnicas para establecer una visión ex-ante del comportamiento de diferentes variables, con objetivos operacionales relacionados con la identificación de demandas futuras y potenciales y con un anticipo a los cambios en los paradigmas de ciencia, tecnología e innovación.

Para mejorar la competitividad de la agricultura Colombiana y su acceso a los mercados nacionales e internacionales se debe fortalecer la Ciencia y la Tecnología en sus expresiones regionales y locales. En este sentido, la competitividad de las cadenas productivas se visualiza en los departamentos a través de una respuesta objetiva a las limitantes tecnológicas, al diseño y desarrollo de nuevos productos, servicios, procesos productivos y mercados y a la construcción del tejido social enmarcado en una mejora de la calidad de vida de los actores comprometidos con el desarrollo rural a nivel regional y local.

Para el desarrollo del presente proyecto en esta parte del documento se examina la visión prospectiva del Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación para el sector agroindustrial: carne – leche bovina, con sus implicaciones para el conjunto de cadenas agroindustriales, teniendo en cuenta las tendencias históricas del sector involucrado, los retos y perspectivas de la cadena productiva, los escenarios de gestión para el año 2020 y los lineamientos técnicos proyectados para dichos escenarios.

## **SECTOR AGROINDUSTRIAL**

Para el Departamento de Arauca se ha definido la cadenas productiva bovinos: carne y leche, asociada a procesos agroindustriales, como pilar de estos desarrollos, ejercicio concebido en el contexto del departamento y sus eco-regiones en materia de diagnóstico, identificación de las demandas, análisis y síntesis de la oferta disponible, identificación de brechas y formulación de la agenda por cadena productiva, contemplando los lineamientos institucionales y operativos para su ejecución en procesos de Ciencia y Tecnología.

### **Inversión en ciencia, tecnología e innovación**

La financiación de la investigación incide de manera directa e indirecta en el desempeño de los sistemas productivos y es un factor fundamental del posicionamiento estratégico de la agricultura en los diferentes mercados. El referente nacional muestra que Colombia invierte en promedio el 0.5% del Producto Interno Bruto en actividades de investigación y desarrollo, innovación, servicios científicos y tecnológicos, administración, actividades de apoyo y formación de masas críticas para la ciencia y la tecnología. Esta cifra contrasta con los indicadores internacionales que recomiendan inversiones del orden del 1% en ciencia y tecnología para que un país ingrese a las autopistas del desarrollo. El argumento generalmente está acompañado de relaciones históricas que soportan este umbral de inversión que en el caso colombiano según el Observatorio de Ciencia y Tecnología (2009) muestra un paralelismo entre las inversiones del sector público y privado durante el período 2004-2009, con coyunturas de inversiones más altas para el año 2005 (0.45%) y una tendencia a la baja o a la estabilidad (0.37%) a partir del año 2008.

En términos relativos la financiación de las actividades de Ciencia y Tecnología e Innovación en Colombia muestra para el año 2009 que un 56.17% provenía de la financiación pública, un 41.72% de la privada y un 2.11% de recursos internacionales para un total de millones de pesos del 2008 de \$1'873.411

millones. En el caso del sector agropecuario las mayores fuentes de financiación fueron el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR) y COLCIENCIAS con recursos públicos provenientes del presupuesto nacional y de créditos externos y como fuentes privadas, los fondos parafiscales. La financiación del MADR se enmarcó dentro una política de empresarización que buscaba promover la generación, difusión y adopción de tecnología y aumentar la capacidad administrativa y gerencial de los productores en los frentes del desarrollo científico y tecnológico, la modernización de la asistencia técnica rural, la conformación y operación de centros provinciales de gestión empresarial y la adecuación de tierras (MADR, 2009).

Los fondos parafiscales no hacen parte del presupuesto general de la nación y son administrados por el gremio más representativo de cada sector. El (MADR 2006) plantea que esta contribución debería orientarse a desarrollar investigación, transferencia de tecnología, asesoría y asistencia técnica, adecuación de la producción y control sanitario, organización y desarrollo de la comercialización, fomento de las exportaciones y promoción del consumo, apoyó a la regulación de la oferta y la demanda y programas económicos sociales y de infraestructura.

#### **Direccionamiento estratégico en Ciencia, Tecnología e Innovación.**

Las inversiones en ciencia y tecnología e innovación han sido importantes para el crecimiento y desarrollo del país y para hacer más competitivos los mercados. Diferentes mecanismos se han establecido para el control social de la gestión, siendo importante los progresos en materia de identificación y priorización de las demandas de los diferentes actores sociales, las cuales se han establecido y sintetizado en las agendas prospectivas de investigación y desarrollo tecnológico. Igualmente las diferentes convocatorias por fondos concursales han priorizado la articulación entre el sector productivo, la academia y el estado alrededor de la investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación.

La continuidad de las iniciativas financieras en materia de ciencia y tecnología e innovación y sus impactos sobre el sector productivo y la cadena de valor del conocimiento, expresada a través de procesos de transferencia y adopción, han permitido generar gobernabilidad y capacidad investigativa para responder a las necesidades tecnológicas priorizadas que se identifican en las diferentes agendas de prospectiva para la investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación de las cadenas productivas. La definición de estas agendas de investigación, desarrollo tecnológico e innovación en la agricultura ha permitido seleccionar un marco de análisis del sector con una visión sistémica y completa de la problemática por cadena productiva, en donde el concepto de cadena productiva se desarrolla en el contexto de la participación de organizaciones públicas y privadas, que incluyen en este último caso a: empresarios, gremios, productores, transformadores, comercializadores, distribuidores, proveedores de insumos y de servicios, universidades y centros de investigación.

Se incluyen en estas agendas una visión de largo plazo del direccionamiento estratégico en Ciencia, Tecnología e Innovación cuyos mayores logros son una agenda de investigación que cubre 25 cadenas productivas, que tratan de auscultar de una manera integral la dinámica de los entornos productivos, los niveles de incertidumbre y perturbación y una visión de largo plazo para la formulación de estrategias que contribuyen a la sostenibilidad institucional y organizacional de los niveles nacionales y regionales y locales. Estos ejercicios también han permitido focalizar la investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación hacia un impacto tangible y verdadero del desempeño organizacional, cubrir las necesidades de los actores que forman el aparato productivo y explorar de manera integral los diferentes requerimientos de los productos en el mercado. Se ha tratado de consolidar un modelo de demanda que permita la aplicación de los acervos científicos y tecnológicos al sector productivo en materia organizacional y de posicionamiento de los productos en los diferentes mercados.

## RETOS Y PERSPECTIVAS DE LA AGROINDUSTRIA

Las cadenas productivas agroindustriales seleccionadas en el proyecto de transición de la agricultura tuvieron como marco referencial los siguientes criterios de priorización: intereses de la cadena para participar en el estudio, indicadores socioeconómicos, prioridad en la política pública, capacidad institucional, experiencia en ejercicios de prospectiva y capacidades nacionales de investigación.

Este emprendimiento estratégico implicó desarrollar ciclos de aprendizaje con retos relacionados con la metodología, los alcances de la agenda y la transferencia de conocimiento. Dentro de los retos metodológicos se evidenció la necesidad de fortalecer el proceso de recopilación de la información primaria, de contar con una información pública actualizada, del robustecimiento de las capacidades de búsqueda y análisis de información. En materia de alcance, se hizo evidente la necesidad de generar una memoria institucional del emprendimiento y la de proponer estrategias que permitieran la participación de todos los eslabones de la cadena, especialmente la industrial y el consumidor final en la definición de la agenda. En materia de transferencia de conocimiento se hizo evidente el fortalecimiento de los procesos de interacción con los actores de la cadena, en los diferentes niveles de toma de decisiones institucionales acompañados de la generación de consensos y apropiación del conocimiento para cada una de las cadenas seleccionadas. A continuación se relaciona la prospectiva de investigación y desarrollo tecnológico que ha sido propuesta para la cadena bovina: carne y leche en el departamento de Arauca.

Los productos priorizados en la cadena láctea han sido: el queso fresco, el arequipe y las bebidas lácteas (sorbetes de frutas tropicales), los cuales se analizan en el contexto de sus ventajas competitivas en mercados objetivos como Estados Unidos, Rusia, Japón y la Unión Europea. A nivel latinoamericano han sido identificados como competidores: Argentina, Uruguay y México. Los eslabones considerados en la cadena son los proveedores de insumos, los sistemas de producción primaria, la industria, los comercializadores mayoristas

minoristas, el consumidor final, para lo cual se cuenta con levantamientos de información primaria en las cuencas y micro cuencas lecheras a lo largo del país. Un escenario global de apuesta se planteó para el año 2017 bajo el lema de “Leche sana” con 17 demandas (8 de carácter tecnológico y 9 no tecnológico).

Los cortes finos de carne y la carne orgánica para exportación y carnes con procesamiento industrial para el mercado nacional pueden ser priorizadas como productos de la cadena con mercados objetivos de exportación en la Unión Europea y los Estados Unidos, con referenciales de mercado en Argentina, Brasil, México, Uruguay y Estados Unidos. El análisis de la cadena incluye ocho eslabones: consumidor final, minoristas y mayoristas, plantas de beneficio y desposte, industria, comercializadores de ganado en pie, ganaderos y proveedores de insumos. Se involucran todas las zonas productoras de carne bovina del país, incluyendo de manera sobresaliente al Departamento de Arauca. La visión para el año 2019 identifica 24 demandas, de las cuales 15 fueron tecnológicas.

### **Escenarios exploratorios para el sector de la agroindustria 2020**

Un escenario es una historia con una causa plausible y un efecto relacionado que conectan una condición futura con el presente, mientras se ilustran decisiones claves, eventos y consecuencias, a través de la narrativa (Glenn, 2006). Los buenos escenarios incluyen proyecciones y tendencias que discuten las causas y efectos relacionados con el escenario. En particular, los escenarios descriptivos o exploratorios describen y exploran eventos y tendencias en como ellos emergen y evolucionan a partir del presente, para una condición específica futura. Cada escenario alternativo se basa en diferentes grupos de premisas que reflejan tasas de cambio en varios dominios de la agricultura, como la degradación ambiental, los avances tecnológicos, la globalización, entre otras.

En la actualidad cualquier emprendimiento de planificación se elabora basado en fuerzas cuantitativas para un período de 10 a 15 años. En el largo plazo (10 años), el énfasis se realiza en estrategias diferenciales cualitativas o escenarios más que

en la definición de blancos cuantitativos para ser alcanzados. Aunque esta estrategia ha presentado problemáticas de financiación en el largo plazo y en la planeación de inversiones, si muestra unas implicaciones que lo hacen más factible, en el espacio- tiempo, en lo que se denomina el horizonte de planeación.

Diferentes antecedentes soportan la creación de escenarios exploratorios con visiones de largo plazo y procesos de cambio enmarcados en una participación integral de diferentes actores sociales. Entre estos factores se puede señalar la dinámica y magnitud del cambio producido por las nuevas tecnologías, la información y el conocimiento, las cuales tratan de romper intuitivamente los círculos viciosos del atraso y el subdesarrollo, situación que también ha proyectado una visión integral del crecimiento, la equidad, la sostenibilidad y la competitividad con modelos que se enmarcan en un enfoque de valor agregado, promovido por el desarrollo científico y tecnológico como vector transformador del sector primario y agroindustrial . En el contexto de estos modelos, las grandes transformaciones de la agroindustria del departamento de Arauca se orientan hacia la capacidad de competir basados en la tecnología, la innovación y la agregación de valor de las ventajas comparativas y competitivas construidas de manera inductiva, a partir de las capacidades para generar acervo científico y tecnológico y su expresión innovadora, con procesos y productos insertados en diferentes tipologías de mercado.

#### **Agroindustria- Ganadería bovina**

Los escenarios para el ganadería bovina reflejan el interés de los diferentes actores en temas como el consumo de energía per cápita de carne y leche, los cambios tecnológicos, la disponibilidad agua, etc. En este contexto, la meta de generar escenarios se traduce en un entendimiento estratégico para alcanzar el máximo de beneficios a la luz de las varias incertidumbres y retos que plantea un ambiente externo. Es así como se definen los siguientes objetivos para la creación de escenarios descriptivos o exploratorios para la ganadería bovina de Departamento de Arauca, plantearon como elementos referenciales:

- Descubrir que es conocido y que debe ser conocido de la ganadería bovina antes de tomar decisiones con respecto a la Ciencia, Tecnología e innovación del departamento de Arauca.
- Entender la significancia de las incertidumbres que rodean a la producción de leche y carne en el departamento de Arauca y como estas pueden ser superadas mediante el desarrollo del “Programa de desarrollo tecnológico para la innovación social y productiva en la producción de carne y leche para la región de los Llanos en Colombia – Departamento de Arauca.
- Ilustrar que es posible y que no es posible en materia de Ciencia, Tecnología e innovación para el departamento de Arauca en ganadería bovina.
- Identificar qué estrategias deben trabajarse en el rango de los posibles escenarios planteados para la ganadería bovina del departamento de Arauca.
- Hacer del futuro una realidad para los tomadores de decisión y de esta manera forzar nuevos pensamientos y decisiones relacionados con la Ciencia, Tecnología e Innovación en el departamento de Arauca, con respecto a la ganadería bovina.
- Aprender que tiene que ser evitado y que nuevas oportunidades no han sido descubiertas a través de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación, en la ganadería bovina del departamento de Arauca.

En esta sección se describen escenarios exploratorios que sirven de marco orientador para el emprendimiento metodológico de prospectiva del departamento de Arauca; en este sentido, es una línea base estratégica para visionar de manera proactiva el futuro del Departamento, en las cadenas de producción de carne y leche bovina.

Para el proceso de diseño y formulación del programa en CTel que se contempla, se requiere de una información correcta acerca de las tendencias físicas, tecnológicas y sociales de la ganadería bovina en Colombia. El Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR) a través del proyecto de transición de la



agricultura institucionaliza las cadenas de producción como un elemento integrador de estas tendencias y a través de un enfoque participativo del sector productivo, la academia y el estado ha establecido un escenario común para los diferentes cadenas de producción (MADR,2010), que ha servido de base para la definición de la prospectiva estratégica, para la producción de carne y leche en el departamento de Arauca.

### **Aspectos sociales, de regulación y de política pública**

La globalización ha roto las barreras entre países, culturas y comunidades científicas donde los avances tecnológicos y la política pública convergen hacia un proceso de integración económica, política, social y cultural, pero con algunas limitaciones en los movimientos laborales. La globalización ha incrementado los lazos e interdependencia de las economías nacionales, creando cuerpos de decisión con un carácter supranacional que contribuyen a la armonización de las políticas económicas, las leyes domésticas y las instituciones (Warner, 1995). Sin embargo, la globalización no ha cambiado de manera fundamental las metas de la política pública y los objetivos de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación para la agricultura. Para la mayoría de los países estas metas globales se relacionan con el desarrollo económico y social que incluyen elementos relacionados con el crecimiento económico, la seguridad alimentaria, la reducción de la pobreza y la preservación del ambiente.

En este contexto se plantea que para el año 2020, el Departamento de Arauca mejorara la calidad de vida de sus habitantes, especialmente de los productores rurales como consecuencia de la modernidad y competitividad de la agricultura, reflejada en una mayor participación en PIB y fundamentada en una mayor eficiencia y calidad de la producción primaria y agroindustrial. El Departamento desarrolla ventajas competitivas, debido a una reducción de la oferta mundial de leche y carne bovina, con un precio favorable en los mercados nacionales e internacionales, estimulando a nivel regional la inversión nacional y extranjera. En consecuencia, se incrementan los ingresos per cápita de los habitantes del

departamento de Arauca, su poder adquisitivo y el consumo de carne y leche. Las políticas de estado se enmarcan en una reducción de los aranceles para materias primas e insumos para la fabricación de suplementos estratégicos y se estimula la conservación de recursos forrajeros en los sistemas productivos. Se establece una racionalidad de los soportes de crédito y los ciclos de los cultivos forrajeros, con tasas equiparables a las internacionales. Se consolidan los procesos de acceso a recursos genéticos animales y vegetales y el desarrollo del programa muestra desarrollos biotecnológicos con proyecciones fundamentales hacia la innovación y se avanza en la consolidación de un sistema de propiedad intelectual, con expresiones pioneras en el departamento de Arauca

### **Sistemas productivos de carne y leche**

La evolución del sistema de ciencia, tecnología e innovación (SCTI) se comienza con la generación de tecnologías relacionadas con la cultura de las comunidades indígenas que han permitido mantener recursos naturales y biodiversidad, representativos de diferentes nichos ecológicos localizados en una gran variedad de altitudes. En Colombia, hacia los años sesentas se institucionaliza el SNCTI con la organización de la investigación agrícola en el ICA y las universidades públicas, con la organización de departamentos que expresaban diferentes ramas del conocimiento. La esfera de acción fueron los centros nacionales y estaciones experimentales. Posteriormente, se incorporó la investigación sistémica en fincas forzando a las masas críticas de investigadores a interactuar con los diferentes grados de complejidad que plantea el sector rural colombiano. En Latinoamérica, se institucionalizó la investigación interdisciplinaria y esta interrelación entre el sector productivo y los SNCTI permitió elaborar diferentes modelos de transferencia de tecnología para la ganadería bovina (Piñeiro, et al., 2003). Los sistemas participativos incorporaron una gran variedad de actores al proceso de innovación que han conducido recientemente a vincular avances importantes de mejoramiento vegetal y de caracterización y manejo del recurso natural (Araya y Hernández, 2006). Este escenario reconoce el papel estructural de las

comunidades de productores, sus tradiciones, sus sistemas de producción, los contextos de condiciones agroecológicas para la producción de carne y leche y su potencial contribución al desarrollo de la ciencia, la tecnología y la innovación.

En este contexto, para el año 2020 se consolida el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación con desarrollos estratégicos del departamento de Arauca en la producción de material genético vegetal y animal adaptado a diferentes condiciones agroecológicas, con variedades vegetales de recursos forrajeros tolerantes y resistentes a patógenos y a los cambios climáticos. Estos procesos de adaptabilidad de los recursos genéticos se fundamentan en el uso de la biodiversidad local y regional. Se fomenta el uso de semillas certificadas de pastos y cultivos forrajeros. La producción de carne y leche tiene como base estructural, las especies nativas y recursos de bovinos adaptados a las diferentes ecoregiones del Departamento con un programa de manejo y certificación de producto, procesos y denominación de origen. Se identifican recursos alimenticios alternativos funcionales y de bajo costo para la inclusión en sistemas de alimentación animal, impactando de manera estructural los costos unitarios de producción de proteína animal. Se fortalecen los procesos de bioseguridad y vigilancia epidemiológica para material vegetal y animal con una cobertura a nivel nacional y regional de soporte de laboratorios, mejorando en términos globales el estatus sanitario de plantas y animales. La trazabilidad de los procesos para alcanzar niveles de inocuidad y calidad de la carne y la leche, consolida los procesos de buenas prácticas de producción y de sistemas de calidad total, con una mayor racionalidad e integralidad en el uso de insumos tradicionales y no convencionales a lo largo de las cadenas. Se optimiza el uso del recurso hídrico y se mejora la aplicación de insumos, haciendo los cultivos forrajeros más eficientes y productivos. Las dinámicas energéticas de uso de la biomasa se hacen más efectivos a lo largo de las cadenas productivas, incluyendo los centros de acopio y de comercialización. La capacidad instalada para almacenamiento de forrajes conservados se consolida dando un margen de seguridad importante a las épocas de escasez de alimentos, por efecto del cambio climático.

A nivel del Departamento y la región de los Llanos, los núcleos de producción desarrollan procesos agroindustriales con especialización y altos estándares de calidad para la carne y la leche que satisfacen los requerimientos del mercado nacional e internacional. La producción a una escala con valor agregado se ubica cercana a centros de transformación y de consumo para el mercado interno y externo. Las empresas multinacionales seleccionan a Colombia como un país beta para el desarrollo de sus productos de innovación a lo largo de las cadenas, situación que presiona de manera paralela a la agroindustria nacional para desarrollar productos únicos basados en la biodiversidad animal y vegetal. En términos generales, la producción y la comercialización muestran una balanza comercial favorable y progresiva. La conciencia de los consumidores por una alimentación sana y balanceada converge en el desarrollo de productos con un valor agregado funcional y nutracéutico. La logística de transporte y comercialización en la región de los Llanos permite fortalecer la infraestructura vial terrestre y habilita otros modos de transporte como el fluvial y el férreo.

### **Organización y desarrollo sectorial - Comercio y mercadeo de productos**

La carencia de información, servicios e infraestructura de soporte para los mercados regionales y locales ha debilitado la pequeña y mediana producción de carne y leche. Una apertura demasiado rápida o amplia a la competencia con los mercados internacionales afectará la dinámica de la ruralidad y promoverá brechas más amplias para las economías del subdesarrollo y el atraso. La volatilidad de los precios de los diferentes productos y la estacionalidad de la oferta ha reducido la seguridad alimentaria en algunas regiones de Colombia.

La ganadería de subsistencia orienta su producción hacia el mercado, usando mano de obra familiar con algún grado de especialización productiva, con unas capacidades que le permiten desarrollar un potencial de acumulación, asumiendo una posición de transición hacia las formas comerciales alternativas de producción. En este contexto, existe un gran enlace entre la cultura urbana y las formas tradicionales de producción, con una pérdida gradual de esta última en las

formas de vida de los pobladores (Acosta y Rodríguez- Fazzone, 2005). En contraste, la ganadería semi-comercial y comercial considera solamente al propietario de la empresa ganadera como el emprendedor y su función primaria es organizar el proceso productivo, para conectar la empresa a los mercados, como entradas a cadenas de transformación, financiación, de bienes, servicios y trabajo. El tamaño de la propiedad es un factor importante para escalar el proceso de producción, tipología que se ajusta más a una ganadería moderna y comercial menos tradicional y enfocada hacia el mercado, con valores agregados en el inmediato futuro (Gómez, 2000).

Para el año 2020, el país contará con una producción de carne y leche que cubre las necesidades de la población, generando excedentes para exportación. La evolución de las exportaciones proyecta al país como un fuerte competidor en el mercado mundial de proteína animal con una alta segmentación y valores agregados, en el marco de las exigencias de los mercados. Se consolidarán alianzas estratégicas comerciales y externas con distribuidores especializados para este tipo de mercados en el exterior. Se proyecta la conformación de grandes integraciones y de asociatividad en medianos y pequeños productores para cubrir nichos de mercado y conquistar mercados segmentados y grupos específicos de consumidores de carne y leche bovina. Se corregirán las distorsiones del mercado y las políticas de pago por calidad, promocionaran la consolidación de clústeres y núcleos agroindustriales con una alta capacidad de innovación y comercialización de estos productos. La compra de la producción en el mercado interno se caracterizará por contratos a futuros, precios sustentados y seguros efectivos para la producción de carne y leche, involucrando una gran gama de productos considerados en el ciclo de vida. Se promocionará el consumo interno a nivel industrial y a distribuidores minoristas por parte de FEDEGAN. Se posesionarán los productos de marca de origen colombiano en los mercados internacionales de carne y leche con estrategias de mercadeo que incluyen, la publicidad y la promoción. Se utilizarán las TIC's como estrategia de marketing para incrementar las ventas.

El estado colombiano propiciará el desarrollo sectorial con políticas activas de fomento, condiciones institucionales y reglas de juego claras para la articulación de las cadenas productivas de carne y leche. Los recursos serán distribuidos de manera equitativa entre los diferentes eslabones de la cadena, convirtiéndose esta estrategia en el eje articulador del desarrollo sectorial. La organización y manejo administrativo de los recursos fomentará la reinversión en investigación, capacitación y en el fortalecimiento de las capacidades de negociación y de redistribución de los ingresos. Se promocionará la integración sectorial y los sistemas de información con reconocimientos a nivel nacional y una participación activa de los actores en la planeación y formulación de políticas para el sector. Los programas asociativos para pequeños y medianos productores permitirán su inserción en los mercados, mediante sistemas de integración vertical.

### **Sostenibilidad ambiental**

La ganadería bovina se desarrolla dentro de modelos de sistemas complejos con características multifuncionales que generan no sólo carne y leche, sino también otra índole de productos básicos como: los servicios ambientales, las mejoras en el paisaje y los legados culturales. Las empresas ganaderas pueden mejorar los recursos naturales a través de prácticas sostenibles del suelo, el fomento del uso de la biodiversidad y del silvopastoreo, con grandes compensaciones relacionadas con: la degradación de la tierra, el agua y los ecosistemas naturales. La multifuncionalidad está relacionada con funciones de carácter social (sostenibilidad de la diversidad de producción, educación y capacitación a diferentes actores del estado, la academia y el sector productivo, inversiones en tecnologías de la información y la comunicación para ampliar la extensión y alcance del aprendizaje), con funciones ambientales relacionadas con el suministro de agua potable y de prácticas para el uso eficiente de recursos, de las reducciones de las emisiones de gases de efecto invernadero y de minimizar las consecuencias adversas del cambio climático, mediante la incorporación de variedades de cultivos forrajeros y razas de ganado integradas a un

especialización de la producción, con capacidad de adaptación al cambio climático y poco propensos a los riesgos.

En ese contexto, el ambiente y su sostenibilidad crecerá de manera exponencial para el año 2020, priorizando el análisis de los impactos de la acción antropogénica sobre los ecosistemas y la valoración de servicios ambientales que promueven el uso adecuado de la tierra destinada a la producción de carne y leche. Se manejará de manera sostenible el recurso hídrico, lo cual asegurará el mantenimiento de una oferta de proteína animal, independiente de la disponibilidad de lluvias especialmente en ecoregiones con temporadas de lluvias o de sequía irregulares, como es el caso del departamento de Arauca. La estacionalidad de la producción de carne y leche se verá reducida en sus impactos y consecuencias. Se organizará la producción ganadera bovina hacia un uso eficiente del suelo teniendo en cuenta su vocación, condiciones agroecológicas y fortalezas ambientales. El mercado se caracterizará por la comercialización de carne y leche con un componente significativo social y ambiental, incentivando de esta forma la promoción e implementación de los principios del biocomercio a nivel del estado, las instituciones y las empresas ganaderas. El uso eficiente de los recursos ambientales disminuirá el impacto de la ganadería sobre el agua, el suelo y la biodiversidad. La adaptación al cambio climático será evidente en relación con las variaciones de temperatura, clima y disponibilidad de agua. Se incorporarán nutrientes mediante estrategias como el carbón vegetal, el uso de los microorganismos del suelo, las coberturas vegetales, etc. Se fomentará la actividad de reforestación con especies vegetales comerciales y promisorias para las zonas de reserva forestal. Se ponderará el uso de la biomasa residual para disminuir la dependencia de los fertilizantes y se promoverá una integración entre la producción de biocombustibles y la producción de carne y leche.

### **Escenario transversal: Investigación y desarrollo tecnológico**

La institucionalidad requiere del desarrollo de reglas, normas y procedimientos que sirvan de marcos orientadores para los procesos de construcción colectiva. La institucionalidad formal está constituida por la constitución, la normatividad judicial, el mercado organizado y los derechos de propiedad, mientras que la institucionalidad informal comprende normas sociales y de comportamiento de los núcleos familiares, la comunidad y la sociedad en general. El desarrollo científico y tecnológico es el motor de estos procesos de transformación social y económica.

La articulación de las cadenas agroalimentarias con servicios de soporte que constituyen el denominado agronegocio (Castro, et al., 2001) debería ser el modelo predominante del desarrollo científico y tecnológico para el departamento de Arauca, modelo que permite articular las cadenas productivas dentro del programa a desarrollar, en términos de cultivos de oleaginosas, carne, leche y vegetales. Los componentes del agronegocio especialmente la oferta de insumos, semillas, el mercado y la comercialización de los productos se visualizarán a partir de poderosos factores económicos que influenciarán las políticas de decisión y la reestructuración del sector ganadero productor de carne y leche, con procesos relacionados con el desarrollo tecnológico y la innovación (McMichael, 1994).

En este sentido para el año 2020, se espera que los recursos destinados para la generación de conocimiento abarquen una inversión del 1% del PIB. El acervo científico y tecnológico construido para la ganadería bovina colombiana permitirá incrementar la eficiencia y productividad de los productores, en particular los situados en la región de los llanos (zona tropical vinculada al piedemonte llanero y sabanas inundables. Se crearán nuevas industrias asociadas al agronegocio que aprovecharán los subproductos y productos de valor agregado, mejorando el retorno económico de la inversión en carne y leche. Se crearán nuevos paradigmas tecnológicos que impactarán positivamente el cambio climático, la seguridad alimentaria y la seguridad energética del departamento. Se fortalecerán los intercambios técnicos y tecnológicos con países industrializados. Los procesos



de investigación, desarrollo e innovación se caracterizarán por la conformación de redes de cooperación entre universidades, centros de investigación y el sector productivo. Se consolidarán los centros de investigación regionales y su integración a redes internacionales de conocimiento. La ganadería bovina contará con entidades de investigación de alto nivel de gestión y especialización con una alta participación del sector productivo. La especialización tecnológica y un mayor nivel de empresarización caracterizarán al Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología. Se contará con sistemas tecnológicos definidos y ajustados a los criterios objetivos de la producción y el mercado del Departamento de Arauca. Se consolidarán tecnologías y prácticas para el aprovechamiento integral de productos y subproductos. Se contará con masas críticas de alto nivel soportadas en programas de formación y certificación de competencias laborales. Se consolidarán los grupos de excelencia produciendo unos altos impactos en la transferencia de la tecnología generada. La asistencia técnica y profesional contará con un apoyo estatal permanente a través de estímulos técnicos y financieros. Se contará con un sistema de información consolidado de los resultados de investigación y de los avances que conduzcan a la optimización de los sistemas tecnológicos. Los flujos de información permitirán alimentar y retroalimentar la toma de decisiones por diferentes actores de las cadenas productivas asociadas al agronegocio. A nivel regional se desarrollarán procesos de integración para la gestión entre el sector productivo y la academia con Unidades de Gestión Tecnológica para la Ganadería Bovina y su integración a una visión integral del agronegocio.

#### **Áreas de cambio agroindustria - ganadería bovina**

La integración que se alcanza con un proceso inductivo permite argumentar que las cadenas de producción funcionan con interacciones entre factores causales múltiples que requieren ser explicitados en disciplinas asociadas a las Ciencias Humanas, las Ciencias Biológicas, la Física y la Matemática. La visión integradora permite explicar las interacciones complejas de variables biológicas y sus efectos

sobre entidades económicas. Estas últimas se podrían calificar como factores de desempeño, tales como la eficiencia productiva, la calidad de productos y procesos relacionados con la producción de carne y leche bovina, la competitividad del proceso de gestión, las diferentes compensaciones en materia de equidad, como una expresión totalizadora de la apropiación de las ventajas comparativas y competitivas a lo largo de la cadena productiva y en el contexto del recurso natural representado por las ecoregiones que constituyen la unidad geopolítica denominada, departamento de Arauca.

Castro (2000) plantea que los principios de la Teoría del Holon y su expresión a través de cadenas productivas pueden caracterizar el desempeño de un sistema de producción en un modelo de caja negra(entrada-salida), con los diferentes indicadores de desempeño descritos (eficiencia, eficacia y efectividad), inmersos en un entorno relacionado con el recurso natural que promueve la expresión del sistema y por restricciones de orden biológico, social y económico que limitan esta expresión en un enfoque de calidad total. La representación del objeto referencial de estudio (animal-empresa-ecoregión) está influenciada por estas fuerzas propulsoras y restrictivas que guardan una correlación positiva o negativa con el objeto y que desde el punto de vista de la ciencia, la tecnología y la innovación son moldeadas por diferentes disciplinas que tienen como base, el desarrollo de áreas temáticas, que en este caso hemos denominado áreas de cambio para la producción de carne y leche.

- **Áreas de cambio Tecnológicas**

- **Recurso genético –Germoplasma animal y vegetal**

El mejoramiento genético de diferentes especies animales y vegetales con el fin de ponderar su desempeño competitivo, aumentando la productividad y resistencia a plagas y enfermedades y la necesidad de conservar y caracterizar material genético en bancos de germoplasma es una de las mayores demandas de la ganadería bovina. El mejoramiento de los recursos forrajeros por hibridación de clones y materiales resistentes de alta productividad y calidad, el desarrollo de

variedades transgénicas resistentes a plagas y enfermedades y el desarrollo de variedades orgánicas de gramíneas y leguminosas que permitan suplir la demanda de los animales son algunas de las estrategias propuestas para mejorar la disponibilidad de variedades pastos y cultivos forrajeros inmersos en la producción de carne y leche. El mejoramiento animal le apunta al diseño, implementación de núcleos reproductivos con biotipos adaptados a condiciones locales de producción, el uso de marcadores moleculares para determinar la variabilidad genética de razas criollas y razas en procesos avanzados de adaptación y al diseño de herramientas y metodologías para evaluación de material genético de recría que ingresa al país. Se deben fortalecer los bancos de germoplasma animal y vegetal para su caracterización y ponderación de sus atributos y valores y en el mediano plazo su incorporación posterior a procesos de desarrollo tecnológico para mejorar el componente genético y su influencia sobre la productividad y competitividad en los diferentes mercados de carne y leche.

- **Manejo sanitario y fitosanitario**

Para competir en los diferentes mercados internacionales se requiere que la agroindustria elabore perfiles referenciales sanitarios y fitosanitarios en las diferentes cadenas de producciones relacionadas y conexas. La implementación de medidas de control y manejo que contribuyan a la disminución de la incidencia y severidad de plagas y enfermedades de plantas y animales es un denominador común de las demandas. En este contexto, el desarrollo de metodologías, prácticas, sistemas y herramientas para el diagnóstico, detección y manejo integrado de plagas y enfermedades, la caracterización de organismos patógenos, el establecimiento de estrategias de manejo para diferentes etapas de los ciclos productivos vegetales y animales, la construcción de mapas epidemiológicos, la delimitación de zonas de prevalencia, el estudio de mecanismos de transmisión de las enfermedades, la implementación de estrategias de manejo integrado ecológico y las campañas sanitarias y fitosanitarias son parte fundamental del conjunto de herramientas que contribuyen al análisis de esta demanda ,desde el

punto de vista tecnológico. De otra parte, cada uno de los cultivos y sistemas de producción animal muestran una serie de particularidades sobre planes y enfermedades que las afectan.

- **Nutrición y alimentación animal**

Dentro del diseño y formulación de sistemas de alimentación animal, se señalan a la suplementación estratégica como una demanda significativa que propone el diseño de sistemas de alimentación con base en forrajes para hembras destinadas a la reproducción, el uso y la optimización de forrajes conservados, la evaluación de alternativas alimenticias y de su implementación con subproductos y coproductos agroindustriales disponibles a nivel regional y local y el diseño y formulación de suplementos nutricionales que permitan optimizar el uso de recursos vegetales y animales. Además, se propone la implementación de innovaciones tecnológicas en materia de aditivos nutricionales (prebióticos, probióticos, aceites esenciales, enzimas, etc.) que mejoren la producción de carne y leche, el diseño, formulación de modelos y sistemas de alimentación basados en el pastoreo que mejoren la expresión productiva de los animales y reduzcan las emisiones de gases de efecto invernadero por unidad de producto producido.

- **Insumos**

En la producción de pastos y cultivos forrajeros se señala la necesidad de incrementar el rendimiento y eficiencia de uso de los insumos convencionales, el desarrollo y utilización de bioinsumos, la sustitución de insumos tóxicos procedentes del petróleo o distribución controlada y la disponibilidad de semillas de gramíneas y leguminosas de alta calidad. Para mejorar el rendimiento y la eficiencia del uso de los insumos se propone progresar en programas de agricultura de precisión, la evaluación del fértil-riego, la transferencia y/o implementación de equipos y herramientas que permite una aplicación eficiente de productos químicos y biológicos y la optimización del uso de fertilizantes para la producción de carne y leche. El uso de bioinsumos hace más sostenible el

establecimiento y producción de biomasa forrajera; igualmente, la evaluación de biocontroladores permitirá un manejo más integral de los problemas fitosanitarios

- **Manejo de recursos naturales (suelos, agua)**

La demanda en esta temática se circunscribe al uso del riego, la utilización eficiente del agua y la reducción del impacto ambiental por su uso en la producción de carne y leche. En materia de riego se deben identificar su factibilidad técnica económica y ambiental, los métodos y tipos de riego más adecuados para diferentes sistemas de producción de carne y leche, la identificación y adaptación de tecnologías para el riego y drenajes de áreas de pastoreo y producción de forrajes, el uso eficiente de los sistemas de riego y la implementación de sistemas de precisión de uso del agua. A nivel estratégico se plantea el uso eficiente de las fuentes hídricas con un manejo integrado y sostenible en las diferentes cuencas y microcuencas. La demanda en la reducción del impacto ambiental sobre el agua, el manejo de aguas residuales implica el desarrollo de alternativas de tratamiento para la contaminación puntual y difusa de los cuerpos de agua, el monitoreo de las fuentes hídricas y la implementación de plantas de tratamiento en procesos de industrialización de la carne y la leche.

El deterioro del ambiente por las actividades humanas cobra relevancia y es determinante para la sostenibilidad de la agricultura proyectada al 2020. En este contexto, las demandas se circunscriben a la producción orgánica, la medición del impacto ambiental generado por la ganadería, los mecanismos para reducir estos impactos y las medidas de adaptación al cambio climático. Para la medición del impacto ambiental se propone la metodología de análisis de ciclo de vida del recurso animal. La mitigación del impacto ambiental mediante sistemas de alimentación animal y manejo de la producción de praderas y cultivos forrajeros, la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y la acumulación de carbón en el suelo son algunas de las temáticas puestas en términos de demanda. Igualmente se propone el establecimiento de un sistema de alerta climática temprana para la Región de los Llanos.

- **Empaques y cadena de frío**

El empaque y la cadena de frío son reconocidos como dos de los factores determinantes para que los productos agropecuarios colombianos logren alcanzar los mercados internacionales, es por ello que se han formulado bases de proyectos encaminadas a la protección que se le puede dar a la carne y la leche para que conserve sus características durante su manipulación hasta llegar al consumidor final. Referente a los empaques, las cadenas de producción de carne y leche deben promover la investigación y desarrollo de nuevos empaques que permitan diversificar los productos lácteos y cárnicos a domicilio según las necesidades del cliente y del destino del producto final.

Con relación a la cadena de frío se sugiere la evaluación de alternativas tecnológicas para los sistemas estacionarios y móviles de refrigeración y conservación de carne bovina en términos de eficiencia, impacto ambiental, costos y calidad; el diseño de sistema de refrigeración en el acopio, transporte y almacenamiento de la leche cruda y de productos lácteos, la implementación de infraestructura, equipos y redes de frío durante el almacenamiento, transporte y comercialización de la carne.

- **Estandarización de las actividades pecuarias**

El análisis conjunto de las bases de proyectos revela que en Colombia existe poca estandarización de los procesos productivos para la producción de carne y leche, lo que ha generado una serie de prácticas derivadas de la experiencia y de la cultura de cada región, que impactan de manera significativa la productividad. Es por ello que se identifican iniciativas encaminadas a: i) construir protocolos, entendidos como una guía probada científicamente para la ejecución de procesos críticos en la producción de carne y leche, ii) implementar códigos de buenas prácticas y iii) determinar requerimientos básicos para la producción de carne y leche en condiciones de pastoreo.

- **Nuevos productos**

Generar valor agregado e innovaciones a partir de la carne y la leche, es otra de las temáticas sobre la cual se deben orientar a nivel básico los proyectos de investigación y desarrollo tecnológico. Cuatro aspectos son considerados para las cadenas lácteas y cárnicas: el primero es el desarrollo de nuevos productos, el segundo es el trabajo en nuevas presentaciones, el tercero la utilización de desechos o residuos para la obtención de coproductos y subproductos y el último es el reconocimiento de características nutracéuticas y funcionales de la carne y la leche. En relación con el desarrollo de nuevos productos, se indican la obtención de productos con valor agregado. La cadena de carne bovina plantea trabajar en productos de conveniencia, es decir, alimentos para llevar y consumir fuera de casa o de rápida preparación y en productos preformados, reestructurados e inyectados. El tema de identificar a la leche y la carne como beneficiosos sobre la salud humana por sus características nutricionales o por contribuir a disminuir el riesgo de contraer enfermedades es parte estructural de la propuesta. A nivel de frigoríficos, la carne bovina propone la generación de valor agregado y economías de escala para los coproductos (vísceras blancas y rojas) y subproductos de la faena (cueros, contenido ruminal, cálculos biliares, bilis, borlas, cachos, viriles, sangre, huesos, etc.).

- **Áreas No Tecnológicas**

- **Sistemas de información**

El proceso de construcción de las agendas de investigación, especialmente las etapas correspondientes al agronegocio nacional y la caracterización de cada una de las cadenas productivas de país, evidenció, para el caso de la carne y la leche bovina, la necesidad de una información estadística más dinámica y elaborada en volúmenes de producción, exportación, importación, consumo y precios, así como áreas de pastos, áreas de cultivos forrajeros, número de animales, etc. En algunos casos, la información sobre una misma variable está disponible desde diferentes fuentes de información o entidades, pero los datos pueden no resultar

coincidentes. Es por ello que se evidencia la necesidad de contar con un sistema de información unificado y centralizado a nivel país, que reúna y mantenga actualizada las estadísticas generales de la ganadería bovina, contemplando no solo la cifra total como país, sino la cifra particular por región y departamento. Esto permitirá que no exista duplicidad en la información y que se tenga una cifra confiable de referencia que facilite la toma de decisiones acertadas con respecto a las cadenas de producción de carne y leche.

Por otra parte, se considera pertinente disponer de sistemas de información en los cuales se registren las investigaciones desarrolladas por la cadena de carne y leche a nivel nacional, así como sus resultados, con el objetivo de que los actores directamente involucrados con la generación de valor, pasando por los proveedores, productores y comercializadores, conozcan los desarrollos investigativos y académicos que se han realizado de manera particular en la producción de carne y leche facilitando la apropiación y transferencia de los resultados. De igual manera, esto permitirá que desde la academia y las instituciones de investigación no se realicen esfuerzos aislados de investigación y transferencia de tecnología. Las cadenas de producción de carne y leche deben contar con un medio masivo de divulgación plantean la construcción de una página web específica, donde se ponga a disposición información relacionada con directorios de productores, proveedores, comercializadores de tecnologías para la cadena, acuerdos comerciales, incentivos y temas de actualidad e interés.

Igualmente, se estima como fundamental por parte de las cadenas de producción de carne y leche contar con canales de comunicación permanente entre todos los actores, a través de los cuales se logre divulgar, por ejemplo, la información relacionada con normas técnicas y los avances en la implementación de las agendas de investigación y transferencia de tecnología. Se sugiere promover espacios de socialización para identificar, a través de consensos, las prioridades de las cadenas de carne y leche, facilitando así el direccionamiento estratégico de la producción.



- **Competencias laborales**

Tres son las líneas de trabajo en formación de recurso humano. La primera está enfocada a transferir, divulgar y certificar las competencias laborales propuestas por el SENA. La segunda se centra en la formación de los productores en pensamiento y visión empresarial abarcando temas relacionados con técnicas de mercadeo y ventas, manejo de sistemas de información, aprovechamiento de las tecnologías de información y comunicación TIC's, negociación, y contabilidad en cultivos agrícolas, con énfasis en el cálculo de los costos de producción. La última línea propone capacitaciones específicas de acuerdo a los requerimientos técnicos de producción de carne y leche

- **Mercadeo y comercio de productos**

Con relación a Mercadeo y Comercialización se identifican tres aspectos relevantes. El primero incluye las acciones enfocadas a la realización de investigaciones y estudios de mercados tanto nacionales como internacionales, con la finalidad de reconocer nichos tanto actuales como potenciales, requerimientos técnicos y exigencias de dichos mercados, gustos, características y preferencias de consumo, así como para orientar los precios de comercialización, los volúmenes de producción, las presentaciones de los productos y los canales de comercialización y distribución para la carne y la leche. Con el objetivo de plantear soluciones se presenta como estrategia la creación y operación de centros de vigilancia comercial para la producción de carne y leche. El segundo aspecto abarca la elaboración de campañas publicitarias utilizando los diferentes medios masivos de comunicación, para crear una cultura de consumo de la carne y la leche y para posicionarlos dentro de la canasta familiar, inicialmente a nivel nacional. El tercer aspecto destaca dentro de los lineamientos de mercadeo y comercialización el desarrollo de productos de valor agregado de carne y leche que permitan la diferenciación del producto en los mercados.

- **Estructura organizacional de la cadena-asociatividad**

Dentro de los lineamientos organizacionales e institucionales, el fortalecimiento e incorporación de modelos asociativos se presenta como un aspecto de relevancia al interior de las cadenas de producción de carne y leche, ya que se reconoce que por ejemplo para los productores, estos otorgan mayor poder de negociación y permiten el acceso a beneficios, tales como descuentos en compra de insumos o alimentos balanceados, abre espacios para compartir y homologar las buenas prácticas productivas, facilita la regulación de los precios y el establecimiento de una calidad mínima de los productos, y adicionalmente se ve como una oportunidad para lograr reunir los volúmenes solicitados por el mercado internacional, los cuales no pueden ser suministrados por un solo productor. No obstante, la asociatividad no solo se estima como fundamental entre los productores, sino que hace énfasis en la necesidad de evaluar la articulación de los diferentes eslabones de la cadena con el objetivo de identificar aquellos fenómenos que afectan de manera negativa los procesos de integración y, a partir de ello, plantear acciones que los atenúen. Dentro de tales fenómenos, en el desarrollo de las agendas se reconoce como uno de ellos a la intermediación, considerándose necesario suprimirla paulatinamente, por ejemplo, a través de la celebración directa de contratos entre productores e industriales. Por otra parte, se reconoce la necesidad de lograr una integración entre la cadena productiva y las organizaciones de apoyo que se identificaron en el entorno organizacional, tales como fuentes de financiación, academia y entidades como el ICA y el SENA, buscando mejorar el desempeño de la cadena.

- **Financiación**

Con relación a la financiación las cadenas productivas de manera general, identifican los créditos e incentivos como mecanismos para el acceso a recursos. Uno de los aspectos de carácter no tecnológico relacionado con los créditos e identificado en el análisis transversal hace referencia a la gestión misma de los recursos, es así como se percibe como prioritario el acompañamiento a los

productores en la solicitud de créditos, por ejemplo por parte de las agremiaciones y entidades financieras, la necesidad de flexibilizar los trámites de solicitud y la disminución en los tiempos de estudio, aprobación y desembolso de los mismos. En lo referente a los incentivos, se propone: i) mantener los incentivos existentes que contribuyen al desarrollo y competitividad de las cadenas de producción de carne y leche, mejorando los mecanismos de seguimiento al uso de dichos recursos y ii) la creación de varios incentivos de acuerdo a las particularidades de la producción de carne y leche.

- **Infraestructura y logística**

En el tema de infraestructura sobresale la necesidad de mejorar la malla vial, no solo de las vías principales, sino también de las vías secundarias, terciarias y caminos veredales para facilitar la movilización de la producción, el acceso a los diferentes cultivos, y la reducción de costos de transporte. La existencia e implementación de sistemas de transporte especializado para la comercialización, se considera como crítica en la logística de algunos productos como la carne y la leche, haciéndose especial énfasis en la necesidad de trabajar en la identificación de alternativas que permitan la conservación de la cadena de frío. Se identifican las necesidades de infraestructura específica que requiere la realización de inversiones, es así como para la cadena láctea se sugiere la modernización de la infraestructura de los sitios de ordeño.

- **Calidad**

Tres son los aspectos transversales que prevalecen en el tema de calidad. El primero notifica la implementación de sistemas de aseguramiento y control de calidad tanto en los eslabones primarios, como en los eslabones de industria y comercialización propuestos para las cadenas de Lácteos y cárnicos. Para alcanzar y dinamizar dicho objetivo se propone la implementación de procesos a través de formatos y registros unificados, la estandarización de productos y su trazabilidad hasta llegar al cliente final. El segundo aspecto se encuentra

directamente relacionado con el primero y hace referencia al proceso de certificación bajo normas de calidad como lo son la ISO 9000, la QS 9000 y HACCP. Las cadenas de producción de carne y leche identifican al ICONTEC, ICA, INVIMA y a empresas especializadas en el tema de calidad, como aquellos actores estratégicos que es necesario involucrar para la exitosa implementación de las iniciativas contempladas, dentro de estos dos primeros aspectos relacionados con la calidad. Adicionalmente, la realización de jornadas en las que se incentive a los actores de las cadenas de producción de carne y leche a realizar los procesos de certificación y el fortalecimiento de las convocatorias nacionales en temas de certificación y optimización de la calidad, también son iniciativas planteadas. Finalmente, el tercer aspecto corresponde a la estructuración de manuales de buenas prácticas, su posterior implementación y la verificación de las mismas a nivel de la región.

- **Gestión ambiental empresarial**

La definición de las agendas de investigación permitió identificar que las cadenas productivas ven como necesaria la gestión empresarial, requiriéndose que el sector agropecuario sea concebido por los directos participantes, es decir los productores, como un negocio. Dentro de las estrategias planteadas en este aspecto sobresale la determinación de los costos de producción de carne y leche por zonas, con el objetivo de lograr identificar los rubros que generan mayores costos, y a partir de ello establecer iniciativas para su reducción. Se considera que contar con la estructura de costos actualizada permitirá conocer indicadores propios de las cadenas de producción de carne y leche, la rentabilidad de las pasturas y los cultivos forrajeros, un los cultivos lo cual favorece la toma de decisiones y la gestión misma de los productores.

El tema ambiental ha tomado gran importancia en los últimos años y esto es reconocido por las cadenas de producción de carne y leche, planteándose por ejemplo la iniciativa de implementar programas que fomenten la actividad en ganadería bovina, como una actividad sostenible y amigable con el ambiente. La

incursión en el proceso de certificación ecológica y/o orgánica contribuye igualmente a la obtención de productos con sello verde. Para esta última proposición se evidencia la necesidad de contar con políticas, programas e incentivos económicos que permitan el fortalecimiento de las cadenas de producción de carne y leche.

## REFERENCIAS

---

- Agriculture, Earthscan London and International Water Management Institute, America, Washington, D.C., Vol. 16, No. 4, pp. 1311-1318.
- Arthington, A.H., et al. 2006. The Challenge of Providing Environmental Flow Rules Assessment of Water Management in Agriculture, Earthscan, London and International Water Management Institute, Colombo.
- Availability and Economic Development in Rural Semi-Arid Areas”, In: Kittisou, M., M. Ndulo, M. Nagel, and M. Grieco (eds), The Hydropolitics of Africa: A
- Balfour, EB. 1976. The living soil and the Haughley Experiment. New York, Universe Books
- Barth, K., and Theis, H. - J. (1998). Hotel-Marketing. Strategien, Marketing-Mix, Planung, Kontrolle (2nd Edition). Wiesbaden: Gabler
- Bastin, R. 1984. Tourism: Transnational Corporations and Cultural Identities. UNESCO, Paris, France.
- Berndes, G., M. Hoogwijk and R. van den Broek (2003), “The Contribution of Biomass
- Bioenergy, Vol. 25 pp. 1–28
- Biofuels: Impacts and Implications”, Review of Agricultural Economics, Vol. 30/3 pp. 495-505.
- Bioscience, Vol. 48, No. 8, pp. 629-637.
- Bryden, J.M. 1973. Tourism and Development: A Case Study of the Commonwealth Caribbean. University of Cambridge Press, London, UK.
- Butler, R. 1980. The concept of a tourist area cycle of evolution: implications for management of resources. The Canadian Geographer 24(1), 5–12.
- Butler, R.W. 1994. Seasonality in tourism: issues and problems. In: Seaton, A.V., Jenkins, C.L., Wood, R.C., Dieke, P.U.C., Bennett, M.M., MacLellan, L.R. and Smith, R. (eds) Tourism: The State of the Art. Wiley, New York, pp. 332–339.
- Carpenter, S. R. et al., 1998. Nonpoint pollution of surface waters with phosphorus and nitrogen. Ecol. Appl. 8, 559 .

Castellanos O., Torres L.M. y Domínguez K., 2009. Manual Metodológico para la Definición de Agendas de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Cadenas Productivas Agroindustriales, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá- Colombia. isbn 978-958-8536-04-0

Castillo, G., et al. (2007), "Reversing the Flow: Agricultural Water Management

Chapagain, A.2006.Globalization of Water, Opportunities and Threats of Virtual

Clarke, J. .2004. A framework of approaches to sustainable tourism. In: Williams, S. (ed.) Tourism: Critical Concepts in the Social Sciences, Vol. 3: Tourism Development and Sustainability. Routledge, London, UK.

Cohen, E. 1972. Toward a sociology of international tourism. Social Research 39(1) 164–189.

Colombo.

Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture (CA).2007. Water for

Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture, Earthscan, London, and International Water Management Institute, Colombo.

Contemporary Challenge, Cambridge Scholars Publishing, Cambridge, United

Conway,G.1997.The Doubly Green Revolution (Penguin Books, London).

Diaz, R.J., and R. Rosenberg .2008.Spreading Dead Zones and Consequences for Marine Ecosystems, Science, Vol. 321, No. 5891, pp. 926-929.

Digance, J. 2006. Religious and secular pilgrimage: journeys redolent with meaning. In: imothy, D.J. and Olson, D.H. (eds) Tourism, Religion and Spiritual Journeys. Routledge, Abingdon, UK, pp. 36–47

Ecosystems: Avoiding the Costs of Going too Far", Chapter 9 in Water for Food,

Environment Synergies and Tradeoffs: Major Issues and Case Studies", Water Policy, Vol. 10/1 pp. 23-36.

Falkenmark, M. 1995. Land-water linkages - A synopsis, Land and Water Integration and river basin Management, FAO Land and Water Bulletin, No.1, 15-16, FAO, Rome, Italy.

Falkenmark, M., M. Finlayson and L. Gordon (2007), "Agriculture, Water and

FAOSTAT (Food and Agriculture Organization of the United Nations) (2006), Statistical database. Accessed December 2006, <http://faostat.fao.org/>.

Food, Water for Life: A Comprehensive Assessment of Water Management in

Fraiture, C. de, et al. (2007), "Looking ahead to 2050: Scenarios of Alternative Investment Approaches", In: Molden, D. (ed.), Water for Food, Water for Life: A Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture, Earthscan, London, and International Water Management Institute, Colombo.

Fraiture, C. de, M. Giordano and Y. Liao (2008), "Biofuels and Implications for Agricultural Water Uses: Blue Impacts of Green Energy", *Water Policy*, Vol. 10, No. S1, pp. 67-81.

Garrod, B., Wornell R., and Youell R. 2006. Re-conceptualising rural resources as countryside capital: The case of rural tourism, *Journal of Rural Studies* 22, 117-128.

Givens, D.I. (2005), "The Role and Animal Nutrition in Improving the Nutritive Value of Animal-Derived Foods in Relation to Chronic Disease", *Proceedings of the Nutrition Society*, Vol. 64, pp. 395-402.

Heaton 2001, Organic farming, food quality and human health. A review of the evidence. Soil Association report

Henderson, J.C. (2009) Agro-tourism in unlikely destinations: a study of Singapore. *Managing Leisure* 14, 258–268.

Hoekstra, A.Y., and P.Q. Hung (2005), "Globalisation of Water Resources: International Virtual Water Flows in Relation to Crop Trade", *Global Environmental Change*, Vol. 15, No. 1 pp. 45-56.

Huber, M.A.S., Adriaansen-Tennekes, R., van de Vijver, L.P.L., (2006) Verantwoorde en communiceerbare gezondheidsargumenten bij biologische producten. Louis Bolk Instituut, Driebergen.

in the Future Global Energy Supply: A Review of 17 Studies", *Biomass and*

IUCN .2010. About IUCN. Available from: <http://www.iucn.org/about>. Accessed July 14, 2010.

Jenkins, C.L. 1997. Impacts of the development of international tourism in the Asian region. In: Go, F.M. and Jenkins, C.L. (eds) *Tourism and Economic Development in Asia and Australasia*. Cassell, London, UK, pp. 48–64.

Jenkins, C.L. 2004. Overcoming the problems relating to seasonality: the case of Dubai. Paper presented at the 2nd Tourism: State of the Art Conference. University of Strathclyde, Glasgow, UK.

Jongbloed, A.W. and N.P. Lenis (1998), "Environmental Concerns About Animal

Kader, A.A. 2005. Increasing Food Availability by Reducing Postharvest Losses of Fresh Produce", *Proceedings of the 5th International Postharvest Symposium*.

Kantor, L., et al. 1997. Estimating and Addressing America's Food Losses", *Food Review*, Jan.-Apr. pp. 2-12.

Keller, A., R. Sakthivadivel and D. Seckler (2000), *Water Scarcity and the Role of Storage in Development*, IWMI Research Report 39, International Water Management Institute, Colombo.

Kijne, J., R. Barker and D. Molden (2003), *Water Productivity in Agriculture: Limits and Opportunities for Improvement*, CAB International, Wallingford, United Kingdom.

Kingdom.

Kotler, P., Bowen, J. and Makens, J. 2010. Marketing for Tourism and Hospitality, 5th edn. Prentice Hall, Upper Saddle River, New York.

Liebe, J., et al. (2007), "The Small Reservoirs Project: Research to Improve Water London: Routledge.

Lundqvist, J., et al. .2008.Saving Water: From Field to Fork - Curbing Losses and Wastage in the Food Chain", SIWI Policy Brief, Swedish International Water Institute, Stockholm, Sweden.

Manure", Journal of Animal Science 76:2641-2648.

McCornick, P.G., S.B. Awulachew and M. Abebe (2008), "Water-Food-Energy-

McMichael, A.J., et al. (2007), "Food, Livestock Production, Energy, Climate Change, and Health", Lancet, Vol. 370, pp. 1253-1263.

MEA (Millennium Ecosystem Assessment).2005. Ecosystems and Human Well-Being: Synthesis, Island Press, Washington D.C.

Michaelowa, A. and B. Dransfeld (2008), "Greenhouse Gas Benefits of Fighting

Molden, D., et al. (2007b), "Pathways for Increasing Agricultural Water Productivity", Chapter 7 in Water for Food, Water for Life: A Comprehensive

Muller, A., et al. (2008), "Some Insights in the Effect of Growing Bio-energy Demand on Global Food Security and Natural Resources", Water Policy, Vol. 10/1.

Murdoch J., Lowe, P., Ward, N., and Marsden, T. (2003), The differentiated countryside,

Nangia, V., C. de Fraiture, H. Turrall and D. Molden .2008., Water Quality Implications of Raising Crop Water Productivity, Agricultural Water Management, Vol. 95, No. 7, pp. 825-835.

Naronha, R. 1977. Social and cultural dimensions of tourism: a review of the literature in English. The World Bank Paper, 326.

Neto, F. 2002. Sustainable Tourism, Environmental Protection and Natural Resource Management: Paradise on Earth? International Colloquium on Regional Governance and Sustainable Development in Tourism- Driven Economies, United Nations. Cancun, Mexico, 20–22 February, 2002.

Obesity", Ecological Economics, Vol. 66, pp. 298-308

Oppermann, M. (1996) Holidays on the farm: a case study of German hosts and guests. Journal of Travel Research 34, 63–67.

Pathways for Poverty Reduction", Chapter 4 in Water for Food, Water for Life: A

Pearce, D.G. and Butler, R.W. 2010. Tourism Research: A 20–20 Vision. Goodfellow Publishers, Oxford, UK.



Pingali, P. 2004. Westernization of Asian Diets and the Transformation of Food Systems: Implications for Research and Policy", ESA Working Paper, No. 04-17, Agricultural and Development Economics Division of the Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.

Plog, S.C. 2001. Why destination areas rise and fall in popularity – an update of a Cornell Quarterly Classic. Cornell Hotel and Restaurant Administration Quarterly 27, 13–24.

Poon, A. 1993. Tourism, Technology and Competitive Strategies. CAB International, Wallingford, UK.

Postel, S. 1999. Pillar of Sand: Can the Irrigation Miracle Last? Norton, New York.

Postel, S.L. .1998. Water for Food Production: Will there be Enough in 2025?",

Renault, D. and W.W. Wallender (2000), "Nutritional Water Productivity and Diets", Agricultural Water Management, Vol. 45, No. 3, pp. 275–96.

Richards, G. (ed.) .2001. Cultural Attractions and European Tourism. CAB International, Wallingford, UK.

Robinson, M. and Novelli, M. 2005. Niche tourism: an introduction. In: Novelli, M. (2005) Niche Tourism: Contemporary Issues. Butterworth-Heinemann, Oxford, UK..

Rockström, J. .2003. Water for Food and Nature in Drought-Prone Tropics: Vapour Shift in Rain-Fed Agriculture, The Royal Society, Vol. 358, pp. 1997–2009.

Rockström, J., et al. .1999. Linkages Among Water Vapor Flows, Food Production and Terrestrial Services, Conservation Ecology, Vol. 3, No. 2, p. 5, [www.consecol.org/vol3/iss2/art5](http://www.consecol.org/vol3/iss2/art5)

Rosegrant, M., X. Cai, and S. Cline. 2002. World Water and Food to 2025: Dealing with Scarcity, International Food Policy Research Institute, Washington D.C.

Rosegrant, M.W., T. Zhu, S. Msangi and T. Sulser (2008), "Global Scenarios for

Savenije, H. 2000. Water scarcity indicators: the deception of the numbers, Phys. Chem. Earth (B), 25, 199-204.

Schindler, DW. 1999. From acid rain to toxic snow. Ambio 28, 350 .

Smil, V. (2000), "Phosphorus and the Environment: Natural Flows and Human Interferences", Annual Review of Energy and the Environment 25:53-88.

Smith, V.L. 1989. Host and Guests – The Anthropology of Tourism, 2nd edn. University of Pennsylvania Press, Philadelphia, USA.

Tilman, D. 1999. Global environmental impacts of agricultural expansion: The need for sustainable and efficient practices Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. 96, 5995

to Sustain River Ecosystems, Ecological Applications, Ecological Society of

Van de Vijver L.P.L., L.A.P Hoogenboom, N.J.G Broex, J. van der Roest, J.G. Bokhorst, M.D. Northolt, D. Mevius, J.A.C. Meijs (2006) Contaminants and micro-

organisms in organic and conventional food products. Odense Joint conference.  
<http://orgprints.org/>

Van Houts, D. 1979. The non-economic impact of international tourism in developing countries: a review of recent literature. *Travel Research Journal* (WTO) 1, 81–88.

Vitousek, PM, H. A. Mooney, J. Lubchenco, J. M. Melillo. 1997. Human domination of Earth's ecosystems. *Science* 277, 494

Water for Life: A Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture, Earthscan, London, and International Water Management Institute, Colombo

Water Trade, PhD thesis, IHE-Unesco.

Weaver, D. (2006) *Sustainable Tourism: Theory and Practice*. Butterworth-Heinemann, Oxford, UK.

Weaver, D. and Opperman, M. 2000. *Tourism Management*. John Wiley and Sons, Brisbane, Australia

Wood, J.D., et al. (2008), "Fat Deposition, Fatty Acid Composition and Meat Quality: A Review", *Meat Science*, Vol. 78, pp. 343-358.

Yang, H., Zehnder, A. B. J., 2007. Virtual water: An unfolding concept in integrated water resources management. *Water Resources Research*. 43, W12301, doi:10.1029/2007WR006048. 18

Zehnder, A. J. B., Yang, H., and Schertenleib, R. 2003. Water issues: the need for actions at different levels, *Aquatic Sciences*, 65, 1-20.

## Lista de Tablas

Tabla 1. Características del agua azul y verde .....	14
Tabla 2. Procesos, factores y causas de la degradación del suelo .....	22
Tabla 3. Estimativos del área afectada por la degradación de la tierra .....	23

## Lista de Figuras

Figura 1. Fuerzas de corto y largo plazo que orientan la competitividad .....	41
---	----