



INSTITUTO DE INVESTIGACION DE RECURSOS BIOLÓGICOS
ALEXANDER VON HUMBOLDT

Evaluación Ambiental Estratégica del sector Agropecuario

Altiplanura y Alta Montaña Cundiboyacense

Diagnóstico y análisis ambiental
Producto 4 y 5

2012

María Teresa Palacios Lozano
Coordinación Técnica

Equipo Técnico
Luz Astrid Pulido Herrera

Equipo Institucional
Cesar Rojas
Clarita Bustamante Zamudio

Bogotá, Enero de 2013

Contenido

Diagnostico socioambiental preliminar del sector agropecuario: Alta montaña cundiboyacense y la Altillanura	3
Introducción	3
Alta montaña Cundiboyacense	4
Resumen.....	4
Caracterización de la Región de Alta Montaña para la EAE del Sector Agropecuario	5
Estado de la Biodiversidad Regional.....	6
Biomás y Ecosistemas	7
Vegetación	8
Fauna	9
Recursos Hidricos.....	9
Suelo.....	10
Servicios ecosistémicos	11
Agua	11
Almacenamiento de carbono.....	12
Caracterización del sector agropecuario	12
Transformación del Territorio	14
Altillanura	15
Resumen.....	15
Caracterización de la Región de la Altillanura para la EAE del Sector Agropecuario ...	17
Estado de la Biodiversidad Regional.....	19
Biomás y Ecosistemas	19
Vegetación	20
Fauna	21
Recursos Hidricos.....	21
Suelo.....	22
Servicios ecosistémicos	23
Agua	23
Almacenamiento de Carbono	24
Caracterización del sector agropecuario	25
Transformación del Territorio	27

Descripción de prácticas del sector agropecuario	29
Problemática ambiental asociada al sector agropecuario.....	54
Identificación de la problemática a partir de información secundaria.....	55
Identificación de la problemática a partir de información primaria (percepciones locales)	60
Cambio Climático (CC) como motor de cambio	68
Evaluación de riesgos ambientales asociados al sector agropecuarios.....	72
Vacíos de información	79
Ruta para la planificación y ordenamiento ambiental del sector agropecuario.	80
Conclusiones y recomendaciones.....	82
Bibliografía.....	82

Diagnostico socioambiental preliminar del sector agropecuario: Alta montaña cundiboyacense y la Altillanura

EAE PARA EL SECTOR AGROPECUARIO EN LA REGIÓN DE LA ALTILLANURA Y EN LA REGIÓN DE ALTAMONTAÑA CUNDIBOYACENSE.

Introducción

Este documento se encuentra bajo el marco de la Evaluación Ambiental Estratégica (EAE) del sector Agropecuario Para la Altillanura y la Alta Montaña cundiboyacense. Se realiza el análisis de la información encontrada para las regiones de estudio, en relación con variables ambientales, que permitan a partir del conocimiento actual identificar y contribuir a fortalecer el componente ambiental para cada una de las regiones en el marco de las políticas sectoriales del sector agropecuario. En tal sentido, a partir de la información identificada se pretende analizar en que medida la información disponible permite validar (o invalidar) las hipótesis formuladas dentro de la EAE, en particular:

- La funcionalidad ecosistémica y productiva del territorio (servicios ecosistémicos y bienestar) para las regiones de estudio se ve afectada por las practicas actividades y transformaciones del territorio.
- Los modelos productivos agropecuarios conllevan riesgos ambientales que inciden en la provisión de servicios ecosistémicos base para la sostenibilidad productiva del sector, el bienestar de su población y de oportunidades de inserción en los mercados nacionales e internacionales.
- La estructuración ecológica del territorio fundamental para la provisión de los servicios ecosistémicos base del desarrollo agropecuario y rural y el bienestar de su población, se debilita progresivamente por la ausencia de políticas sectoriales con un enfoque de planificación ecosistémica aplicado y el cumplimiento de las determinantes ambientales.

En tal sentido, el análisis que se presenta a continuación se realiza a partir de la revisión de información categorizada por el ámbito (regional, nacional) y por temáticas (Biodiversidad, servicios ecosistémicos, estructura ecológica, funcionalidad ambiental, caracterización del sector agropecuario).

Como punto de partida se observó que para las dos regiones, la planificación territorial no habían sido incluidas de manera contundente las características ecosistémicas ni las funciones ecológicas del territorio, lo cual ha influido en la pérdida del capital natural de las dos regiones, y por lo tanto de los servicios ecosistémicos, derivados de los recursos, agua (de acuerdo a la huella hídrica el sector agrícola es el primer sector de consumo), suelo y bosques han sido fuertemente

afectados por la expansión de la frontera agrícola y las actividades que derivan del sector (Cubillos 2010, Arévalo et al. 2010, Rodríguez et al.2010).

Alta montaña Cundiboyacense

Resumen

En la Altamontaña cundiboyacense entre los 2500 – 3000 m.s.n.m. (área de influencia del páramo de Rabanal y del complejo páramos Guerrero), los fenómenos más fuertes de intervención e impacto ambiental son el **cultivo de la papa** y la **ganadería** (Cubillos 2011, Chaves 2011, IAVH et al. 2008). El cultivo de la papa, promovido e incentivado desde la década de los 40 tanto por el gobierno como por los gremios, asociado a la incorporación de la revolución verde y su paquete tecnológico como el usos de agroquímicos, fertilizantes, el uso del tractor, y su promesa de alta producción y rendimiento que impulso a los productores de la región a dejar de lado en muchos casos sus actividades agrícolas tradicionales (arveja, zanahoria, haba) y agricultura de pancoger, las cuales tenían prácticas adecuadas del agroecosistema, tales como la utilización de abonos orgánicos (Chaves 2011); este fenómeno empezó a afectar no solamente el capital natural si no que también derivó en el desplazamiento de los pequeños agricultores locales, por la entrada de grandes productores ya fuera por compra del terreno o por arrendamiento. La implementación de grandes extensiones de papa, llegó a utilizar tierras marginales para los cultivos, lo cual derivó en la deforestación para ampliar la frontera agrícola y así responder a las tendencias y ofertas de mercados para este producto (Chaves, 2011).

Lo anterior conllevó a un deterioro del capital natural y los servicios ecosistémicos en la región. A causa de las prácticas agrícolas motivadas por la revolución verde, se redujo la cobertura de bosque en la alta montaña; un ejemplo de ello es lo sucedido en el complejo del Paramo de Guerrero donde a partir del estudio realizado por Chaves y Torres en 2010, se encontró que las coberturas de bosques disminuyeron en un 65% en un periodo de 67 años entre 1940 – 2007; así mismo los autores identificaron que la expansión de las actividades agropecuarias fue de un 165%, observándose una homogenización del paisaje por el monocultivo de papa y de pastos, y una disminución en la captación y secuestro de carbono. Debido a esta transformación de las coberturas de bosque, la regulación hídrica ha sido afectada ya que como lo plantea Rodríguez-Romero 2010, “se han identificado los niveles freáticos bajos y una disminución en los caudales, así como sedimentación, colmatación de embalses y contaminación agroquímicos, causados por la continua presión de los cultivos mecanizados y las pasturas por más de cuatro décadas”.

Sumado a los efectos del cultivo de la papa, la ganadería bovina, en los denominados sistemas extensivos y súper-extensivos, tiene su efecto principalmente en el suelo, alterando su estructura y dinámica ecológica, ya que las pisadas de los bovinos producen concavidades en el suelo y el incremento del pastoreo hace que se formen charcos; por otro lado se observa un efecto de compactación del suelo lo cual altera el

desarrollo de vegetación nativa, procesos de descomposición de materia orgánica y aireación del suelo, lo cual incrementa la pérdida de micro y meso fauna que aportan en los diferentes procesos de fertilización natural y a la misma fertilidad del suelo que determina su vocación, por lo tanto la disminución de la fertilidad y el adecuado desarrollo de la vegetación natural, obliga a los productores a introducir pastos más productivos, pero más sensibles con la consecuente utilización de mayores cantidades de fertilizantes, mayor exposición a plagas, además de un incremento en la demanda del recurso hídrico. Lo anterior conlleva una mayor utilización de agroquímicos que generalmente son inadecuadamente utilizados y su impacto sobre el recurso agua genera eutrofización además de contaminación a este recurso, tanto en el suelo como en el subsuelo (Rodríguez-Romero 2010¹). La escorrentía de las tierras de cultivo y potreros procedentes de suelos fertilizados, es una importante fuente de nutrientes en aguas naturales.

El Instituto Humboldt junto con la Car, Corpochivor y Corpoboyacá tomando como línea base el año 2008, identificaron que el 7% del área de los humedales ubicados en el macizo del páramo de Rabanal han sido desecados, como consecuencia de la presión de la actividad agrícola principalmente cultivos intensivos de papa, así mismo, plantean que los humedales del macizo están siendo sometidos a impactos ambientales negativos derivados de procesos de agricultura, ganadería, quemas minería, obras de irrigación y explotación forestal de tal manera que modifican los ecosistemas, presentándose desecaciones, quemas, deforestación, sobrepastoreo, contaminación y eutrofización que trae como consecuencia la pérdida de la biodiversidad y la capacidad de captación de CO₂.

Caracterización de la Región de Alta Montaña para la EAE del Sector Agropecuario

La región de interés para esta Evaluación se denomina alta montaña cundiboyacense, se ubica en la cota altitudinal comprendida a alturas superiores a los 2500 m.s.n.m. hasta el límite con páramo, específicamente las áreas de influencia de los páramos Rabanal y Guerrero (Figura 5). Debido a que en esta franja se desarrolla la mayor parte de la actividad agropecuaria de la región, se constituye como una franja representativa para el análisis dado que hace parte de las dinámicas de interrelación entre los ecosistemas de altiplanos, alta montaña andina, subpáramos y páramos que abastecen a todas sus poblaciones principalmente del recurso hídrico. Esta región cuenta en sus terrenos con cuencas tan representativas como lo son la del río Bogotá y río Chicamocha, así como lagunas tales como Fúquene, Guatavita, Sochagota y Tota, zonas abastecedoras de la ciudad de Bogotá.

Esta región, ha sido priorizada teniendo en cuenta la función abastecedora de alimentos y la creciente presencia de amenazas a la sostenibilidad de los ecosistemas implicados con la confluencia de presiones de diferentes sectores que aumentan los impactos sinérgicos y acumulativos. Así mismo, esta región ha sido identificada por el

¹ Plan de acción para el páramo de Rabanal 2005 – 2010.

IDEAM (citado en Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014) como una zona con importantes aumentos de temperatura, cambios en los patrones de precipitación, como consecuencia del cambio climático, lo que se constituye en una amenaza para los ecosistemas boscosos y de alta montaña y los servicios ecosistémicos que estos prestan a los diferentes sectores de la economía y las poblaciones. Las principales actividades desarrolladas en esta franja de relevante importancia para todo el altiplano son la papa y la ganadería doble propósito con énfasis en leche, teniendo como rotaciones cereales (trigo, avena y cebada), haba, maíz y arveja (CAR 2006).

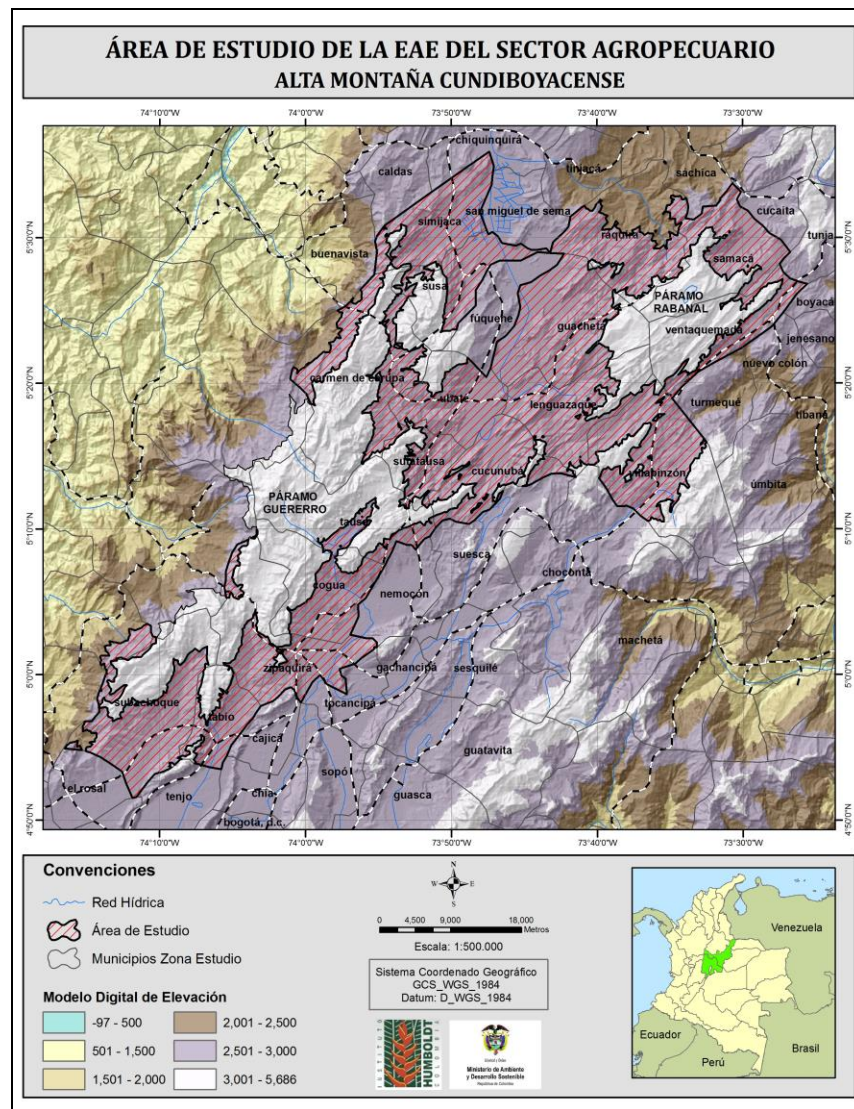


Figura 5. Localización de la región de interés alta montaña Cundiboyacense (2500 – 3000 msnm)

Estado de la Biodiversidad Regional

Biomás y Ecosistemas

En la región de interés se encuentran tres biomás (Tabla 1) con 26 ecosistemas, donde se observa que la riqueza de ecosistemas naturales es baja, determinado en el diagnóstico para la formulación de la cuenca hidrográfica del Ríos Ubaté y Suarez realizado por la CAR (2006) y por el mapa de ecosistemas elaborado por IGAC et al. 2007.

Tabla 1. Biomás de la zona de alta montaña Cundiboyacense

Bioma	Área (ha)
Helobiomás andinos	7646.35
Orobiomás altos de los Andes	72758.49
Orobiomás medios de los Andes	88420.41

Como parte de este ejercicio se reviso el mapa de ecosistemas IGAC et al. 2007, donde se corroboro que la zona cuenta con poco a presencia de coberturas naturales, observándose que la cobertura de bosques naturales apenas cuenta con el 1.25 % de área total de la región, mientras que las áreas de pastos y zonas agrícolas suman más del 66 % (Figuras 6 y 7), evidenciando una alta intervención antrópica en la región.

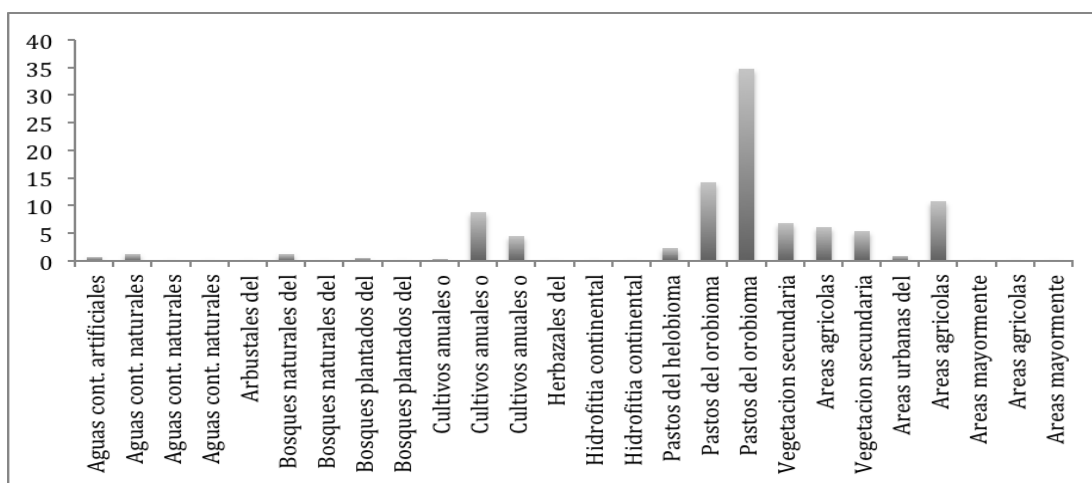


Figura 6. Porcentaje de área por ecosistemas de la zona de alta montaña Cundiboyacense

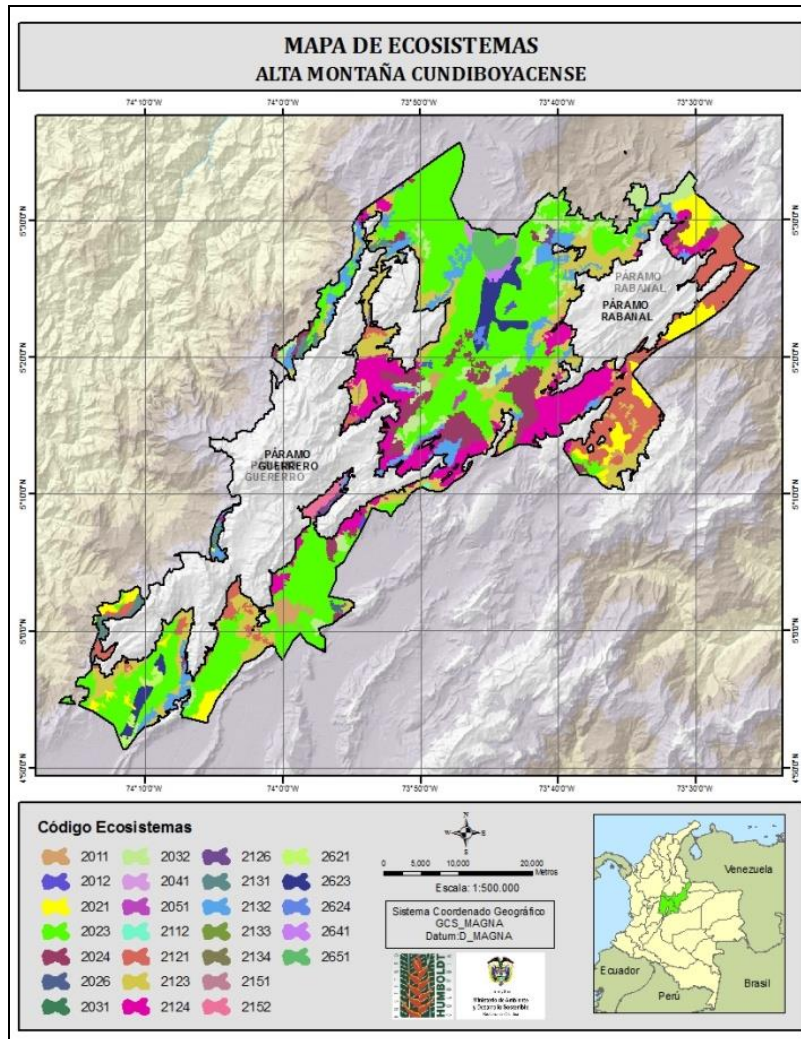


Figura 7. Ecosistemas del área de interés zona de alta montaña Cundiboyacense (2132 ecosistema de bosques naturales).

Vegetación

La vegetación de la región de interés, se encuentra en las zonas de vida bosques Montano bajo y Montano, con sus diversas influencias de clima seco a húmedo (CAR 2006 y 2012). La vegetación que se encuentra en los diferentes ecosistemas esta definida como, bosques bajos densos (BBD), agroecosistemas de cultivos mixtos y mixtos confinados, predominancia de cultivos y pastos, agroecosistemas ganaderos y tecnificados, plantaciones forestales y vegetación secundaria con presencia de arbustales (IAvH 2005 en CAR 2006).

La CAR (2006), zonifica la región en términos de coberturas boscosas naturales en dos franjas, la primera de ellas se encuentra entre los 2.500 a 2.700 m.s.n.m., la cual se

caracteriza por la presencia de matorrales o sucesiones vegetales de tipo secundario. Las especies que los caracterizan son: tuno esmeraldo (*Miconia squamulosa*), hayuelo (*Dodonaea viscosa*), salvio negro (*Cordia lanita*) y mortiño (*Esperomeles goudoutiana*). Hay presencia de roble (*Quercus humboldtii*) entre las cabeceras de los municipios de Susa y Carmen de Carupa.

La segunda cota definida, se encuentra en el los 2.800 a 3.000 m.s.n.m., en la cual la cobertura natural se encuentra dominada por: el arrayán (*Myrcianthes* sp.), tuno esmeraldo (*Miconia squamulosa*) y encenillo (*Weinmannia tomentosa*). Etas asociaciones son establecidas en suelos orgánicos profundos de ladera, y tienen limitaciones de uso agropecuario.

De acuerdo a la delimitación cartográfica de la región, las coberturas naturales corresponden al 1.3%, 12.2% de vegetación en regeneración (figura 8), evidenciando la fuerte intervención antrópica ha la que ha sido sometida, ya sea por desarrollos de infraestructura, minería, urbanización o sistemas agropecuarios como la papa y la ganadería tradicional o tecnificada (CAR 2006 y 2012).

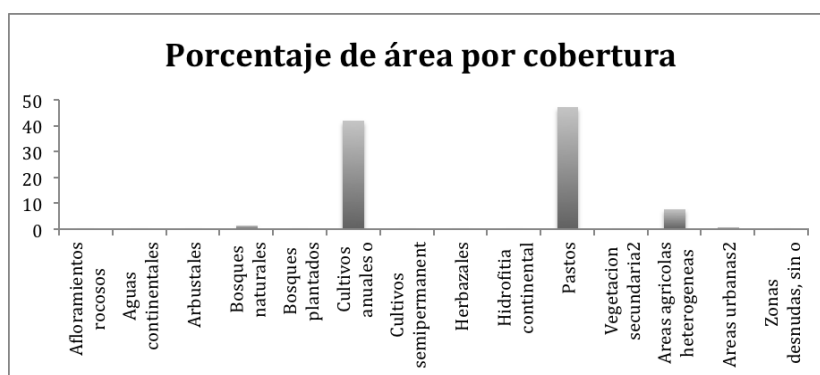


Figura 8. Porcentaje de área por cobertura. Fuente: IGAC et al. 2007

Fauna

En la región se reportan cinco grupos taxonómicos, de acuerdo al inventario desarrollado por la CAR (2006), se pueden encontrar mamíferos (58 especies), anfibios (17 especies), reptiles (seis especies), peces (seis especies) y aves con 359 especies.

Recursos Hídricos

La región se encuentra en el área de influencia de la Cuenca de los ríos Suarez y Ubaté, entre los departamentos de Cundinamarca (Zona Norte) y Boyacá (Suroccidente). El río Ubaté nace en el municipio de Carmen de Carupa, sus principales afluentes son los ríos Suta y Lenguaque, tienen un drenaje de 778Km², este es el principal afluente de

la Laguna de Fúquene. Se calcula que el área de recarga es de 651.km² y su oferta es de 77.3x10⁶m³/año (CAR 2006).

El plan de acción del paramo de Rabanal, identificó 47 humedales en su área de influencia, contenidos en 1.388,447 Ha, de las cuales 245 son espejos de agua y 95 han sido desecadas, que corresponden al 7% del total del área de los humedales del segmento de esta región, lo cual se debe principalmente a actividades agrícolas específicamente el cultivo de papa. La desecación se presenta en propiedades privadas, donde no hay control ni vigilancia institucional.

MUNICIPIO	PANTANO	TURBERAS	DESECADO	EMBALSES LAGUNAS	TOTAL (Ha)
Samaca	340.91	168.95	78.53	240.49	828.88
Ventaquemada	108.218	50.869	16.71	-	175.797
Raquira	51.52	25.76	-	9.37	86.65
Guachetá	165.63	82.7	-	-	248.33
Lenguazaque	32.53	16.26	-	-	48.79
TOTAL	698.808	344.539	95.24	249.86	1388.447
Porcentaje	50.3%	24.8%	7%	17.90%	100%

Tabla 2. Ubicación y estado de humedales en el área de influencia del paramo de Rabanal. (Tomada del plan de acción páramo de Rabanal 2005- 2010).

De acuerdo al trabajo desarrollado por IGAC y el IAVH 2005², se pudo establecer que en la región de interés se encuentran cuatro zonas hidrográficas a saber: Zona hidrográfica del Alto Magdalena con la Sub-zona Río Bogotá; Zona hidrográfica del Medio Magdalena con las sub - zonas, Río-Negro y Río Carare; Zona hidrográfica del Alto Magdalena con la Sub-zona Río Suarez; Zona hidrográfica del Meta con la sub - zona Río Chivor.

Suelo

Los suelos de la región correspondiente a formaciones montañosas (72,6%), se caracterizan por ser de texturas finas a muy gruesas, profundos y bien drenados de carácter ácido, de saturación moderada y en general con fertilidad alta exceptuado en relieves de cresta (IGAC-IAVH 2005). Mientras que los suelos de las altiplanicies se caracterizan por rocas sedimentarias cubiertas por depósitos de ceniza volcánica con texturas francofinas. Para los suelos de los valles aluviales de terrazas recientes se caracterizan por depósitos superficiales clásticos hidro génicos mixtos, siendo estos de alta profundidad, bien drenados aunque con algún grado de encharcamiento y de fertilidad media a baja. Finalmente para los suelos de planicie en relieves de terraza, se caracterizan por tener material de mantos de ceniza sobre depósitos clásicos hidrogénicos con texturas finas a moderadas y de fertilidad moderada a baja (IGAC-IAVH 2005).

² Revisar capítulo SIG de la presente evaluación.

Servicios ecosistémicos

Retomando la definición de servicio ecosistémico como, el o los beneficios directos e indirectos que la humanidad recibe de la biodiversidad y que son el resultado de la interacción entre los diferentes componentes, estructuras y funciones que constituyen la biodiversidad.

Agua

La región priorizada para esta evaluación corresponde al área de influencia de dos importantes paramos para Cundinamarca y el Suroccidente de Boyacá, Páramo de Guerrero y Rabanal, estos dos ecosistemas estratégicos poseen un gran potencial hídrico debido a que son una fuente freática que da lugar al nacimiento de innumerables quebradas lo que determina su densidad alta de corrientes y afluentes hídricos, que alimentan el sistema hídrico de la cuenca del río Bogotá y la del río Magdalena. Estas características la convierten en una zona ecológicamente estratégica como una de las principales fuentes del servicio ecosistémico agua para el departamento de Cundinamarca (CAR 2006,).

Estos páramos y sus áreas de influencia les corresponde mantener el régimen hídrico y por lo tanto regular el ciclo hidrológico de los ríos que lo componen, pero esta importante función esta siendo alterada y amenazada por acciones antrópicas sin planificación, ya que se ha observado que la quema esta destruyendo y transformando esta región, a tal grado que puede considerarse como el área geográfica más devastada y alterada de Cundinamarca y Boyacá (CAR 2006, 2012).

Con respecto a la oferta hídrica en la región, de acuerdo al informe nacional del agua (IDEAM 2010), la mayor demanda de este recurso es por parte del rio Bogotá, sobrepasando la oferta en años secos, aunque teniendo suficiente oferta normalmente. Para el resto de sub-zonas la oferta supera sin problemas la demanda. El índice de presión del recurso (Oferta Vs Demanda) es muy alto para la sub zona del rio Bogotá. Por otro lado, como resultado del mismo estudio se infirió que la regulación hídrica en la región se encuentra en un nivel bajo. Con un nivel medio se encuentra en la fuente de la represa de Neusa y con régimen intervenido o sin información para el afluente del río Suarez en el municipio de Fúquene.

De acuerdo a Rodríguez- Romero (2010) y la CAR (2006 y 2012), el principal factor de transformación del recurso hídrico para las áreas de los páramos de Guerrero y Rabanal, la disminución de la disponibilidad de agua causada por la deforestación de la vegetación nativa, que se identifica con síntomas como los niveles freáticos bajos y la disminución de caudales. A esta situación se le suman la sedimentación, la colmatación de embalses y la contaminación por agroquímicos, todos ellos efectos de la presión continua de los cultivos mecanizados y las pasturas durante más de cuatro décadas.

Almacenamiento de carbono

Tomando como base la estimación del almacenamiento de carbono realizada por el IDEAM (2011), se identificó el servicio ecosistémico desde los reservorios de carbono para la región, en el cual se identificaron cuatro tipos de bosque de acuerdo a la clasificación de Zonas de vida de Holdridge, Bosque húmedo Montano bajo bs-MB con 147.5 Toneladas de Carbono por hectárea y una extensión del 0.5%, bosque muy húmedo montano bmh-M con 62.7 TC/ha y una extensión del 1.2%, bosque seco montano bajo bs-MB 108 TC/ha y un 0.8% de extensión y finalmente bosque húmedo Montano bh-M con 72.7 TC/ha con 1.4% de extensión sobre el total de área. Lo cual determina que en la región hay potencial de reservorios de carbono por bosques y que ha venido en detrimento con la quema y pérdida de coberturas boscosas de la región, debido a las malas prácticas agrícolas.

Caracterización del sector agropecuario

El sector agropecuario de la región se caracteriza por presentar actividades pecuarias, principalmente de ganadería y agrícola con una fuerte representación del cultivo de papa (CAR 2006 y 2012, Rodríguez-Romero 2010, Chaves 2011), para este informe se hará especial énfasis en los sistemas mencionados, ya que son las principales actividades en la región y las que generan mayores impactos sobre el ambiente natural.

El sector pecuario se enmarca en los usos de suelo: Pastoreo extensivo, intensivo y semi-intensivo correspondiente al 19.5% del total del área en la región (33023.48 ha), dentro de las principales actividades de este sector se encuentra la ganadería de leche que incluye con hatos lecheros especializados de raza Holstein, donde se presenta un manejo de pastos mejorados (raigrás, *Lolium* sp.), sistemas mecánicos de ordeño, y suplementos alimenticios balanceados lo cual demuestra mayor intensificación de la actividad. Además, se presenta la ganadería de levante o de doble propósito con razas como normando y criollo se presentan en alturas superiores a los 3200 m.s.n.m. (CAR 2006, Cubillos - González 2011, IGAC 2002).

El sector agrícola está enmarcado en los usos de suelo cultivos semipermanentes y permanentes semiintensivos y cultivos transitorios semiintensivos, con un porcentaje del total del área 40% (67345.81 ha). La principal actividad agrícola en la región, es el cultivo de papa sin embargo comparado con la ganadería es baja. Esta actividad se realiza en la región hace ya más de 70 años, la cual ha sido transmitida de generación tras generación y se vio fuertemente incrementada entre la década de los 70 y los 80, debido a la implementación de la revolución verde. Las variedades de papa cultivadas en las dos regiones son Parda Pastusa, Diacol Capiro (denominada comercialmente como R-12 Negra), Criolla, Tuquerreña, Ica Unica, Ica Puracé y otras variedades regionales sembradas en menor proporción (Fedepapa y MADS 2004).

Las principales prácticas que se asocian a este cultivo para la adecuación del suelos son el arado y el surcado, mientras que para las de la labranza se utiliza el arado de

cincel o de disco; con respecto a las actividades de fertilización se realizan dos aplicaciones química, en pocos casos de utiliza fertilización orgánica (principalmente con gallinaza). Para la enmienda (corrección del pH del suelo), se aplica cal dolomita (Fedepapa y MADS 2004).

En la región se presenta un sistema de producción integrada, dada por la articulación de la papa y la ganadería, la cual se basa en la técnica de cultivo estacional escalonado de la papa, donde tiene se tienen en cuenta factores como, la altitud, la precipitación, la época del año y la oferta del tubérculo, para poder realizar cultivos en diferentes lotes y tener un mejor manejo de las plagas, heladas estacionalidad y precios del mercado. Es en el momento de descanso de actividad papera, que los lotes son utilizados para realizar pastoreo rotacional con gramíneas mejoradas o asociaciones para mejorar los nutrientes en el agroecosistema (Cubillos – González 2011).

Otro sistema de combinación de papa y ganadería es el de la producción alterna, que se caracteriza por rotar de una a otra actividad la totalidad de los lotes. Esta actividad se lleva a cabo en zonas muy altas con pendientes pronunciadas, la cual tiene como fin optimizar la producción de la semilla de papa mejorada y donde condiciones fitosanitarias permiten buenos rendimientos. Las actividades ganaderas en estas cotas no cuentan con tecnificación avanzada por lo tanto es usual encontrar, sistemas de cría y levante y de ceba por periodos prolongados (Cubillos – González 2011)

Además de los sistemas productivos anteriormente mencionados, se encuentran sistemas de frutales y hortalizas, que incluyen la Arveja, frijol, maíz, Zanahoria, feijoa, uchuva, maracuyá, lulo, mora y frutos exóticos (chirimoya y otros), que sumados no alcanzan en cobertura de cosechas ni área a la papa y en algunos casos tienden a desaparecer (CAR 2006, Rodríguez-Romero 2010).

De acuerdo a la vocación de uso suelo establecida por IGAC – IAVH 2005³, se nota predominancia de uso agrícola con un 40%, seguido de la vocación para conservación con pendientes superiores al 50% ubicadas en tierras frágiles y de muy baja fertilidad incluyendo páramos, subpáramos y humedales, mientras que la ganadería cuenta con un 20% encontrándose en tierras planas y relieves ondulados.

Específicamente para el páramo de Rabanal, el plan de acción para el mismo evidencio que el área con vocación agrícola en esta región corresponde al 5.7% del territorio, donde llama la atención que en su totalidad ser requiere riego suplementario para su utilización agrícola con fines comerciales en las época de verano. Las áreas desde la perspectiva agrológica, con vocación predominantemente forestal constituyen el 94.25% (165.581.005 m²); de estas el 65.14% sin posibilidad agropecuaria es apta para bosque el 37.2%, el 27.94% para conservación, protección y/o revegetalización, y el 29.11% restante a pesar de tener posibilidades agropecuarias debe mantener una cobertura natural permanente (Plan de acción para el paramo de rabanal).

³ Revisar capitulo SIG de la presente evaluación.

Mientras que para el páramo de Guerrero, más del 50% de los suelos del área protegida tienen restricción de uso agropecuario y la demás área está sujeta a actividades que propendan por un buen manejo sustentable de los suelos (CAR 2010).

Transformación del Territorio

La región corresponde a un mosaico con una matriz de pastos, donde predominan condiciones de herbáceas, tanto por la influencia de las áreas de páramos de las dos regiones, como actividad agropecuaria dominada como se menciona en la sección anterior por la actividad ganadería y cultivo de papa (CAR 2006, 2010 y 2011), junto con otros sectores como la minería y la urbanización (que no serán objeto de discusión en la presente evaluación, a pesar de ser fuertes factores de cambios en el territorio).

La actividad agrícola en la región se presenta desde hace cientos de años, pero se ha venido incrementando desde la década del cuarenta, ya que como exponen CI y CAR 2004, estas actividades han ocasionado la transformación de los ecosistemas naturales, debido a la sobreutilización de suelos con fines de conservación y protección y a las introducción de especies exóticas (Cubillos – González 2011).

La construcción infraestructura vial, aportó a la intensificación para la tecnificación del cultivo de la papa y su incremento en ecosistemas estratégicos como los páramos de la región, que en el caso del páramo de Guerrero para la década de 1960 los ecosistemas naturales ocupaban una extensión del 14.000 ha casi el 40% de esta área, y para el 2007 habían perdido el 64% de su extensión, observándose que la mayor deforestación se presentó entre 1960 y 1977 (figura 9), coincidiendo con las políticas de fomento agropecuario y la entrada de maquinaria a la región, observándose un fenómeno exponencial de la expansión de la frontera agrícola.

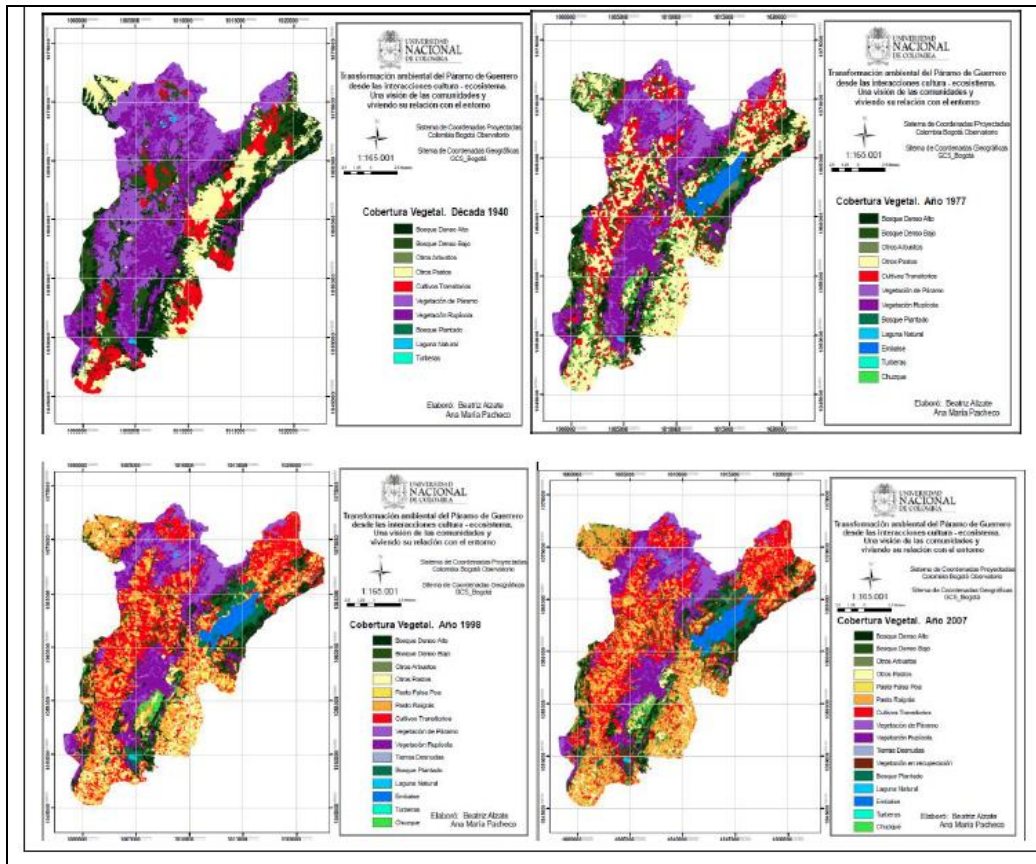


Figura 9. Transformación ambiental del páramo de Guerrero entre la década de 1940 y el 2007. Fuente: León 2011.

Altilanura

Resumen

La Altilanura es considerada la última frontera agrícola de Colombia (DNP 2011), es la región hacia donde están desviando la mayor cantidad de recursos actualmente y en donde se está planteando el desarrollo de grandes proyectos agroindustriales, esta situación no solamente afecta la funcionalidad ambiental y la sostenibilidad del sector productivo en la región, si no que también se deriva en un efecto sobre la diversidad cultural, y los modos de vida de las comunidades locales, puesto que la entrada de estos macroproyectos traen consigo inmigrantes tanto nacionales (colonos) como internacionales que afectan las comunidades locales en términos de la disminución de la agricultura tradicional menos tecnificada y más amigable con el ambiente natural, así como las costumbres tradicionales (DNP 2011, Andrade et al. 2012, Romero et al. 2011).

El proceso de transformación de ecosistemas estratégicos de la región ha sido principalmente por el incremento de agroecosistemas ganaderos, monocultivos de

arroz, palma, soja, caucho (DNP 2011, CORPOICA 2011). Este incremento de monocultivos así como la introducción de especies de gramíneas y la reconversión de suelos que ellos implica, afecta la dinámica ecosistémica de la región y sus efectos no han sido claramente dimensionados, sin embargo, se han identificado efectos tales como, la alteración en la estructura trófica del microclima, tasas de toma de luz, agua y nutrientes entre otros que afectan la dinámica natural del ecosistema.

Andrade *et al.* (2012) Plantean que el acelerado cambio social y ambiental en la región con tasas de conversión de las sabanas de un 0.3% entre 1970 - 1985 a un 0.9% entre el 2000 - 2007, con una tendencia exponencial, son el resultado de una falta de planificación territorial, que ha sido incentivada por la política, los mercados globales y la disponibilidad de paquetes tecnológicos importados como el caso del cerrado en Brasil. Además del anterior aspecto es importante mencionar que esta región es considerada como un reservorio mundial de minerales de interés para la industria y el comercio (DNP, 2011), aspecto que influye en el uso del capital natural, los servicios ecosistémicos y la organización social. En este sentido, Andrade *et al.*, sugieren que estos procesos de transformación extensiva de los ecosistemas pueden generar desbalances en los servicios ecosistémicos, como los asociados al ciclo del agua, la biodiversidad y la valoración de la naturaleza, dado que no hay un modelo de planificación que aporte en el balance del beneficio privado y del bien público. Es así que el DNP 2011, plantea que “la Orinoquia y especialmente la Altillanura requiere de una aproximación adaptativa al desarrollo que adecue procesos productivos y sociales de acuerdo a las potencialidades y condiciones de los ecosistemas”, por lo que habría que ver a la región como un gran sistema socio - ecológico de acuerdo a lo planteado por Rodríguez Becerra *et al.* (2009).

Bajo el marco expuesto, se considera que la funcionalidad ambiental y su implicación en la sostenibilidad social y productiva no es determinante al momento de definir las proyecciones de inversión del sector agropecuario, ni procesos de planificación. Así mismo, podría sugerirse un efecto acumulativo con respecto al impacto sobre los principales servicios ecosistémicos, empezando por el impacto cultural. Para el caso de la Altillanura este ha sido afectado de una manera indiscriminada, ya que la implementación de grandes proyectos y sus efectos de colonización hace que el conocimiento de prácticas agropecuarias tradicionales se desvanezca, debido a procesos de colonización social a como con la introducción de sistemas tecnificados y mecanizados de grandes extensiones en la región, derivando en un mal manejo de servicios como el agua, por vertimientos de agroquímicos, la regulación hídrica por pérdida de morichales y bosque de galería que aportan en este sentido. Andrade, et al. 2012, plantean que la expansión de la frontera agrícola podría tener impactos en el sistema ecológico regional, evidenciándose en problemas la escasez resultante de competencia por el agua. Por otro lado, cabe anotar que en la región no se ha reconocido el papel de las sabanas inundables en el funcionamiento hídrico, y se presupone que la transformación de estos ecosistemas podría afectarlo. Además, la rápida transformación productiva de la región y la presión que ejerce sobre los ecosistemas naturales, puede afectar la fragilidad ambiental en escenario de cambio climático.

Caracterización de la Región de la Altillanura para la EAE del Sector Agropecuario

La Orinoquía colombiana, es una región considerada como una de las últimas “áreas silvestres” o “regiones vírgenes” del planeta, con una riqueza en biodiversidad conocida de 644 especies de aves, 41 anfibios, 101 mamíferos, 119 reptiles, y 3159 especies de plantas (Instituto Alexander von Humboldt IAvH 2009). Se estima que aproximadamente un 25% de los ecosistemas transformados de la región está dominado por pastos antrópicos o introducidos, seguido de cultivos transitorios y permanentes. Estos ecosistemas se ubican principalmente en las áreas del piedemonte, las planicies altas y bajas de la Orinoquia y la altillanura. Se calcula que para 1996, había cerca de 110.000 ha de arroz, 53.000 ha de palma, 43.000 ha de plátano, 23.000 ha de maíz, 12.000 ha de soya y casi 20.000 ha entre cacao yuca, frutales y caña (Pronata 2000, en IAVH 2012).

La Altillanura se divide en dos subregiones, Altillanura plana y Altillanura disectada. La primera de ellas se sita al Sur del río Meta y se distribuye principalmente en el departamento del Vichada, tiene formaciones de pequeños valles de erosión en los cuales se forman bosques de Galería, además se presentan depresiones anchas y alargadas de erosión aluvial que dan lugar a esteros. La Altillanura disectada u ondulada, se distribuye al sur de la plana y ocupa territorios de Meta y Vichada. Se caracteriza por presentar lomerías y colinas completadas por taludes de distinta longitud, pendiente y modelado, junto con depresiones y valles zigzagueantes entre la multitud de domos. “Se conoce también como Serranía en razón de que el proceso de erosión y modelado ha dado lugar a meso y micro relieves, los cuales se asocian con las geofomas de una serranía, En la Altillanura ondulada y disectada existe un conjunto de formas o meso relieves de gran variabilidad, provocados por múltiples patrones de erosión” (Fajardo et al. 1998).

La región cuenta con importantes áreas protegidas, como Reserva de Biósfera del Tuparro, con una extensión de 918.000 ha, que tiene una zona núcleo de conservación de 547.000 ha perteneciente al Parque Nacional Natural El Tuparro (DNP 2011). Por otro lado, cuenta con una red de reservas naturales de la sociedad civil, las cuales tuvieron reconocimiento en el marco de la ley 99 de 1993, en sus artículos 109 y 110, donde se les otorga derecho de participación en los procesos de desarrollo y se les brinda la posibilidad de los incentivos (Correa et al. 2005).

Tabla 3. Reservas naturales de la sociedad civil de la Altillanura. Fuente: Correa et al. 2005.

Reservas naturales	Área (ha)	Departamento	Municipio
La Casa de la Abuela	0.8	Meta	San Martín
Las Unamas	350	Meta	San Martín
Owebi	5000	Vichada	Puerto Carreño
Rey Zamuro	300	Meta	San Martín
Serranías de Casablanca	350	Vichada	Cumaribo
La Reseda	80.95	Meta	Puerto López
Bojonawi	1.293	Vichada	Puerto Carreño
Rancho Santa Bárbara 1y 2	3.365	Vichada	Cumaribo
Agua Linda	1.293,95	Vichada	Puerto Carreño
La Ventana	1.293,70	Vichada	Puerto Carreño
Refugio Nimajay	2.012	Vichada	Puerto Carreño
El Morrocoy	1.294	Vichada	Puerto Carreño
Hda. Pitalito	1.036	Vichada	Puerto Carreño
Wakuinali	2.384	Vichada	Puerto Carreño

La Altillanura es considerada una de las regiones del país con mayor potencial para incrementar de manera significativa la producción agropecuaria en los próximos años. La inversión del gobierno, el sector privado y extranjera, para aspectos como la infraestructura y la ciencia y tecnología para impulsar la expansión agropecuaria en la región, se ha venido incrementando. Por otro lado instituciones como CORPOICA – CIAT han desarrollado opciones para intensificar y diversificar la producción del sector agrícola de manera sostenible y viable económicamente (CORPOICA 2012).

En áreas como la Altillanura colombiana, la crítica a los sistemas agrícolas basados en el monocultivo y la ganadería extensiva, se sustentan en su impacto negativo sobre la base de los recursos de tierra, que resulta en el abandono de áreas degradadas y en la creciente ocupación de otras nuevas, colocando gran presión sobre los ecosistemas más frágiles (Rivas et al, 2004 en Palacios – Lozano 2011).

De acuerdo con lo anteriormente expuesto, se hace necesario dar lineamientos que apoyen el desarrollo del sector agropecuario en la región de tal manera que permita la incorporación de consideraciones socioecosistémicas, en los enfoques tradicionales como en los tecnificados y de producción intensiva.

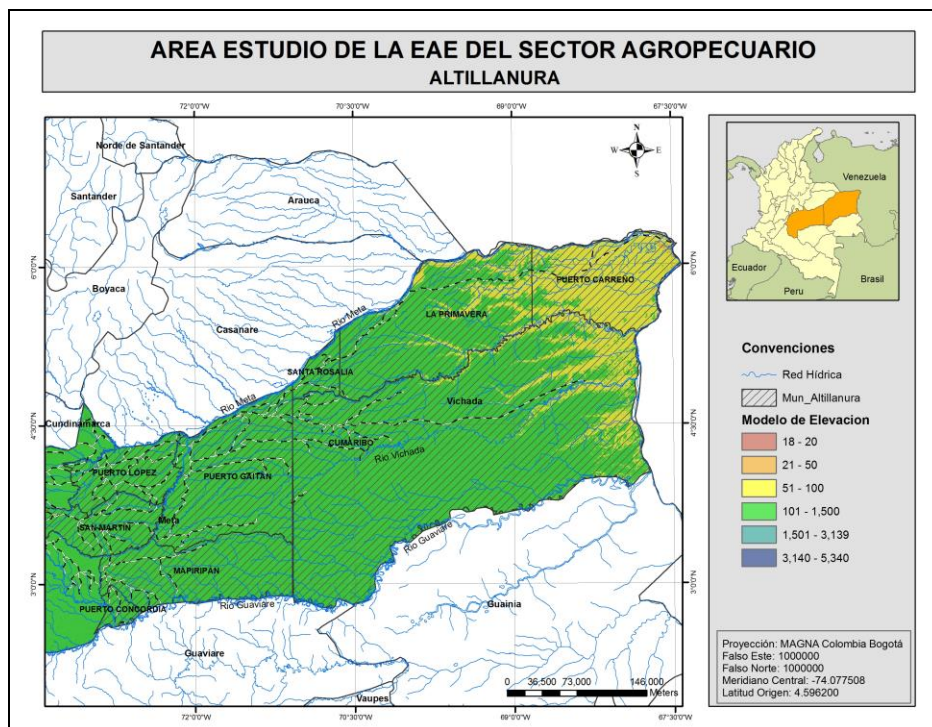


Figura 10. Localización de la región de interés Altillanura.

Estado de la Biodiversidad Regional

Biomás y Ecosistemas

Para esta región se identificaron cinco Biomás (tabla 4) que contienen 44 ecosistemas (figura 10), a diferencia de la región de alta montaña, los ecosistemas naturales son los de mayor cobertura en esta región, siendo las sabanas las áreas de mayor cobertura en la región con el 44% del total del área, seguidas de los bosques naturales entre inundables no permanente e inundables permanentes así como bosques de cerro con el 39.10% del área total de la región y el porcentaje restante pertenece a ecosistemas de áreas agrícolas, urbanas, de cultivos transitorios y pastos de uso ganadero (IGAC – IAVH 2005, DNP 2011).

Tabla 4. Biomás de la región de la Altillanura

Bioma	Área (ha)
Helobiomas de la Amazonia y Orinoquia	3286
Litobiomas de la Amazonia y Orinoquia	449
Orobiomas bajos de los Andes	2
Peinobiomas de la Amazonia y Orinoquia	5956
Zonobioma húmedo tropical de la Amazonia y Orinoquia	717

Vegetación

Más del 50% de la vegetación de la Altillanura corresponde a sabanas naturales, el porcentaje restante corresponde a bosque que se encuentra diseminado a lo largo de las corrientes de agua (esteros) o áreas boscosas pertenecientes a bosques húmedos. Los tipos de vegetación de sabana han sido asociados a unidades fisiográficas, Llanura Aluvial de Desborde, caracterizada por *Trachypogon vestitus* en los diques y *Andropogon* en los basines; Llanura Eólica, sabana de *Mesosetum* en los mantos de loess y *Trachypogon ligularis* en las dunas; Altillanuras *Trachypogon vestitus* y *Paspalum pectinatum* en las áreas bien drenadas y *Lectocoryphium lanatum* en las áreas con drenaje lento (Botero et al. 2004).

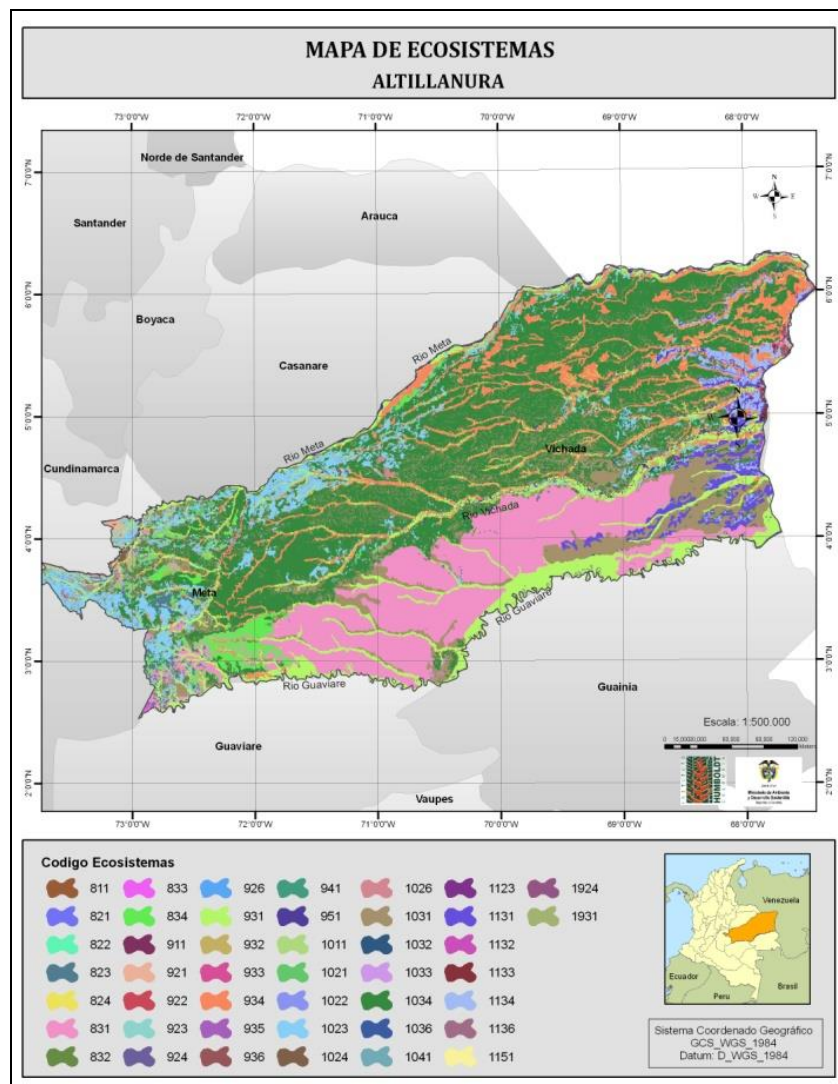


Figura 10. Ecosistemas de la Altillanura. Fuente IGAC-IAVH 2005.

Fauna

Entre los principales grupos taxonómicos de la región en encuentran: **mamíferos** (101 especies) entre las cuales se pueden mencionar a, las dantas (*Tapirus terrestris*), armadillos (*Dasypus sabanicola*), cafuches (*Tayassu pecari*), lapas (*Agouti paca*), chigüiro (*Hydrochoerus hydrochaeris*), cafuche (*Tayassu pecari*), venado (*Mazama americana* y *Odocoileus virginianus*), mono maicero (*Cebus albifrons*), mono araguato (*Alouatta seniculus*), mono churuco (*Lagothrix lagothricha*), tití (*Saimiri sciureus*) y baquiro (*Tayassu pecari*); **aves** (644 especies); **Reptiles** (119 especies) con representantes como, el morrocoy (*Geochelone denticulata*), la tortuga terecay (*Podocnemis unifilis*), babilla (*Caiman crocodilus crocodilus*), **anfibios** (41 especies) y los **peces** (600 especies) con respresentante como: valentón (*Brachyplatystoma filamentosum*), el cajaro (*Phractocephalus hemiliocterus*), la sierra (*Oxydoras holdem*), el bagre sapo (*Pseudopimelodus albomarginatus*), el bagre tigre (*Pseudoplatystoma tigrinum*), el matamata (*Chelus fimbriatus*), palometa (*Mylossoma duriventris*), dormilón (*Hoplias malabaricus*), viejitas (*Cichlasoma bimaculatus*), sardinas (*Moenkhausia* sp. y *Hemigrammus* sp) y alcalde (*Loricaria variegata*) (Correa et al 2005, MADS s.f., DNP 2011). La fundación Horizonte verde en el proyecto Estrategia de Conservación y desarrollo sostenible del Nodo Orinoquia presenta un listado completo de las especies de fauna de la región y sus categorías de amenaza.

Recursos Hídricos

Con respecto a los recursos hídricos, la región corresponde a la gran cuenca del Orinoco, de acuerdo a Botero et al. 2004, el río Meta es el principal afluente y tiene una gran cantidad de tributarios que provienen de la cordillera. La región es drenada por ríos que desembocan en l el Orinoco de donde destacan los ríos Iteviare, Siare y Guaviare. Además se destaca la presencia de humedales como las Mozambique, Sataya y La Conquista en Puerto López (DNP 2011).

En cuanto a las zonas hidrográficas, en la región delimitada se encuentran cinco zonas; Vichada, Tomo, Meta, Guaviare y tres zonas que desembocan directamente al Orinoco. Para las zonas que pertenecen al río Vichada se encuentran las sub-zonas de Alto-Vichada, Río Guarrojo, Río Muco, Ríos del medio Vichada y Bajo Vichada. Para la zona del Tomo se encuentran las sub-zonas del alto Tomo, Bajo Tomo, Caño Lioni y Río Elvita. Para la zona del río Meta es la que más sub-zonas posee e incluye los ríos metica, Negro, afluentes del Metica, Yucao, Melua, Manacacioas, afluentes al río Meta, Bajo Meta, entre otros. Y como sub-zonas de afluentes directos al Orinoco se encuentran el Caño Mataven, Afluentes del Orinoco, los ríos Taparro y Vita. Finalmente las sub-zonas del río Guaviare se encuentran las zonas baja, media y alta del Guaviare, el río Ariari, Siare, Iteviare, Uva Alto y Bajo, Guajorro y Muco. Además del caño Chupabe y afluentes del Vichada medio y alto (IGAC-IAVH 2005).

Suelo

Los suelos de la región se caracterizan por presentar un alto grado evolutivo, que se expresa con la presencia de cuarzo, además de su alta acidez, saturación de Al, bajo contenido de P, Ca, Mg, K, Zn, B, M.O; la topografía es plana a ligeramente ondulada (<7%). Son suelos profundos de alta fragilidad y susceptibilidad al manejo: adensamiento natural y baja retención de humedad. Es una planicie convexa de 3.438.000 ha, que tiene un alto grado de escorrentía lo que hace que sea frágil a la erosión hídrica (CORPOICA 2012). Esta región, presenta limitaciones para actividades pecuarias y agrícolas, entre las que se destacan, la deficiencia de nutrientes disponibles (como los mencionados arriba) para el buen desarrollo de los cultivos; una marcada pobreza de materia orgánica; toxicidad de los suelos por la presencia de **Al**; relieve disectado y endurecido por cementadas de hierro; inundabilidad en algunas áreas y susceptibilidad a la erosión por escurrimiento de aguas o por acción del viento y movimientos en masa (Botero et al. 2004). Por otro lado, estos suelos presentan baja fertilidad, lo cual ha restringido su uso a ganadería extensiva y agricultura de subsistencia.

A diferencia de las características químicas, las características del suelo son buenas, pues presentan una buena estructura, aireación, y profundidad con alta actividad de organismos. Debido a que las áreas planas de la Altillanura presentan aptitud para la actividad agrícola, se han implementado cultivos con actividades de mecanización y aplicaciones de fertilizantes tanto al suelo para mejorar sus condiciones químicas, como a las áreas foliares de los cultivos; lo cual ha derivado en grandes pérdidas de suelo (Botero 1998)

Botero et al. 2004, exponen que: “cuatro procesos de degradación de suelos han sido descritos en la zona: compactación superficial por pisoteo del ganado, erosión laminar, en los suelos bien drenados; erosión reticular, en los suelos pobremente drenados de los basines en la llanura aluvial de desborde y fenómenos de solifluxión en áreas cubiertas por mantos de loess Bote”. A pesar de que la Orinoquia presenta una gran extensión de áreas de sabana con un gran potencial productivo, estos suelos son muy susceptibles a la degradación física, química y biológica tan pronto se establecen cultivos comerciales (Rivas et al, 2004 en Palacios 2011).

Con respecto a las vocación de los suelos, se identificó que el uso de suelo agroforestal cuenta con el 48% o de aprovechamiento de los recursos boscosos, el forestal con el 23%, conservación con el 18% en las cabeceras de las cuencas y ganadería con el 9% en zonas inundables (IGAC – IAVH 2005). Rivas et al. 2004, plantean que estiman que la Altillanura colombiana cuenta con un potencial agrícola de 4.5 millones de hectáreas, territorio en el cual predomina una sabana herbácea extensa y continua, con especies leñosas aisladas y agrupadas en bosques de galería, con suelos que se caracterizan por una elevada acidez, alto contenido de aluminio, baja capacidad de intercambio catiónico y pobre fertilidad, por el bajo contenido de materia orgánica que resulta en escasa disponibilidad de nutrientes para las plantas.

El 14% de las zonas con conflicto del suelo están sobre utilizadas principalmente en áreas de pastos y cultivos transitorios teniendo vocación ganadera y agrícola de subsistencia en la parte selvática. Mientras que la vocación agroforestal tiene el 48% del 14% sobre utilizado del territorio. El 86% del territorio, en otras palabras 2'444,481 hectáreas aprovechables se encuentran subutilizada (IGAC, 2002).

Servicios ecosistémicos

Andrade et al. 2009, la Orinoquia presenta una interdependencia entre el clima, el agua, los ecosistemas y la dinámica de las poblaciones humanas, lo cual hace que se deba ver la región como un gran sistema socio - ecológico donde los ecosistemas proveen bienes y servicios a la sociedad.

Agua

El agua es el principal formador de los ecosistemas y el territorio, la Orinoquia contiene el 32.4% del agua del país (Andrade et al. 209), observándose una oferta alta pero condicionada a la estacionalidad de la región (ver recurso hídrico del presente informe).

Tomando como referente los cálculos de oferta y demanda del Estudio Nacional del Agua del IDEAM (2010), se deduce que la oferta hídrica de la región, varía entre 1500 a 13500 mm³ siendo mayor en los afluentes la del río Vichada. Mientras que para la zona del río Guaviare, varía la demanda entre 20 a 100 mm³ y la oferta en tiempos secos varía entre 5000 a 12000 mm³. Para la zona del río Vichada la demanda se encuentra por debajo de los 20mm³, mientras la oferta supera los 5000 mm³, de esta manera esta tendencia se repite sobre toda la zona, lo que quiere decir que la demanda hídrica varía entre 2 a 400 Millones mm³ siendo mayor cerca del piedemonte en los ríos de Meta y Guaviare. El índice de presión del recurso (Oferta Vs Demanda) para la zona de Altillanura es mínimo para un año medio pero presenta una presión alta para un año seco. En general en esta zona, se presentan dos temporadas climáticas claramente definidas correspondientes a la época de lluvias (Abril a Noviembre) y época seca (Diciembre a Marzo); durante la época de lluvia la oferta hídrica aumenta significativamente contando con buena humedad en los suelos y en la época seca se presenta una notable disminución de las lluvias y el incremento de la temperatura hacen que se presente déficit de humedad especialmente en suelos de texturas gruesas que no poseen buena capacidad de almacenamiento de agua.

La regulación hídrica se encuentra en la mayoría de la zona de Altillanura en un nivel alto presentándose en los afluentes de los ríos Meta, Bita y Manacacías. En un nivel medio se encuentra el afluente del río Vichada y con régimen intervenido o sin información para los afluentes de los ríos Metica, Guaviare y directos del Metica. Esta regulación se soporta desde los páramos, las selvas andinas, los humedales, y grandes superficies inundables así como, bosques de galerías, morichales.

Almacenamiento de Carbono

De acuerdo a los cálculos del estudio de reservorios de carbono del IDEAM (2011) Philips et al. 2011, se estableció que para la región la cobertura de bosque húmedo – Tropical bh-T con una extensión del 36% y con 132.1 TC/ha, eso significa que este territorio boscoso que se encuentra entre el límite-Oeste, al norte con el río Vichada, al sur con el río Guainía y al este con el río Orinoco presenta los bosques de transición de la Orinoquía hacia la Amazonia, sin embargo una parte de estos bosques son bosques riparios o de galería que se ubican sobre los drenajes entre sabanas de los llanos orientales de Colombia. Considerándose una zona rica en servicios ecosistémicos en el sector de carbono, sumando aproximadamente 682 millones de toneladas de carbono en el área. Por otro lado también se encuentran tipos de bosque tales como Bosque húmedo tropical bh-T, bosque seco tropical bs-T, Bosque pluvial pre-montano bp-PM, con un total de 18099 toneladas de carbono, pero que no alcanzan el 1% con respecto a la extensión del territorio

Teniendo en cuenta que los principales ecosistemas de la Altillanura son las sabanas, Romero et al. 2012, desarrollaron cálculos de almacenamiento de CO₂ para la Orinoquía Colombiana, donde no solamente de bosques si no que también incluyeron las sabanas (también se tuvieron en cuenta otros usos de suelo que no se incluyen en este diagnóstico). De estos cálculos, se puede deducir que el almacenamiento de CO₂ en la Altillanura se refleja en mayor proporción en el suelo, debido a la dominancia de sabanas naturales, que entre otros parámetros tuvieron en cuenta criterios como: Carbono arriba y debajo del suelo en material orgánico muerto (C_{dom}); Carbono arriba y debajo del suelo en biomasa viva (C_{bm}), y la cantidad de carbono orgánico en el suelo (SOC) tabla 5.

Tabla 5. Cálculos de reservorios de carbono para áreas naturales en la Orinoquia Colombiana. Fuente: Romero et al. 2012.

Cobertura	SOC	Cbm	Cdom	C Total
Arbustal abierto	122.36	90.44	0.00	212.80
Arbustal denso	122.36	90.44	0.00	212.80
Bosque abierto alto de tierra firme	194.24	180.98	13.21	388.43
Bosque abierto alto inundable	173.43	180.98	13.21	367.62
Bosque abierto bajo de tierra firme	194.24	180.98	13.21	388.43
Bosque abierto bajo inundable	194.24	180.98	13.21	388.43
Bosque de galería y ripario flooded	959.54	180.98	0.00	1140.52
Bosque de galería y ripario high plain	318.26	180.98	0.00	499.24
Bosque denso alto de tierra firme	99.29	180.98	13.21	293.48
Bosque denso alto inundable	173.43	180.98	13.21	367.62
Bosque denso bajo de tierra firme	199.89	180.98	13.21	394.08
Bosque denso bajo inundable	173.43	180.98	13.21	367.62
Bosque fragmentado	174.49	30.51	0.00	205.00
Bosque fragmentado con pastos y cultivos	154.82	30.51	0.00	185.34
Bosque fragmentado con vegetación secundaria	174.49	30.51	0.00	205.00
Herbazal abierto	141.71	7.64	0.00	149.35
Herbazal abierto arenoso	146.09	4.46	0.00	150.55
Herbazal abierto rocoso	0.00	5.10	0.00	5.10
Herbazal denso de tierra firme ondulado	47.78	5.10	0.00	52.88
Herbazal denso de tierra firme planos	199.89	5.10	0.00	204.99
Herbazal denso de tierra firme quebrados	122.42	5.10	0.00	127.51
Herbazal denso de tierra firme arenosos	72.01	5.10	0.00	77.11
Herbazal denso permanentemente inundables	308.82	8.28	0.00	317.10
Herbazal denso estacionalmente inundables	166.86	8.28	0.00	175.14
Zonas pantanosas	959.54	0.00	0.00	959.54
Zonas quemadas	131.90	0.00	0.00	131.90

Caracterización del sector agropecuario

El sector agropecuario de la Altillanura tiene como principales sistemas de producción tradicionales, para los municipios del departamento del Meta, los cultivos de arroz, maíz, yuca, palma, soya, pesca y explotación forestal. Mientras que para los municipios de Vichada predominan la ganadería extensiva y en menor medida los cultivos de yuca, maíz, cacao, plátano, algodón, palma, marañón, y producción de maderables (productos agropecuarios comercializados sin valor agregado local) (Corpoica 2012, DNP 2011). En la tabla 6, se presenta el área de los usos de suelo para el 2008 para

los departamentos del Meta y Vichada, se hizo la discriminación para estos dos ya que son los que hacen parte de la Altillanura (Tomado de WWF s.f.).

Tabla 6. Área de usos de suelo para los Departamentos de Meta y Vichada.

Uso	Meta	Vichada
Agrícola		
Cultivos permanentes	217408	11519
Cultivos transitorios, barbecho y descanso	198981	6302
Bosques		
Bosques Naturales	704310	363798
Bosques Plantados	1176	675587
Pecuario		
Malezas y rastrojos	682854	28870
Pastos introducidos y naturalizados	6691168	8904244
Otros usos		
Afloramiento rocosos, infraestructura, urbano	67603	33880

Palacios y Otero (2011), plantean que en relación con el cambio de uso agrícola de la región de la Orinoquia, ente el 2000 y el 2010, hay un incremento de 99.186 ha, de las cuales 27.579 pertenecen a cultivos transitorios, y 71.607 a cultivos permanentes. Donde se observó que a pesar de ser menor el crecimiento de los transitorios siguen teniendo la mayor cobertura de la región, con el 58% del total de la superficie agrícola. De acuerdo a los datos de la secretaria de agricultura del Meta, entre el 2000 y el 2010 se han incrementado las áreas sembradas para los cultivos de maíz, soya y arroz en la Altillanura, observándose un mayor incremento en la Soya (tabla 7).

Tabla 7. Evolución de las siembras para tres cultivos en la altillanura. Fuente: Secretaria de Agricultura del Meta.

Año	Semestre A (has)			Semestre B (has)			Totales (Has)
	Maíz	Soya	Arroz	Maíz	Soya	Arroz	
2000	92	0	0	0	57	0	149
2001	1,352	50	0	0	630	0	2,032
2002	2,600	175	30	300	1,625	0	4,730
2003	4,179	1,290	52	370	2,890	0	8,781
2004	2,441	3,495	159	65	6,150	320	12,630
2005	2,970	2,170	2,630	0	3,100	35	10,905
2006	1,500	2,100	240	356	3,636	225	8,057
2007	3,100	1,005	860	1,100	3,050	210	9,325
2008	3,165	3,250	950	1,535	6,415	600	15,915
2009	3,401	5,953	5,254	3,450	6,481	211	24,750
2010	2,534	7,880	3,726	1,150	3,150	210	18,650

Los sistemas agrícolas basados en el monocultivo y la ganadería extensiva, tienen un impacto negativo sobre la base de los recursos de tierra, que resulta en el abandono de áreas degradadas y en la creciente ocupación de otras nuevas, colocando gran presión sobre los ecosistemas más frágiles (Rivas et al., 2004 en Palacios y Otero 2011).

Transformación del Territorio

La transformación de los ecosistemas naturales la Altillanura, está relacionada con la explotación ganadera ya que esta, ha determinado en poblamiento en la región siendo determinante en la conformación de población llanera (Correa et al. 2005). Desde hace más de 30 años los procesos de cambio se han venido reflejando en el reemplazo de los sistemas de producción ganadera por monocultivos intensivos y agroindustriales (Etter et al. 2006).

En el periodo 1987 a 2007, se ha venido dando un crecimiento de los cultivos permanentes, principalmente en el área sembrada en palma de aceite y en menor proporción en caucho y cítricos, además de la recuperación de las áreas de cacao y plátano en Arauca y Meta. En los cultivos transitorios es significativo el crecimiento de los cultivos de arroz seco en las sabanas de Meta y Casanare y de maíz tecnificado y soya en la Altillanura. El área sembrada total ha aumentado con relación al inicio del periodo estudiado, luego de superar un periodo negativo al final de los 90, mostrando una recuperación fuerte desde el año 2000 y una desaceleración en 2006 y 2007 (Mora y Llano 2009). Andrade *et al.* (2012) Plantean que el acelerado cambio social y ambiental en la región con tasas de conversión de las sabanas de un 0.3% entre 1970 - 1985 a un 0.9% entre el 2000 - 2007, con una tendencia exponencial, son el resultado de una falta de planificación territorial, que ha sido incentivada por la política, los mercados globales y la disponibilidad de paquetes tecnológicos importados como el caso del cerrado en Brasil. En este mismo sentido, Romero et al. 2011 en su análisis de cambios de usos de suelo en sabanas de la Orinoquia colombiana, expone que el 90% del territorio para 1987 pertenecía a coberturas naturales, de las cuales el 39% estaba compuesto por sabanas altas, seguido por sabanas inundables con un 28% y bosques con el 19%. Mientras que el porcentaje (8%) restante pertenecía a las categorías no naturales determinadas como cultivos y pasturas exóticas con el 8%, seguidos de infraestructura 1% y plantaciones de palma con el 0.2%; para el año 2000 el 8% de las coberturas naturales se perdieron y se incremento el porcentaje de áreas no naturales. Para el 2007 las áreas no naturales dominaron una parte de la región de la Orinoquia principalmente el piedemonte andino que actualmente cubre el 23% de la región mientras que los cultivos cubren el 20%, de acuerdo a este estudio las sabanas altas decrecieron al 35% las sabanas inundables al 19% y los bosques al 18%, evidenciándose un incremento de áreas intervenidas, y observando que la transformación del territorio esta relacionada con la expansión de plantaciones de principalmente de palma (figura 11).

De acuerdo a Palacios y Otero (2011), la palma de aceite ha afectado entre un 17 y 25% los ecosistemas naturales. El 82.5% de las áreas de palma habían sido dedicadas a la ganadería o agricultura mientras que el 17.5% eran ecosistemas naturales

transformados para la implementación de nuevas plantaciones (Rodríguez y Van Hoof 2004 en Palacios y Otero 2011); por otro lado para el mismo periodo, en el departamento del Meta se plantaron 14.608 ha. de palma que de acuerdo con lo contrastado con el mapa de coberturas vegetales del 2001 para la región del Orinoco, indicaría que aproximadamente el 24.8% (3.626 ha.) eran coberturas de bosques naturales, cuerpos de agua y sabanas de piedemonte mientras que el porcentaje restante (75.2%) correspondían a cultivos transitorios, pastos y áreas intervenidas. De lo anterior se infiere que no hay planificaciones que contengan consideraciones ecosistémicas y por lo tanto el impacto sobre la biodiversidad en sus diferentes niveles es significativo y derivara en la disminución de los servicios ecosistémicos (Palacios y Otero 2011). El incremento del suelo en actividades agropecuarias, como las ya mencionadas (monocultivos y sistemas ganaderos), son los principales pero no únicos factores de transformación de ecosistemas naturales en agroecosistemas (DNP 2011).

Por otro lado, Rodríguez Becerra et al. (2009), plantean que, “el discurso político predominante que promueve la ocupación se refiere a la región como un vasto territorio lleno de potencialidades para el establecimiento de extensas plantaciones forestales y prosperas agroindustrias, haciéndose especial énfasis en el último caso en los agrocombustibles. Estas nuevas actividades empresariales se sumarían a la actividad ganadera de la región (de corte extensivo, en su mayor parte), a la ocasional actividad agroindustrial moderna allí establecida, y al ya probado potencial de los hidrocarburos en proceso de explotación y expansión en la región”.

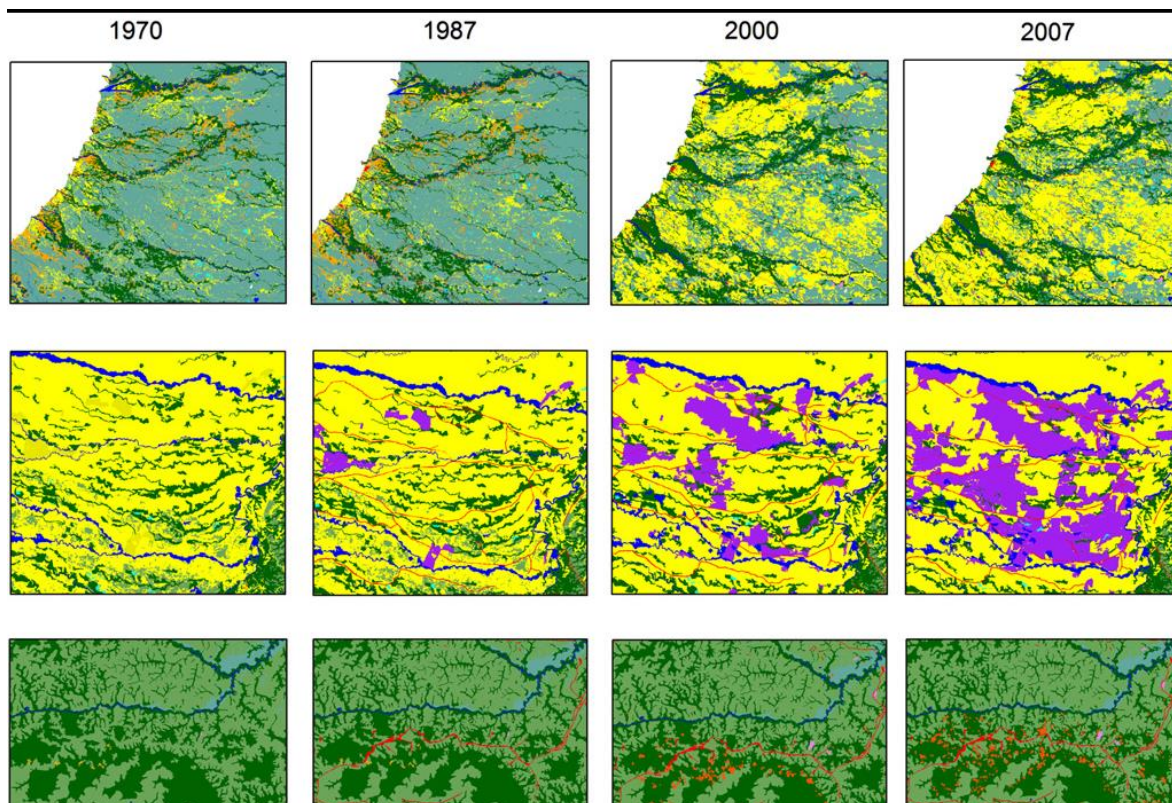


Figura 11. Transformación de la región de los llanos entre 1970 – 2007. Fuente: de Romero et al. 2011

Descripción de prácticas del sector agropecuario

A continuación se describen las prácticas y actividades basadas en las guías ambientales, para los rubros priorizados de las dos regiones, a partir del análisis económico⁴, entre los que se encuentran, la palma de aceite, frutas (Cítricos, guayaba, mango, melón, frutos exóticos, patilla, piña, nueces), Azúcar (caña de azúcar), cereales (Arroz, maíz), Soya, papa y Ganadería.

Palma de aceite (*Elaeis guineensis*)

La palma de aceite como actividad de agroindustria se ha llevado a cabo como forma comercial desde la década de los 1960, el área cultivada hasta el 2011 era de 365000 ha para toda Colombia (MADS y Fedepalma 2011), de las cuales al menos 40.000 pertenecen a las región de la Altillanura (resultado de los análisis socioeconómicos de la presente evaluación).

La palma de aceite, es una planta tropical propia de climas cálidos, se desarrolla hasta los 500 metros sobre el nivel del mar. Dentro de los cultivos de semillas oleaginosas es el que produce mayor cantidad de aceite por hectárea. Es un cultivo perenne, de

⁴ Ver diagnostico socioeconómico de la presente evaluación

tardío y largo rendimiento, puesto que su vida productiva puede durara más de 50 años, aunque después de los 25 se dificulta su cosecha debido a las altas alturas que puede alcanzar el tallo (Fedepalma⁵). Esta, se clasifica en variedades que se caracterizan principalmente por la forma, el color, la composición del fruto, y la forma de la hoja (IICA).

Aunque es difícil diferenciarlas las tres variedades de la palma son: Dura: su fruto tiene un endocarpo de más de 2 mm de espesor. El mesocarpo o pulpa contiene fibras dispersas, y es generalmente delgado; Pinífera: no tiene endocarpo. La almendra es desnuda. El mesocarpo no contiene fibras y ocupa gran porción del fruto. Esta variedad produce pocos frutos en el racimo. Por eso se emplea sólo para mejorar la variedad dura, mediante cruces con otras variedades y, Ténera: es el híbrido del cruce entre Dura y Pisífera. Tiene un endocarpo delgado de menos de 2 mm de espesor. En el mesocarpo se encuentra un anillo con fibras (IICA).

El procesamiento de los frutos se lleva a cabo en la planta de beneficio o planta extractora, donde se realiza la extracción de aceite crudo y de almendras o palmiste.) El proceso consiste en esterilizar los frutos, desgranarlos, macerarlos, extraer el aceite de la pulpa, clarificarlo y recuperar las almendras del bagazo resultante. De las almendras se obtienen dos productos: el aceite de palmiste y la torta de palmiste que sirve para alimentos animal (fedepalma).

Al fraccionar el aceite de palma se obtienen también dos productos: la oleína y la estearina de palma. La primera es líquida en climas cálidos y se puede mezclar con cualquier aceite vegetal. La otra es la fracción más sólida y sirve para producir grasas, principalmente margarinas y jabones. Las propiedades de cada una de las porciones del aceite de palma explican su versatilidad, así como sus numerosas aplicaciones (Fedepalma).

En general la palma tiene dos usos, el agroindustrial, comestible.

Uso Agro Industrial: El aceite de pulpa se usa en la fabricación de acero inoxidable, concentrados minerales, aditivos para lubricantes, crema para zapatos, tinta de imprenta, velas, entre otros. Se usa también en la industria textil y de cuero, en la laminación de acero y aluminio, y en la producción de ácidos grasos y vitamina A. El aceite de palma es una materia prima que se utiliza en la fabricación de jabones y detergentes, grasas lubricantes y secadores metálicos, destinados a la producción de pintura, barnices y tintas (IICA).

Usos Comestibles: es el segundo producto utilizado como aceite de cocina, el contenido de sólidos grasos del aceite de palma le da a algunos productos como margarinas de consistencia sólida /semisólida que no tienen necesidad de hidrogenación (IICA).

⁵ <http://portal.fedepalma.org//palma.htm>

Para el desarrollo del cultivo, se deben realizar una serie de procesos agronómicos que van desde su establecimiento hasta la cosecha y la post cosecha, en la figura 12 y la tabla 8, se presentan los procesos y actividades que se llevan a cabo durante el desarrollo de este cultivo.

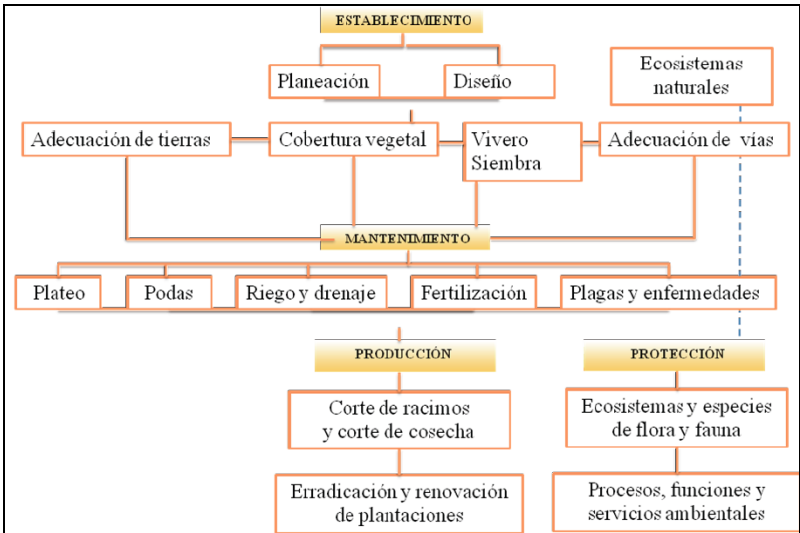


Figura 12. Procesos agrícolas del cultivo de palma de aceite. Fuente: MADs Fedepalma 2011.

Tabla 8. Descripción de los procesos y actividades del cultivo de la palma de aceite (*Elaeis guineensis*). Fuente. (León y Palacios 2003, MADS y Fedepalma 2011) .

Proceso	Actividad
Adecuación de tierras	Limpieza de lotes con maquinaria, nivelación, canales para los sistemas de riego y drenaje, ahoyado, construcción de vías.
	Pre-viveros y viveros (germinación, mantenimiento, fertilización, control de plagas y enfermedades, selección y siembra).
Siembra (transplante)	
Mantenimiento del Cultivo	Siembra de arvenses: Establecimiento de una cobertura vegetal (kudzú - maní forrajero o pega-pega)
	Riego y drenaje (5 mm agua /día; 450 metros de canales / hectárea). La frecuencia de riego oscila entre 10 y 30 días, dependiendo del tipo de suelo.
	Fertilización mecanizada NPK , calcio, azufre, boro y otros micronutrientes
	Control de malezas (plateo manual o químico - podas; residuos depositados en las entrecalles; se permite el crecimiento de herbáceas y semiarbustivas - arvenses)
	Control de plagas y enfermedades con métodos físicos, mecánicos, químicos o biológicos (se permiten franjas, bordes o reservorios de plantas arbóreas nectaríferas y arvenses)
Proceso de cosecha	Construcción y adecuación de vías
Erradicación y renovación de plantaciones	Corte de estípites con productos químicos; No quema - descomposición de residuos
Proceso en Fábrica	Recepción
	Esterilización en autoclaves a presiones relativamente bajas
	Desfrutamiento (separación de frutos de la tusa o raquis)
	Digestión y prensado (maceración de frutos que separa la torta (fibra, cuesco y nueces) del aceite crudo)
	Evaporación y clarificación (evaporación por temperatura y presión, adición de ácido fosfórico y cal)
	Clarificación (separación en tanques estáticos por densidades o dinámicos por centrifugación)
	Secado y almacenamiento
	Deslodado (recuperación de aceites y tratamiento de aguas residuales)
	Desfibración y trituración (separación de fibras y nueces)
	Palmistería (clasificación y separación de almendra)

El proceso de adecuación de tierras en la palma puede depender de las condiciones del suelo, que en muchos casos puede presentar problemas de compactación o sellamiento superficial, se deberá propender por una adecuación de las características físicas y morfológicas, a través de cinceles o subsolado (MADS y Fedepalma 2011).

Para la actividad de viveros y pre viveros, definidos como los lugares donde se realiza el proceso de reproducción de las semillas para su posterior siembra en los lotes, se lleva a cabo de la siguiente manera, germinación de la semilla, la cual consiste en romper la latencia mediante calentamiento y humedad y pruebas de viabilidad.

Caña de Azúcar (*Sacharum officinarum*)

Originaria de Nueva Guinea, es un pasto perenne semipermanente que puede durar varias décadas produciendo. El período vegetativo oscila entre uno y dos años dependiendo de la variedad y características de la zona donde se encuentre. Colombia ocupa la primera posición mundial en cuanto a rendimiento en tonelada en TCH (Tonelada de Caña por Hectárea). Los rendimientos están entre 120 y 130 TCH. Su uso permanente por la actividad agroindustrial a lo largo de grandes extensiones, conlleva a la utilización y manejo de recursos naturales asociados para garantizar la sostenibilidad del sistema productivo en el mediano y corto plazo (Upme-UT Biofuels Consulting, 2007, En: Rincón 2008)

Las condiciones de temperatura, humedad y luminosidad, son los principales factores climáticos que conducen el desarrollo de la Caña. Por su origen tropical, esta planta se desarrolla mejor en lugares calientes y soleados. Cuando prevalecen temperaturas altas la caña de azúcar alcanza un gran crecimiento vegetativo y bajo estas condiciones la fotosíntesis se desplaza, hacia la producción de carbohidratos de alto peso molecular, como la celulosa y otras materias que constituyen el follaje y el soporte fibroso del tallo. Es indispensable también proporcionar una adecuada cantidad de agua a la caña durante su desarrollo, para que permita la absorción, transporte y asimilación de los nutrientes. La Caña de Azúcar se cultiva con éxito en la mayoría de suelos, estos deben contener materia orgánica y presentar buen drenaje tanto externo como interno y que su PH oscile entre 5.5 a 7.8 para su óptimo desarrollo. Se reportan buenos resultados de rendimiento y de azúcar en suelo de textura franco limoso y franco arenoso (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera⁶). Los usos principales de este cultivo son, producción de azúcar, etanol, panela, además de, utilizarse como alimento para ganado bovino, porcino, avícola.

La producción de caña en la Altiplanura colombiana, es de carácter agroindustrial principalmente. Los procesos y actividades agronómicas de este cultivo se presentan a continuación en la tabla 9 (Cenicaña, Asocaña y MADS, 2002, Rincón 2008).

⁶ <http://w4.siap.gob.mx/sispro/Integra/Caracteristicas/CanaAzuc.html>

Tabla 9. Procesos agronómicos, para la producción de Azúcar y Etanol. Fuente. Asocaña y MADS, 2002, Rincón 2008

PROCESO	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
Adecuación y Preparación	Descepada	Consiste en la destrucción e incorporación al suelo de los cultivos anteriores. Cuando los lotes son nuevos, generalmente estos residuos son de pastos y cultivos estacionales y cuando son de cultivo de caña están formados por trozos de cepas y residuos vegetales de la cosecha. La calidad de la labor depende del grado de destrucción e incorporación de los residuos al suelo, y de ella, además de la germinación del cultivo, depende el rendimiento en la ejecución de otras labores posteriores como la nivelación con tractores de oruga y traíllas, la cual a veces se dificulta por la presencia de residuos en el suelo.
	Nivelación	Consiste en la modificación del relieve superficial mediante cortes y rellenos, hasta conseguir pendiente uniformes que faciliten las labores de riego, drenaje superficiales y la ejecución de otras labores culturales necesaria para el desarrollo y cosecha del cultivo.
	Subsolada	Se ejecuta después de la nivelación. Consiste en fracturar el suelo hasta una profundidad de 60 cm con el fin de destruir las capas compactadas o impermeables y de esta manera mejorar la estructura y movimiento del aire y agua
	Arada	Se realiza después del segundo paso del subsolado. Tiene como objetivo fracturar y voltear el suelo hasta una profundidad entre 30 y 40 cm con el fin de favorecer la distribución de los agregados.
	Rastrillado	Se realiza para destruir los terrones grandes resultantes en las labores antes descritas y garantizar el buen contacto entre la semilla y el suelo.
	Surcada	Consiste en hacer surcos o camas donde se coloca la semilla o material vegetativo de siembra esta labor requiere definir previamente la dirección y el espaciamiento entre los surcos. La calidad de la surcada depende, en gran parte, de la calidad de la preparación del suelo.
Siembra	Tratamiento de semilla	Se realiza una desinfección (por lo general con un fungicida) o un tratamiento térmico, sumergiéndola en un baño de agua a 51°C durante por lo menos una hora, para eliminar virus y patógenos que estén presentes.
		Existen dos tipos de semilla: los esquejes y las plántulas. Los primeros son trozos de caña entre 40cm y 60 cm, aptos para siembras comerciales las plántulas se utilizan para lotes de multiplicación de material vegetativo. Cualquiera que se utilice se coloca en trozos a una profundidad de 5 a 10 cm. Se mantienen húmedas para evitar la deshidratación.
Mantenimiento del cultivo	Control de malezas	Consiste en eliminar toda planta que crece fuera de su sitio e invade el cultivo de caña en el cual causa más perjuicio que beneficio. Se utilizan tres tipos: El método manual el mecánico y el químico (Herbicidas de contacto y reguladores de crecimiento hormonales). El primero se utiliza para limpieza de socas y de plantillas. El segundo y el tercero para cultivos extensos de caña.

Abonamiento con Nitrógeno (N)	<p>El abonamiento es la labor que adiciona al terreno los nutrientes necesarios para el crecimiento saludable de la planta. Existe una amplia gama de procedimientos para ejecutar esta labor, pero el más común es mediante un implemento abonador que posee brazos roturadores que a su vez van incorporando abono granulado al suelo. La aplicación de N varía de acuerdo con los suelos, cantidad de materia orgánica, el número de cortes y la variedad utilizada. La caña se abona con diferentes fuentes de N: Úrea con un 46% de ingrediente activo; Sulfato de amonio que se aplica en suelos alcalinos; Fosfato diamónico al 18% de N y 20% de Fósforo para suelos deficientes en fósforo. Según Quintero R 1995, en la plantilla o primer corte se recomienda entre 40 y 140 Kg/ha de N, en los cortes posteriores (socas) es necesario aplicar mayores cantidades de N que en plantilla, en este caso, las dosis varían entre 75 y 200Kg/ha.</p>
Abonamiento con Fósforo (P)	<p>El fósforo es esencial para la síntesis de la clorofila y está íntimamente relacionado con la formación de la sacarosa. La deficiencia de fósforo reduce el macollamiento y desarrollo de la planta, a la vez que origina raíces anormales de color marrón. Debido a la poca movilidad del fósforo en el suelo, su aplicación se debe hacer en el área próxima al sistema radical de la planta, por lo general, en la plantilla se aplica en el fondo del surco al momento de la siembra, con el fin de estimular el desarrollo inicial de las raíces. Cuando es necesario, en la soca se aplica en banda e incorporado al suelo junto con el nitrógeno, 30 días después del corte. Según Quintero R. 1995, las dosis que se recomienda aplicar varían entre 0 y 22 kg/ha (1 kg de P= 2.29 kg de P₂O₅). En términos generales, se considera que en los suelos con contenidos altos de fósforo disponible (>10 mg/kg) no se justifica la aplicación de este nutrimento. Las fuentes comerciales de fósforo más utilizadas son el Superfosfato Triple (20% de P y 14% de Ca), el fosfato diamónico o DAP (20% de P y 18% de N) y la roca fosfórica (9,6% de P y 28% de Ca). Esta última se aplica en suelos fuertemente ácidos del norte y del sur del Valle del Río Cauca. También se utilizan la Cachaza y la cenichaza, dos fuentes orgánicas de fósforo, que contienen además otros elementos mayores y menores.</p>
Abonamiento con Potasio K	<p>El potasio en la caña de azúcar regula las actividades de la invertasa, la amilasa, la peptasa y la catalasa (Tisdale y Nelson 1966). Los síntomas de deficiencia de potasio en caña de azúcar se manifiestan como un marcado amarillamiento de las hojas, especialmente en el ápice y los márgenes, que termina con el necrosamiento de las áreas afectadas. Se considera que la cantidad de potasio necesaria por hectárea varía entre 0 y 83 kg (1 kg de potasio = 1.2 kg de K₂O). El Cloruro de potasio (KCl) y el sulfato de potasio (K₂SO₄) son las fuentes comerciales de potasio más conocidas. Se aplica en el fondo del surco justo antes de la siembra. En las socas se aplica 30 días después del corte en bandas incorporado conjuntamente con el nitrógeno.</p>
Control de plagas	<p>Consiste en eliminar y controlar las plagas que perforan la caña de azúcar, mediante insectos criados directamente en laboratorios especializados. Por ser la caña un alimento, se utiliza el control de plagas, el cual es realizado a través de control biológico.</p>

	Riego	La cantidad de agua requerida durante el ciclo de cultivo puede oscilar entre 85 y 100 mm mensuales, lo cual significa que en un período de cultivo de 13 meses se necesitan 1.100 a 1.300 mm. Las nuevas tecnologías como el balance hídrico, el surco alterno, la utilización de politubulares busca incrementar la eficiencia y la eficacia del uso del agua así como mantener la productividad del cultivo integrando técnicas novedosas de riego y conceptos de administración de aguas, de tal manera, que puedan ser manejables los cambios respecto a la cantidad y distribución de las lluvias y los caudales disponibles
	Aplicación de madurantes	Consiste en la aplicación unos dos meses antes del corte, de agentes para disminuir el ritmo de crecimiento, acortar el período vegetativo de la planta y a la vez acelerar la concentración de sacarosa en la caña. Esta práctica se realiza por medio de fumigación aérea, utilizando agentes maduradores siendo los más comunes el glifosato, agentes hormonales y productos bióticos. Las cantidades utilizadas no exceden un litro por hectárea. Igualmente, son muy utilizados productos bióticos como los abonos foliares, los cuales también actúan como agentes maduradores. La aplicación aérea se realiza respetando las franjas de protección establecidas por las autoridades competentes.
Cosecha	Quema programada	Se realiza en forma programada cuando el contenido de sacarosa es óptimo en la caña, utilizando quemadores manuales o quemadores de tractor (lanza - llamas). Los primeros funcionan por goteo, dejando caer gotas de combustible (gasolina) encendidas que prenden fuego a la caña. Los segundos, utilizan ACPM (Diesel) para generar llama. Esta práctica se realiza para facilitar el corte de la caña y eliminar malezas. Las quemas se realizan en las suertes, las cuales se dividen en tablones (cultivos con áreas entre tres y seis hectáreas),separados por callejones de unos 8 metros de ancho, que sirven como corredores cortafuegos y permiten la circulación de la maquinaria. La quema de un tablón tiene una duración de 15 a 30 minutos, cuando se queman áreas menores a 6 Ha. Por lo general una suerte se quema el mismo día.
	Corte	Manual: quemado y en verde. El corte de caña quemado se hace por parte de corteros que utilizan dos pases, uno para cortar la base de la caña y otro para cortar el cogollo. La caña es luego colocada en chorras o montones alineados para que luego sea alzada con uñas mecánicas. Un cortero en promedio puede cortar del orden de 5 a 6 ton / día. El corte de caña en verde puede ser sucio o limpio. El corte verde sucio utiliza tres pases, el pase adicional quita algo de hojas. Se arruma de igual forma a la caña quemada. El corte verde limpio, tiene por lo menos dos pases de limpieza para asegurar que se remuevan todas las hojas. Por el trabajo adicional que requiere, el rendimiento del corte se reduce a 2 o 3 t/día. Mecánico con cosechadora – picadora: El corte mecánico puede realizarse para caña en verde o caña quemada. Las máquinas cosechadoras cortan un surco por pasada, pican la caña y mediante ventiladores, por diferencia de densidad, la separan de las hojas. El rendimiento está entre 20 y 30 ton / hora. Las hojas quedan esparcidas uniformemente sobre el campo. La cosechadora entrega la caña directamente a vagones, que la reciben picada para transportarla a fábrica.
	Alce y transporte con alzadoras mecánicas	La caña cortada manualmente se carga en vagones transportadores utilizando alzadoras mecánicas. Entre menor sea el tiempo que transcurre entre quema, o corte, y fábrica se logra mayor eficiencia en el proceso. Lo ideal es que este tiempo no sea mayor de 36 horas para evitar pérdidas de sacarosa en la planta.
Proceso en Fábrica	Recepción	La caña llega a la planta de procesamiento, en tractomulas o en carros cañeros. En la báscula se pesa y se muestrea para determinar la calidad, contenido de sacarosa, fibra y nivel de impurezas. Adicionalmente se registra el tiempo transcurrido entre la quema y la entrada a la planta.

Descargue, lavado y preparación	La caña se descarga sobre mesas de alimentación o en el patio de caña. La limpieza de caña se efectúa a través de lavado o con sistemas que funcionan en seco. Esta práctica tiene por objeto retirar la mayor cantidad de materia extraña. Seguidamente, pasa a picadoras independientes donde se astilla y se nivela el colchón de caña que entra al molino.
Molienda y pesaje	La caña se pasa a través de las dos primeras masas que extraen una gran cantidad de jugo (jugo de primera extracción). Luego pasa por una serie de molinos en tándem, cada uno de los cuales está compuesto por tres o cuatro masas metálicas donde se macera la caña. El jugo de un molino se recicla al anterior y en el último molino se le añade el agua de imbibición. Al final, el jugo de primera extracción y el jugo diluido se mezclan (jugo mezclado). Este jugo se filtra para retirar el bagacillo y se bombea a un tanque de pesaje. El bagazo se conduce a una bagacera como combustible para las calderas, o se vende a la industria del papel
Sulfitación, encalado y clarificación	El jugo diluido se pasa por una torre de sulfitación para generar un efecto bacteriostático y ayudar a reducir la viscosidad. Seguidamente, se le ajusta el pH en caliente, para elevarlo a 7.3-7.5 y luego se clarifica por sedimentación en los clarificadores. Los lodos de los clarificadores se mezclan con bagacillo y forman la cachaza, que es separada utilizando filtros rotatorios al vacío donde se forma una torta, la que posteriormente se lleva al campo como acondicionador de suelos. El jugo filtrado nuevamente se envía a un clarificador donde se adiciona ácido fosfórico, cal y floculante para retirar las impurezas. Las impurezas son retiradas y retornadas a la corriente de lodos del primer clarificador. El jugo filtrado limpio se extrae del fondo y se mezcla con el jugo del clarificador que va a los evaporadores
Evaporación y clarificación	El jugo diluido se pasa por una torre de sulfitación para generar un efecto bacteriostático y ayudar a reducir la viscosidad. Seguidamente, se le ajusta el pH en caliente, para elevarlo a 7.3-7.5 y luego se clarifica por sedimentación en los clarificadores. Los lodos de los clarificadores se mezclan con bagacillo y forman la cachaza, que es separada utilizando filtros rotatorios al vacío donde se forma una torta, la que posteriormente se lleva al campo como acondicionador de suelos. El jugo filtrado nuevamente se envía a un clarificador donde se adiciona ácido fosfórico, cal y floculante para retirar las impurezas. Las impurezas son retiradas y retornadas a la corriente de lodos del primer clarificador. El jugo filtrado limpio se extrae del fondo y se mezcla con el jugo del clarificador que va a los evaporadores
Cristalización	Este proceso se lleva a cabo por evaporación. El proceso de cristalización de la sacarosa se hace en tandas, en una serie de tachos de simple efecto operados al vacío, donde se cristaliza la sacarosa y se forma la masa (mezcla de cristales y meladura). El cristal de azúcar se hace inyectando una semilla a una meladura sobresaturada de azúcar. Los núcleos cristalinos formados, crecen en el tacho. Se va agregando meladura de los evaporadores según se evapora el agua. Los cristales y la meladura forman una masa densa conocida como masa cocida. La templa (el contenido del tacho) se descarga luego por medio de una válvula de pie a un tanque mezclador o cristalizador.
Centrifugación	El proceso de centrifugado separa el grano (azúcar) del líquido (miel) de las templeas. Después de un giro inicial corto, el azúcar se lava con agua caliente para eliminar residuos de miel. La masa del primer tacho, masa A, al pasar por la centrifuga produce el azúcar A y la miel A. La miel A pasa al segundo tacho donde vuelve a cristalizarse formando la masa B que a su vez se vuelve a separar en las centrífugas. La miel B pasa al tercer tacho donde se repite el proceso. La meladura final, después de separar los granos de la masa C, se llama miel final (melaza) y se comercializa como alimento animal, base para destilación de alcohol
Refinación	El azúcar A se disuelve en agua caliente. Se le añade cal, ácido fosfórico y otros ayudantes de clarificación y se pasa por un segundo proceso de clarificación por flotación con aire comprimido. Se eleva la temperatura para

	disminuir la viscosidad y hacer más eficiente el proceso. El licor clarificado no tiene turbidez, sin embargo, es oscuro. Este licor pasa a un primer tacho de refinado donde se repite el proceso de cristalización. El sirope que resulta de este proceso, pasa a un segundo tacho y el sirope 2 pasa a un tercer tacho. El azúcar refinado pasa al proceso de secado y tamizado para separar los terrones. Los terrones se devuelven al inicio del proceso de refinación. El azúcar seco pasa a empaque y de ahí a distribución.
Secado - empaque y almacenamiento	El azúcar A y B o azúcar comercial, se pasa a través de un secador para disminuir la humedad. Se introduce aire caliente en contracorriente con el azúcar para disminuir la humedad por debajo del 0.1 %. Controlando la humedad y la temperatura (< 30°C) durante el almacenamiento, no es un producto perecedero. Los residuos que se generan (eg. terrones) se disuelven y se envían de nuevo al proceso. El azúcar seco se transporta por medio de un sistema aséptico a las tolvas de almacenamiento. El empaque depende de las exigencias del mercado y se ofrecen diversas presentaciones. Se emplean sacos de papel kraft o polietileno. El almacenamiento se hace empacado o a granel.

Actividades para la Producción de Etanol. Fuente: Rincón 2008

Fermentación	El microorganismo mas comúnmente utilizado es la levadura <i>Saccharomyces cerevisiae</i> , por su capacidad de hidrolizar la sacarosa de la caña de azúcar para su conversión en glucosa y fructosa. Esta reacción se desarrolla en medio anaeróbico, pero se necesitan pequeñas cantidades de O ₂ para síntesis de otras sustancias. La fermentación puede darse por lotes, lotes alimentados o en forma continua.
Destilación	El jugo fermentado es sometido a varios procesos de destilación en un sistema de columnas múltiples. El resultado es etanol concentrado (96%) y vinazas.
Deshidratación	El etanol obtenido en durante la destilación es deshidratado con tamices moleculares. Se obtiene como productos el etanol anhidro y como residuo la vinaza concentrada.
Disposición de vinazas	La vinazas son subproductos del proceso, que contienen minerales como fósforo, potasio y aluminio. Las vinazas no deben ser vertidas a cuerpos de agua, pero pueden ser utilizadas como fertilizante en forma dosificada, teniendo en cuenta las condiciones del suelo para evitar la contaminación. Son varios los métodos para el manejo final de las vinazas. Una primera opción es someterlas a procesos de evaporación y secado hasta obtener una fase sólida que será puesta en el mercado. Otras formas consisten en la irrigación de plantaciones de caña, el biocompostaje, la recirculación, la incineración previa a la concentración o el sometimiento a tratamientos biotecnológicos para remover la alta carga de materia orgánica. Entre estos últimos se ha probado: la digestión anaerobia, el reactor anaeróbico de manto de lodos de flujo ascendente, los lodos activados, los filtros de goteo y las lagunas de tratamiento.

Rincón 2008, en la caracterización del cultivo de la caña, plantea que los principales problemas están asociados a la contaminación (emisiones de gases, partículas), la afectación de rondas y cuerpos de agua (uso de insumos de síntesis química) y el manejo de las vinazas⁷, donde las altas concentraciones de materia orgánica de este subproducto de la caña, hace que tenga una alto requerimiento de oxígeno, convirtiéndola en un agente con alto potencial contaminante. Existen varias alternativas para utilizar las vinazas: en la alimentación animal, en la producción de gas metano y como complemento de la fertilización de los suelos. Esta última es una opción viable a corto plazo, sin embargo, su manejo debe hacerse en forma racional, para no provocar deterioros irreversibles o de muy costosa corrección en el suelo y a su vez se suministre nutrimentos que la planta pueda emplear para su desarrollo (Subiros y Molina 1992).

Por lo anterior, se plantea el desarrollo proyectos de investigación orientados a la disminución de producción de vinazas y, el diseño de medidas de manejo de la misma para prevenir los impactos producidos durante su inadecuada disposición.

Arroz *Oryza sativa*

El arroz es una planta herbácea de la familia del trigo o de la avena que puede llegar a alcanzar hasta 1,8 m de altura, ella es la semilla de la planta. Presenta un tallo en forma de caña hueca por dentro, excepto en los nudos. Presenta hojas lanceoladas acabadas en punta y con nerviación paralela.

En sus orígenes el arroz crecía de manera salvaje, hoy en día las variedades que se cultivan en la mayoría de los países pertenecen al tipo *Oryza*, que cuenta con una veintena de especies, de las cuales solamente dos presentan un interés agrícola para el hombre: *Oryza glaberrima*, (especie anual originaria de África occidental, desde el delta central del Níger hasta Senega), *Oryza sativa* (arroz común asiático y presente en la mayoría de los países orizícolas en el mundo). Originariamente, el arroz era una planta cultivada en seco pero con las mutaciones se convirtió en semi-acuática. Aunque puede crecer en medios bastante diversos, crecerá más rápidamente y con mayor vigor en un medio caliente y húmedo.

Esta es un cereal considerado alimento básico en muchas culturas culinarias (en especial la cocina asiática), así como en algunas partes de América Latina. El arroz es el segundo cereal más producido en el mundo, tras el maíz y el trigo.

La producción arrocera en Colombia tiene un área estimada de 450.000 hectáreas beneficiando a 215 municipios arroceros, con una participación del producto interno

⁷ La vinaza es un subproducto obtenido de la destilación del alcohol. Posee una alta carga contaminante (CVC 2006, En: Upme-UT Biofuels Consulting, 2007) dadas las altas concentraciones de materia orgánica (DBO y DQO altos). Se caracteriza por ser una sustancia ácida y corrosiva, con concentraciones altas de sales K, Na, SO₄, Bicarbonatos, Nitratos y MO. Según la CVC la producción de vinazas es de 2'000.0000 de L/día (Upme- UT Biofuels Consulting, 2007, En: Rincón 2008).

bruto (PIB) del 4% de la producción agropecuaria. El rendimiento promedio del país es de 5.7 t/ha de paddy verde (grano de arroz al cual no se le ha retirado su cascarilla); en la zona centro los rendimientos son 7.1, Llanos Orientales 5.5, Caribe Seco 5.8 y Caribe húmedo 4.2. (FEDEARROZ, 2012).

En Colombia el arroz es el tercer producto agrícola en extensión después del café y el maíz, representando el 13% del área cosechada del país. Su producción representa el 11% del volumen de la producción agrícola nacional y en términos de valor, representa el 7,68% de la actividad agrícola y el 3,9% del total agropecuario (SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO, 2012).

Cadena productiva del arroz

La producción y comercialización de la cadena del arroz inicia desde la producción agrícola, (corresponde a la siembra y cosecha de la materia prima), luego pasa al proceso industrial desarrollado por los molinos para ser sometido a la limpieza y reducción de porcentaje de humedad. Quedando como principal producto de este proceso el arroz blanco y como subproductos la cascarilla de arroz y el arroz integral. En la figura 12 se observa la estructura de la cadena productiva.

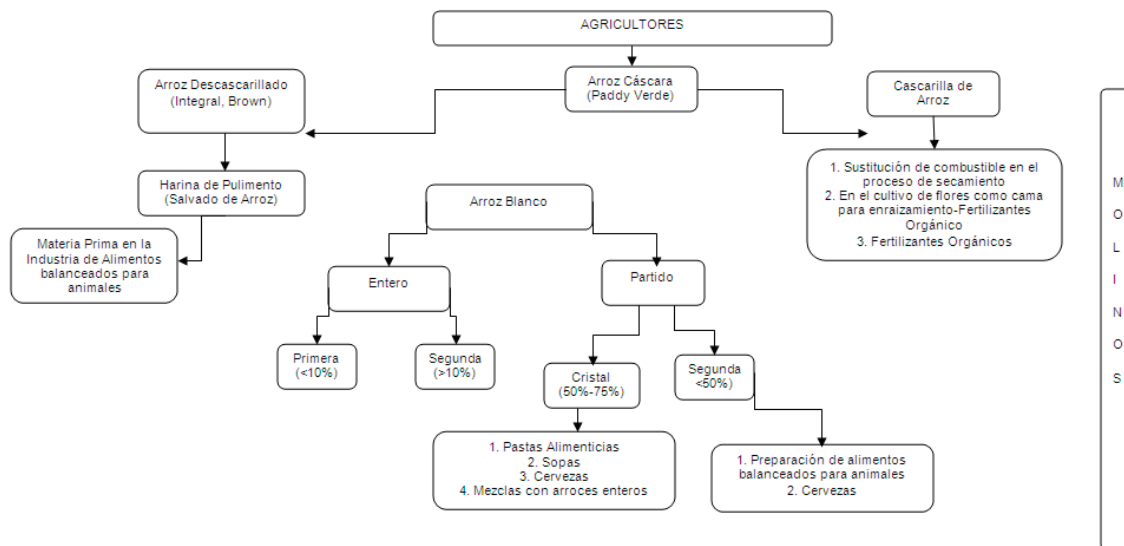


Figura 12. Estructura de la cadena productiva del arroz. Fuente. Superintendencia de Industria y Comercio. 2012. Diagnóstico del mercado del Arroz.

Para el desarrollo del cultivo, se deben realizar una serie de procesos agronómicos que van desde adecuación y preparación del terreno hasta la cosecha y la post cosecha, en la tabla 10 se presentan los procesos y actividades que se llevan a cabo durante el desarrollo de este cultivo.

Tabla 10. Descripción de los procesos y actividades del cultivo de arroz (*Oryza sativa*).
Fuente: SAC, FEDEARROZ.s.f., guía ambiental

PROCESO	ACTIVIDAD
Adecuación y Preparación del terreno	Labranza convencional - construcción de caballones
Siembra	En surcos, al voleo y por transplante,
Mantenimiento del Cultivo	Control de malezas
	Fertilización
	Control de plagas y enfermedades
	Riego por fangueo (embalse) o riego corrido
Proceso de cosecha	Cosecha con combinadas a granel con picadora y esparcidora de tamo – quemas
Proceso Poscosecha	Secamiento y limpieza en molinos industriales
	Almacenamiento en silos; trillado y pulido en molinos industriales
	Disposición de desechos (incorporación al suelo, uso como forraje o quema)

Maíz (*Zea mays*)

Zea mays es una planta monoica que pertenece a la familia de las gramíneas; sus inflorescencias masculinas y femeninas se encuentran en la misma planta. Su rápido crecimiento le permite alcanzar hasta los 2,5 m de altura de promedio y en ocasiones supera los 6 metros.

El maíz es una gramínea anual originaria de América, introducida en Europa en el siglo XVI. Actualmente no hay ningún país en América Latina donde no siembre maíz. Con anterioridad al descubrimiento de América, los indios plantaban maíz en forma muy simple. Echaban las semillas en un agujero, las espolvoreaban con ceniza de madera, añadían un pescado muerto como fertilizante y cubrían las semillas con la tierra.

Actualmente las variedades perfeccionadas de maíz requieren un suelo arcilloso de buen desagüe y cálido. Se sabe que el maíz produce más si se siembra después de una

cosecha de leguminosas en rotación con otras plantas. El tiempo de desarrollo varía desde dos a siete meses. En las tierras bajas del trópico se pueden producir varias cosechas al año; en otras regiones se da una, por lo general.

El clima ideal del maíz es con mucho sol, frecuentes lluvias durante los meses de verano, noches cálidas y humedad bastante alta. El maíz es realmente un producto tropical, y no puede darse en regiones situada muy al Norte cuando las noches de verano resultan frías. Excesivas lluvias lo perjudican. Después de que el maíz emerge de los campos debe mantenerse el suelo libre de malezas y hay que luchar contra los insectos.

El maíz se adapta muy bien a todos tipos de suelo pero suelos con pH entre 6 a 7 son a los que mejor se adaptan. También requieren suelos profundos, ricos en materia orgánica, con buena circulación del drenaje para no producir encharques que originen asfixia radicular.

Existen muchos insectos que atacan el maíz, entre ellos la oruga del insecto *Agrostis* o trozador, que destruye las plantas jóvenes, el horadador o talador de maíz, la larva del *Blissus* y el gusano del maíz *Heliothis*, que ataca la mazorca. Algunas de las enfermedades más importantes del maíz son: el carbón, la roya, o el anublo, la podredumbre de las mazorcas y la enfermedad de Stewart. Otros Enemigos son ciertos pájaros y animales que se comen las semillas recién plantadas o la cosecha, al madurar.

El maíz es incapaz de reproducirse por sí solo. El grueso recubrimiento de brácteas de su mazorca, la forma en que los granos se encuentran dispuestos y están sólidamente sujetos, impiden que la planta pueda dispersar sus granos.

Actualmente es el cereal más plantado en el mundo en volumen de producción, superando al trigo y el arroz.

Uso industrial

El almidón (fécula de maíz) se obtienen de la industrialización del grano y sus aplicaciones son muy variadas, puede ser parte integrante de pastas y sémolas para sopas, mermeladas, confituras, maicena, goma de mascar, relleno de carnes, fabricación de salchichas, espesado de zumos de frutas, refrescos, cervezas y licores. También se extrae aceite, el cual tiene un valor nutritivo y es de fácil digestión. Se utiliza asimismo para la fabricación de productos de panadería, mayonesas y margarinas. Los derivados de la industrialización del maíz para hacer pegamentos y tienen numerosos usos en las industrias: farmacéuticas, de cosméticos, textiles, de pinturas, papelera, tenería y petrolera, entre muchas otras.

Se presenta una descripción general en la tabla 11 de las actividades que involucra el cultivo del maíz.

Tabla 11. Descripción de los procesos y actividades del cultivo de maíz (*Zea Mays*).

PROCESO	ACTIVIDAD
Preparación del terreno	Labranza convencional. En algunos casos se requieren actividades previas como son el análisis de suelos, la limpieza del terreno o la nivelación del campo y la construcción de riegos y drenajes primarios y secundarios.
Siembra	En la etapa de siembra, el agricultor debe considerar, entre otros los siguientes aspectos: el tipo de semilla, la época, la densidad y los métodos de siembra (a golpes, en llano o a surcos. La separación de las líneas de 0.8 a 1 m y la separación entre los golpes de 20 a 25 cm).
Mantenimiento del Cultivo	Control de malezas: Cuando transcurren 3 a 4 semanas de la emergencia de la planta aparecen las primeras hierbas de forma espontánea que compiten con el cultivo absorción de agua y nutrientes minerales. Por ello, es conveniente su eliminación por medio de herbicidas Fertilización: El maíz necesita para su desarrollo unas ciertas cantidades de elementos minerales. Las carencias en la planta se manifiestan cuando algún nutriente mineral está en defecto o exceso. Se recomienda un abonado de suelo rico en P y K . En cantidades de 0.3 kg de P en 100 Kg de abonado. También un aporte de nitrógeno N en mayor cantidad sobre todo en época de crecimiento vegetativo.
	Control de plagas: algunas de las plagas son insectos tales como Gusano de alambre, Gusanos grises, Pulgones, <i>Sesamia nonagrioides</i> , <i>Pyrausta nubilalis</i> .
	Control de enfermedades: Bacteriosis, <i>Pseudomonas alboprecipitans</i> , Antracosis, Roya, Carbón del maíz
Cosecha	El método de cosecha depende de la finalidad del producto. Para ser utilizado como forraje se corta y pica el maíz y sus tallos. La recolección de mazorca se efectúa manualmente. En los casos en que el productor desee usar las plantas como forraje, se cortan los tallos con un machete o por medio de una máquina picadora o utilizando combinada. La cosecha de granos secos de maíz se hace a mano o con máquinas cosechadoras desgranadoras o máquinas combinadas, que arrancan y desgranar el maíz en una sola operación.
Poscosecha	Las actividades de poscosecha involucran las operaciones de secamiento y limpieza de mazorcas, así como el almacenamiento de los granos y el aprovechamiento del forraje; secamiento y limpieza, así como el almacenamiento de mazorcas y granos.

Fruta Cítricos (limón, naranja, mandarina, toronja), guayaba, mango, melón, patilla, piña, nueces, Feijoa, uchuva, maracuyá, lulo, mora y frutos exóticos.

La producción de frutas ha contribuido notoriamente al desarrollo y generación de empleo en las zonas rurales de Colombia. Es así, como a partir del inicio de la década de los 80 los sistemas de producción frutícolas presentaron una dinámica notable, en el crecimiento promedio del área cultivada a razón de 13.3% anual, lo que induce a considerar como una alternativa productiva económicamente viable y atractiva en diversas zonas del país.

Según el MADR, 2008, se reportó el cultivo de 41 especies de frutales entre perennes

mayores, transitorias y perennes menores de los cuales 20 especies son frutales introducidos, los cuales abarcan el 50% del territorio nacional en producción de frutales (94.639 hectáreas), según datos en el año 2007. Algunas de estas especies son el mango, naranja, patilla, limón, mandarina, melón, toronja y lima, entre otros que no se menciona al no ser de interés para el objetivo de la presente guía. Los frutales se clasifican de acuerdo a los siguientes criterios:

Según tipo de semilla

Frutas de hueso o carozo. Son aquellos que tiene una semilla grande y de cascara dura, como el melocotón.

Frutas de pepitas o pomáceas. Son las frutas que tienen varias semillas pequeñas y de cascara menos dura como la pera o la manzana.

Fruta de grano. Son aquellas que tienen gran cantidad de semillas.

Según el consumo

Fruta fresca. Si el consumo se realiza inmediatamente o a los pocos días de la cosecha, de forma directa, sin ningún tipo de preparación o cocinado

Fruta seca o fruta pasa. Es la fruta que tras un proceso de desecación se puede consumir a los meses, e incluso años después de su recolección como las pasas.

Según su maduración

Frutas climatéricas. Se recolectan en estado pre climatérico, y se almacenan en condiciones controladas para que la maduración no tenga lugar hasta el momento de sacarlas al mercado.

Frutas no climatéricas: naranja, limón, mandarina, piña, melón, la recolección se hace después de la maduración porque si se hace cuando están verdes luego no maduran, solo se ponen blandas.

En términos generales, la producción frutícola tiene dos destinos: el consumo en fresco y la industrialización. Dependiendo de su uso final, las frutas frescas pueden ser sometidas a diversos procesos industriales, resumidos a continuación:

Conservaría de frutas.

Deshidratación de frutas.

Elaboración de jugos clarificados concentrados de frutas.

Elaboración de pulpas y mermeladas de frutas.

Congelación de frutas.

Para el desarrollo del cultivo, se deben realizar una serie de procesos agronómicos que van desde el manejo adecuado del suelo y del material vegetal a sembrar o sembrado con el objetivo de obtener un producto sano, con el mínimo de defectos físicos que afecten su calidad y su valor en el mercado, hasta la cosecha y la post cosecha, en la figura 13 y la tabla 12, se presentan los procesos y actividades que se llevan a cabo durante el desarrollo de estos cultivos para producción frutícola. Es importante resaltar que para cada tipo de fruta hay uno o más procesos de industrialización, cada uno de los cuales presenta problemas específicos en relación al

control de procesos y generación de residuos. Es posible, sin embargo, identificar algunos procesos unitarios básicos, que se repiten en los diferentes procesos de industrialización y que tienen características similares.

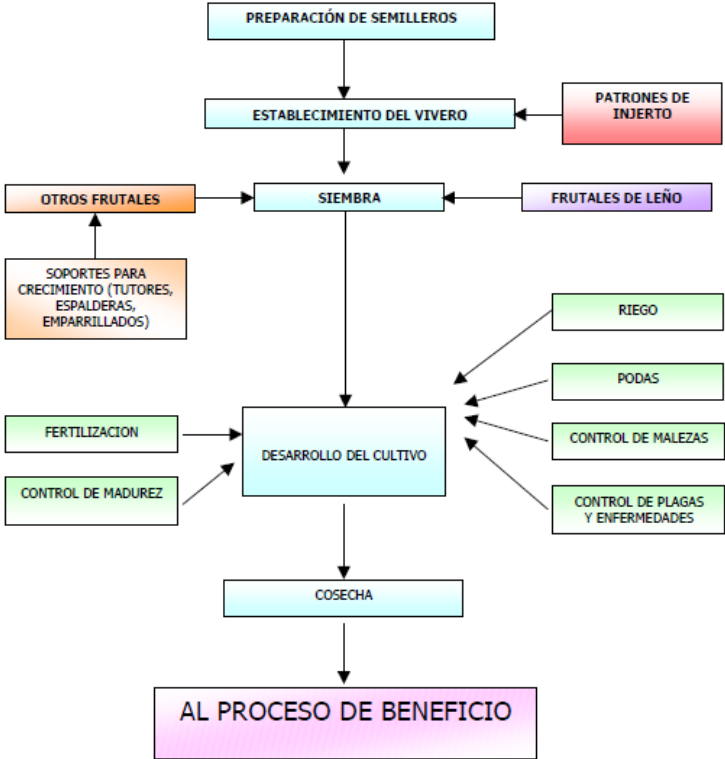


Figura 13. Proceso productivo de frutales. Fuente: MADS

Tabla 12. Descripción de los procesos y actividades del cultivo de frutales Fuente: guía ambiental

PROCESO	ACTIVIDAD
Adecuación y Preparación del terreno	<p>Condiciones agroecológicas: En general, para el establecimiento de huertos de árboles frutales ya sean transitorios o permanentes, se hace un estudio de suelos que involucra sus aspectos biológicos, físicos y químicos.</p> <hr/> <p>Preparación de semilleros: La preparación del sustrato es importante por cuanto esta permite mantener condiciones de humedad y aireación adecuadas para que las plántulas desarrollen un sistema radicular, que le permita adaptarse a las condiciones permanentes después del trasplante al campo.</p> <hr/> <p>Vivero: En este sitio se preparan los árboles antes de llevarlos al sitio definitivo y es de gran importancia, puesto que aquí se garantiza a las plántulas un mejor desarrollo y se preparan para acomodarse para las condiciones definitivas en campo. De la misma manera, con esta actividad se busca aislar la variedad del suelo para evitar plagas y enfermedades que se encuentren en el y puedan afectar su desarrollo primario.</p>
Siembra	<p>En frutales de leño, la distancia entre plantas depende de las condiciones climáticas de la región, de las especies que se van a sembrar, de los suelos, etc. Por esto se llevan a cabo cuatro sistemas o métodos de siembra que son:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sistema en cuadro • Sistema tresbolillo • Sistema en contorno
Mantenimiento del Cultivo	<p>Control de malezas: Su control varía de acuerdo con las condiciones de clima y topografía. Se debe buscar el mínimo impacto ambiental, este control puede ser realizado de manera manual, mecánico o químico.</p> <hr/> <p>Fertilización: Esta práctica se realiza de diferentes maneras que son -Dentro del sistema de riego como abonos líquidos. -Aplicaciones directas a las hojas o foliares. -Aplicaciones al suelo en contorno al tronco o tallo de la planta.</p> <hr/> <p>Control de plagas Las plagas o poblaciones muy altas de especies dañinas tales como ácaros o insectos afectan sensiblemente la producción de la finca y los ingresos económicos del agricultor. El control se realiza de diferentes maneras como: prácticas culturales, control químico, control biológico y control integrado</p> <hr/> <p>Control de enfermedades Este tipo de manifestaciones se controlan por medio de prácticas culturales, controles químicos, biológicos o integrados.</p>
Proceso de cosecha	<p>Riego: Entre los diferentes métodos de riego se puede aplicar - Riego foliar o por aspersión. - Riego subfoliar ya sea por micro aspersión o goteo.</p> <hr/> <p>La recolección de los frutos se hace regularmente en horas de la mañana, cuando ha secado el rocío de la noche. Consiste en retirar el fruto de las ramas, teniendo cuidado de hacer el mínimo daño tanto a plantas como a frutos.</p>

Soya (*Glycine max*)

La soya es una leguminosa oleaginosa que se ha constituido en materia prima esencial en la fabricación de concentrados balanceados para la alimentación animal, en particular para la cadena avícola-porcícola y es una excelente alternativa para la rotación de cultivos en el trópico colombiano.

Es un cultivo anual cuya planta alcanza generalmente una altura de 80 centímetros y cuyo ciclo vegetativo oscila de tres a siete meses. El tallo es rígido y erecto, tiene tendencia a acamarse, aunque existen variedades resistentes al acame. El sistema radicular de la soya es potente, la raíz principal puede alcanzar hasta un metro de profundidad, aunque lo normal es que no sobrepase los 40-50 cm. La semilla de soya se produce en vainas de 4 a 6 cm. de longitud, y cada vaina contiene de 3 a 4 granos de soya. La soya se desarrolla óptimamente en regiones cálidas y tropicales. FUNDACION CHIAPAS, 2003

Esta se originó en Asia hace aproximadamente 5,000 años y ha jugado desde entonces un papel crucial en la alimentación de los pueblos orientales, tales como el Chino y el Japonés. En el año 2004, se sembraron en el mundo cerca de 92 millones de hectáreas con una producción de grano de 206 millones de toneladas. Estados Unidos se consolidó como el primer productor mundial con 32.7% de la producción total, seguido por Brasil con 23.4%, Argentina con 15.2% y China con 11.5%, países que, en conjunto, aportarán el 82.8% del total mundial, cabe señalar que en Colombia la superficie mundial cultivada fue de 0.05%.

En Colombia, la superficie cultivada con soya no ha escapado a la disminución progresiva de nuestros cultivos transitorios durante los últimos años, y por ello no alcanza a cubrir el 10% de la demanda nacional. Para solventar la actual crisis nacional del cultivo de la soya y reactivar su producción, CORPOICA en su investigación ha orientado a generar variedades mejoradas de alto rendimiento de grano, a rebajar costos de producción y a incorporar áreas potenciales como la Altillanura Colombiana.

El 97% de la proteína de soya en el país se destina para consumo animal y sólo un 3% para consumo humano. Por lo tanto uno de los recursos proteínicos más abundantes (36-42%), de buena calidad y económicos en el continente se destina para la producción de proteína animal, la cual en la mayoría de los países de Latinoamérica es escasa y cara y por lo tanto es consumida sólo por un pequeño segmento de la población.

La soya se ha convertido en la mayor fuente de aceites vegetales comestibles y de proveedor de alimentos altos en proteína para el ganado en el mundo. Además, como leguminosa, es capaz de fijar biológicamente el nitrógeno atmosférico y depende mucho menos de los fertilizantes nitrogenados sintéticos.

Cadena productiva de la soya

La producción y comercialización de la cadena de la soya inicia desde la adecuación de las tierras, y pasa al proceso de cosecha y postcosecha (proceso industrial). Como se muestra en la tabla 13.

Tabla 13. Descripción de los procesos y actividades del cultivo de soya. Fuente:

PROCESO	ACTIVIDAD
Adecuación de tierras	Laboreo mecánico en algunos casos con uso excesivo de maquinaria y en otros con labranza de conservación y siembra directa sobre los residuos de cosechas anteriores
	Fertilización: Urea (60 - 80 Kg/ha) y Fosfato. Las semillas se inoculan con bacterias fijadoras de Nitrógeno
	Riego
Mantenimiento del Cultivo	Control de malezas: Control mecánico con azadón rotativo o cultivadora de dientes. Empleo de herbicidas (pre y postsiembra)
	Control cultural (destrucción de rastrojo y residuos de cosecha, preparación adecuada del suelo, rotación de cultivos, control de malezas, buena densidad poblacional, etc.), control biológico (hongos, bacterias e insectos benéficos) y control químico.
Proceso de cosecha	Mecánica: se utilizan las "combinadas" existentes para cosechar arroz con pequeños ajustes. Se puede cosechar con cortadoras y luego trillar a máquina.
Postcosecha	Procesamiento industrial

Papa (*Solanum tuberosum* ssp)

La papa es uno de los cuatro alimentos básicos de la humanidad y en Colombia no es la excepción, esta es una planta originaria de los Andes suramericanos cuya producción comercial en Colombia se concentra en paisajes y ecosistemas de montaña de clima frío. La zona óptima de producción para las variedades *Solanum tuberosum* ssp. *andigena* (papa de año) y *Solanum phureja* (papa criolla) oscila entre los 2.500 y 3.000 m.s.n.m., factor que limita el desarrollo de otras actividades productivas.

A lo largo del país los agricultores se encuentran dispersos en cerca de 250 municipios con diversidad de condiciones ambientales, encontrándose una amplia gama de posibilidades técnicas para el manejo del cultivo, producto de las amplias diferencias culturales, económicas, agroecológicas y sociales de las zonas productoras. Adicionalmente, el cultivo de papa es una destacada fuente de empleo rural en las zonas de producción del tubérculo. (Superintendencia Industria y Comercio, s.f.)

A lo largo del país predomina el sistema productivo de papa con tecnología tradicional en cerca de 90% de los casos, mientras que tan sólo el 10% adelanta el cultivo y sus actividades complementarias, con tecnología más avanzada.

La papa ha venido perdiendo competitividad con respecto a los demás países del mundo y en especial con los Andinos. Dichos factores se pueden sintetizar en las malas prácticas de cultivo y en los tratamientos poscosecha, la característica minifundista de la producción, el incremento de los costos sustentado mayoritariamente en los precios de los agroquímicos que obstaculizan las posibilidades de mayores reducciones en los precios de producción, (se presentan ataques de plagas y enfermedades que obligan a los agricultores a realizar labores de prevención, manejo y control, acordes con la disponibilidad de recursos técnicos y financieros), y en la baja dinámica de la industria procesadora, que aún no ha logrado capturar niveles importantes del consumo de los colombianos que jalonen el crecimiento de la papa en el país. (MADR, 2005)

A continuación se presenta la tabla 14 que describe el proceso productivo de la papa en sus diferentes etapas: antes de la siembra, durante el desarrollo del cultivo y en la poscosecha, caracterizando los productores de acuerdo con el grado de tecnificación utilizado, como productor tradicional y productor tecnificado.

Tabla 14. Descripción de los procesos y actividades del cultivo de papa Fuente: guía ambiental de la papa.

PROCESO	ACTIVIDAD TRADICIONAL	ACTIVIDAD TECNIFICADA
Antes de la siembra	Selección del lote: Los productores buscan mayor sanidad, condiciones de facilidad de acceso, topografía, bajos precios de Arrendamiento, riego, menores riesgos de verano o heladas, buen nivel de fertilidad.	
	Adecuación del lote: Obras complementarias que drenaje para evitar encharcamientos, construcción de cercas o reservorios de agua, que permitan un buen establecimiento del cultivo	
Producción y acondicionamiento de la semilla	Producción de semilla certificada. Actualmente existen 37 productores especializados autorizados , entre tanto los agricultores tradicionales no acceden con facilidad al proceso de certificación oficial	
	Selección: es deficiente y subjetiva. Por economizar dinero, escoge para semilla, papas de calidad inferior, pequeñas, con daños de plagas y enfermedades	Selección: adecuada. El agricultor prefiere tubérculos sanos, libres de plagas y enfermedades
	Tratamiento: en algunos casos no utiliza tratamiento, condición que favorece la diseminación de patógenos. Dosis y sistemas inapropiados	Tratamiento con fungicida e insecticida para la semilla certificada es obligatorio. En dosis y sistemas apropiados
	Empaque: normalmente utilizan sacos de fique o fibra, algunos mercados solicitan empaques como canastillas	
Preparación del lote	Arada: normalmente utiliza arado de disco en número de dos o tres pases que voltea al suelo y crea deterioro de las propiedades y estructura del suelo. No se tiene en cuenta la humedad y propiedades del suelo	Arada: utiliza arado de cincel o chuzo que penetra en el suelo sin voltearlo y permite la aireación del mismo sin deteriorarlo como el sistema tradicional
	Pulida: por el uso excesivo e inadecuado del arado rotatorio, se afecta negativamente la retención de la humedad y la estructura del suelo, esto favorece pérdida de agua y aire especialmente en suelo superficiales e inclinados	Pulida: los productores utilizan arado rotatorio a la velocidad indicada de operación, impidiendo desmenuzar el suelo y pulverizarlo. Rota su uso con rastras a media traba o gradas rotatorias. No se usa en zonas muy inclinadas
	Surcada: Hace los surcos a favor de la pendiente, para facilitar la ejecución de algunas labores culturales	Surcada: los surcos se hacen en contra de la pendiente o en algunos casos en curvas de nivel en zonas de ladera para evitar el arrastre del suelo
Labores culturales	Desyerbe: La eliminación e incorporación de arvense se realiza removiendo el suelo y amontonándolo junto a las plantas, siguiendo la línea del surco. En siembras mecanizadas un tractor arrastra un implemento que amontona suelo a lo largo del surco y posteriormente, obreros con azadón perfeccionan la labor. inmediatamente antes de la	

	<p>desyerba se aplica por segunda oportunidad fertilizante labor conocida como "reabone".</p> <p>Aporque: Se remueve nuevamente el suelo para promover el desarrollo de estolones y tubérculos. Normalmente la operación es manual y los obreros utilizan azadones, palas o cutes. En explotaciones capitalistas en zonas planas a ligeramente inclinadas, se hace la labor con aporadoras y se perfecciona la labor con azadón.</p> <p>Aplicación de riego suplementario: Normalmente el cultivo está condicionado al agua proveniente de las lluvias. Cuando riega, lo hace si el suelo está seco y no existen criterios técnicos para la aplicación de agua y los equipos normalmente provocan escapes a lo largo de las tuberías.</p>	<p>Aplicación de riego suplementario: En caso de heladas o realiza como estrategia para incrementar los rendimientos o para manejo de la polilla guatemalteca de la papa. Existen algunas deficiencias en los criterios de aplicación de agua para el cultivo de papa en frecuencia y tiempo de riego.</p>
	<p>Cosecha del Tubérculo: Recoge la papa comercial y deja cantidades considerables de tubérculos no comerciales en el suelo, o abandonados en otros sitios, especialmente en épocas de precios bajos.</p>	<p>Cosecha del Tubérculo: Recoge oportunamente la papa comercial con destino al mercado y la papa no comercial la destruye o la utiliza en alimentación de obreros, o de animales como ganado de leche y cerdos, elabora compostaje o harinas.</p>
Fertilización del cultivo	<p>Aplicación de fertilizantes, abonos y correctivos: Utiliza correctivos y fertilizantes en dosis inadecuadas, sin consultar las necesidades del cultivo. Generalmente la fuente de materia orgánica son gallinazas, por quinazas y otros estiércoles de mala calidad sin descomponer o crudas que contribuyen a la proliferación de plagas y enfermedades en el cultivo.</p>	<p>Aplicación de fertilizantes, abonos y correctivos: Normalmente aplica un plan de fertilización con base en resultado de análisis de suelos y la necesidad del cultivo. Usa fertilizantes con elementos menores y acude a aplicación de fertilizantes foliares como complemento de la fertilización edáfica.</p>
Manejo de plagas, enfermedades y malezas	<p>Control de plagas, enfermedades y malezas: Fuerte arraigo por el uso de plaguicidas de síntesis como principal herramienta de control de organismos que afectan el cultivo. Utiliza productos, aun aquellos que están fuera de las recomendaciones de usos autorizadas por el ICA; en mezclas inadecuadas y altos volúmenes de agua</p>	<p>Control de plagas, enfermedades y malezas: Utiliza métodos alternativos de control de plagas enfermedades y malezas antes de acudir al control químico: control cultural, biológico, etológico, usos de variedades tolerantes a enfermedades, cosecha oportuna, recolección de residuos de plaguicidas, riego y demás medidas.</p>
	<p>Aplicación de plaguicidas al suelo: Realiza aplicaciones con base en experiencias de otros cultivos, sin conocer el efecto de control, utilizando dosis frecuentemente elevadas o mezclas no recomendadas de plaguicidas.</p>	<p>Aplicación de plaguicidas al suelo: Utiliza dosis ajustadas a las recomendaciones consignadas en las etiquetas de los plaguicidas y de vez en cuando se aplican productos biológicos con base en hongo entomopatógenos.</p>
	<p>Control etológico de plagas: No lo utiliza</p>	<p>Control etológico de plagas: Utiliza trampas de diferentes tipo para vigilar la presencia de polilla guatemalteca de la papa y, de vez en cuando utiliza trampas de caída o de paso para adultos de gusano blanco de la papa o de colores blanco, azul y amarillo para moscas</p>

		blancas y áfidos.
	Recolección de residuos vegetales en campo del cultivo de papa: Deja residuos de papa que se convierte en foco de plagas y enfermedades. Alimenta ganado con tubérculos afectados por enfermedades que diseminan los problemas a sitios anteriormente sanos.	Recolección de residuos vegetales en campo del cultivo de papa: Recoge residuos de cosecha y algunas veces los utiliza. Los tubérculos que utiliza para la alimentación de ganado, son pequeños pero no afectados por enfermedades.
Manejo Post cosecha	Residuos de empaques y envases de plaguicidas: Abandona en los lotes empaques y envases después de utilizar los plaguicidas. Condiciones inadecuadas de almacenamiento	Residuos de empaques y envases de plaguicidas: Recoge y destruye lo empaques y envase de plaguicidas, especialmente mediante la práctica de quema o los entierra. almacenamiento adecuado de los plaguicidas y alejado de zonas habitadas.
	Limpieza del tubérculo: Normalmente del tubérculo se comercializa con las partículas de suelo adheridas a él, debido al hábito de consumo en Colombia.	Limpieza del tubérculo: Normalmente el tubérculo se comercializa con partículas de suelo adheridas a él. Cuando el mercado lo requiere, lava la papa en pozos o estanques o en sitios alejados de fuentes de agua para no contaminar fuentes de agua o, la lleva a lavar en empresas dedicadas a esta labor.
	Transporte del tubérculo: Traslada en bultos el producto en camiones, camionetas y demás vehículos pesados desde el lote de producción hasta el sitio de comercialización o procesamiento.	
	Transporte de insumos: Lo realiza sin tener en cuenta las normas mínimas de seguridad. Los traslada desde los almacenes a la finca separados de alimentos y de otras condiciones que generen algún peligro	
Rotación de cultivos y otras actividades	Siembras de cultivos alternos o explotaciones pecuarias con ganado de leche: Realiza siembras consecutivas de papa hasta cuando los niveles de productividad y sanidad se lo permiten. No realiza rotación con otros cultivos y normalmente deja pastos naturales como rotación por uno o dos años	Siembras de cultivos alternos o explotaciones pecuarias con ganado de leche: Prefiere la rotación del cultivo de papa con otras especies para romper ciclos de plagas y enfermedades. La rotación más frecuente se realiza con pastos naturales o siembra de pastos mejorados después de una o dos cosechas consecutivas de papa.

Ganadería

La cadena de valor de la ganadería vacuna es muy importante dentro de la producción agropecuaria y agroindustrial nacional. De hecho, la ganadería de leche y carne representa más de tres veces el valor de la producción cafetera en Colombia.

Según la Encuesta Nacional Agropecuaria 2002, la población bovina en Colombia en el año 2002 ascendió a 24.7 millones de cabezas, de las cuales el 57% se destinaron a la producción de carne, el 4% a la leche y el 39% al doble propósito.

En Colombia las regiones con mayor participación ganadera son: la norte con el 28% y la oriental con el 27%. Aunque en todos los departamentos del país se evidencia

producción ganadera, los departamentos con mayor producción son en su orden Córdoba, Antioquia, Casanare, Caquetá, Cesar, Santander, Meta y Cundinamarca que concentran más del 60% del total.

Tipos de explotación

Ganadería intensiva: es el sistema de crianza del ganado en extensiones pequeñas del terreno, donde la carga va desde 4 hasta 30 animales por hectárea.

Ganadería extensiva: es la crianza de ganado la cual se lleva en grandes extensiones de terreno, la carga va desde 2 animales por hectárea, y pastorean libremente. El sistema de ganadería extensiva es el más antiguo y clásico de todos los existentes, en general consiste en mantener animales de escasa productividad, rústicos y no seleccionados, en un medio que no es compatible con usos agrícolas (Marín 1996).

Andrade et al. 2009, plantea que la ganadería extensiva en sabanas naturales, es la principal forma de ocupación del territorio en la región, donde tuvo una evolución de “cimarroneo” en el que se “generó una adaptación y modificación del ganado vacuno traído de España y las sabanas naturales”. Mientras que los fundos y hatos a parte de las sabanas, incluyen otros ecosistemas asociados (caños o ríos, bosques de galería, humedales), los cuales proveen espacios para la agricultura de subsistencia.

Clasificación de la industria ganadera

La industria clasifica el ganado de acuerdo al fin de este:

- Ganadería de leche: su objetivo principal es la producción de leche. Hay dos sistemas de producción de leche bien diferenciados: intensivo o de lechería especializada y de doble propósito. El primero tiene una mayor productividad y aporta el 52% de la producción con el 10% del hato; el segundo presenta un constante incremento en la participación de la producción lechera nacional y contribuye con el 48% de la producción.
- Ganadería de carne: su objetivo principal es la producción de carne, como en el caso de la ganadería de cría donde se produce un macho desteto de ocho meses con peso entre 220 y 250Kg. Y la ganadería de levante y ceba, donde el objetivo es cebar un macho entero hasta 450 a 500Kg, con una edad entre 16 y 24 meses.
- Ganadería de doble propósito: en el sistema doble propósito el objetivo es producir leche y terneros (carne)

Procesos como la preparación del terreno para implementar el sistema, tales como la quema para desmontar especies arbustivas o para combatir enfermedades del ganado, hacen que se afecten ecosistemas y hábitats estratégicos como los bosques de galería o los morichales. La producción y comercialización de la cadena productiva de la ganadería se muestra en la tabla 15.

Tabla 15. Cadena de producción de la Ganadería. Fuente: Herrera, 2009

PROCESO	ACTIVIDAD
Praderas	Una de las decisiones previas es determinar el pasto a sembrar, teniendo en cuenta la especie de forraje que mejor se adapta al clima, además del conocimiento del ganado. Remoción de la cobertura vegetal original para crear la pradera. Eventualmente hay quemas. El pisoteo del ganado desgasta el suelo, hay compactación del mismo, aumento de la escorrentía superficial y contaminación de aguas
Pastoreo	En general los sistemas de pastoreo no controlados que se lleva a cabo en explotaciones extensivas, han evolucionado a los de pastoreo no controlado, tales como: -rotacional -en franja -alterno -Con estaca -corte
Distribución de potreros	Es necesario distribuir la finca en potreros, cuyo número y distribución depende de la extensión de la finca, el tipo de terreno, los bebederos disponibles, y las especies de forraje por pastorear. Los dos sistemas de distribución son el convencional y el radial
Nutrición y salud	Alimentación e hidratación: Para ganado en praderas puede haber erosión del suelo por sobrepastoreo. Esto causa el empobrecimiento del suelo y la modificación de la composición de la vegetación y micro y mesofauna edáfica. Hidratación: Cuando el ganado obtiene el agua de fuentes naturales de agua, deterioran las riberas u orillas, y su biodiversidad asociada, contaminan dichas fuentes con excrementos y orina. Bioseguridad: El empleo de sustancias antisepticas para prevenir la dispersión de enfermedades puede contaminar químicamente los ecosistemas acuáticos. Manejo de animales muertos: No hay manejo, ni control adecuado de los animales muertos
Control de plagas	Se hace empleo de pesticidas, insecticidas, roncenticidas para combatir plagas, esto genera contaminación química de suelos y aguas.
Comercialización	Potrero-bascula: consiste en la venta del ganado en el sitio de producción
	Subasta ganadera: sistema moderno de comercialización
	Feria del ganado: bajo esta modalidad, es la oferta y la demanda, lo que determina el precio al productor
	Carne en canal: es el sistema más eficiente. Acarrea ventajas sobre economías en fletes. La garantía es la cadena de frio (problema frecuente)
	La industria láctea está representada por un número de firmas muy reconocidas por su trayectoria en el mercado, por los volúmenes y valores de ventas que manejan. Pero además, aquí también hay un número importante de pequeños y medianos establecimientos y empresas familiares.

la principal actividad agropecuaria es la ganadería, con mayor desarrollo de la ceba y el doble propósito en el Piedemonte de la cordillera oriental y la cría en la Altillanura y el Llano inundable. La distribución de las lluvias en esta región determina la estacionalidad en la producción, con problemas de baja disponibilidad y calidad de forraje en la época seca que va desde diciembre hasta marzo. Durante estos meses secos, la precipitación es de 243 mm en el Piedemonte y de 174 mm en la Altillanura. Este déficit hídrico hace que la productividad de las praderas se vea reducida, lo que tiene efectos negativos en los parámetros productivos del ganado (Rincón s.f.) .

Andrade et al. 2009, plantea que la ganadería extensiva en sabanas naturales, es la principal forma de ocupación del territorio en la región, donde tuvo una evolución de “cimarroneo” en el que se “generó una adaptación y modificación del ganado vacuno traído de España y las sabanas naturales”. Mientras que los fundos y hatos a parte de

las sabanas, incluyen otros ecosistemas asociados (caños o ríos, bosques de galería, humedales), los cuales proveen espacios para la agricultura de subsistencia.

El sistema de ganadería extensiva es el más antiguo y clásico de todos los existentes, en general consiste en mantener animales de escasa productividad, rústicos y no seleccionados, en un medio que no es compatible con usos agrícolas (Marín 1996). Procesos como la preparación del terreno para implementar el sistema, tales como la quema para desmontar especie arbustivas o para combatir enfermedades del ganado, hacen que se afecten ecosistemas y hábitats estratégicos como los bosques de galería o los morichales.

Problemática ambiental asociada al sector agropecuario

Tanto la Alta montaña cundiboyacense como la Altilanura, presentan una serie de problemáticas asociadas al sector agropecuario, ya sea por acciones directas o indirectas y como consecuencia de los diferentes desarrollos, proyecciones o políticas que se planteen para cada una de las regiones.

La identificación de la problemática fue resultado de la revisión para el diagnóstico y del levantamiento de información primaria a partir de los talleres regionales desarrollados en las dos zonas de estudio. El procesamiento de esta información se llevo a cabo mediante un análisis estructural⁸, el cual tiene como objetivo, clasificar las variables de acuerdo a su grado de incidencia en el sistema de problemas ambientales relacionados con la actividad agropecuaria.

La clasificación de las variables se realiza mediante la calificación de las relaciones entre cada una de las variables identificadas, la cual se procesa en la herramienta Mic Mac⁹. En esta metodología se realiza la jerarquización de las variables más importantes, así como de otras que aunque no son las principales si tienen una importante influencia en el sistema.

Uno de los aspectos para destacar antes de entrar en materia es la falta de estudios que cuantifiquen los efectos o impactos de las actividades agropecuarias sobre el ambiente natural, por lo tanto uno de los principales vacíos de información es la cuantificación de los efectos negativos o positivos en doble vía de las actividades agropecuarias como ambientales.

A continuación, se hace una descripción de la problemática desde la dos fuentes de información revisadas.

⁸ Ver modelo de evaluación ambiental del presente estudio para más detalles del análisis

⁹ Matriz de Impactos Cruzados – Multiplicación Aplicada a una Clasificación

Identificación de la problemática a partir de información secundaria

Como resultado de la búsqueda de información de informes, artículos, convenios y diversas fuentes bibliográficas, se presentan las principales problemáticas ambientales asociadas al sector agropecuario para la Alta montaña cundiboyacense, como para la Altillanura.

Los principales conflictos de uso del suelo en las áreas rurales de Colombia, están dados entre la agricultura y la ganadería, la actividad y las zonas de conservación, fenómeno que se evidencia en las dos zonas de estudio y que se describe a continuación (PNUD 2011, CAR 2012). Para el 2009 se observó que hay un fenómeno de subutilización de suelos con vocación agrícola, sonde de las 21,5 millones de hectáreas estimadas para actividad agrícola, solo se utilizan 4,9 millones para tal fin, es decir el 22, 7%, lo cual evidencia falta de planificación en el ordenamiento territorial y sectorial, derivando en una inadecuada utilización del suelo y por ende de malas prácticas agropecuarias, puesto que la gran mayoría de los suelos con vocación agrícola son utilizados en ganadería y proyectos de agroindustriales, exponiendo de esta manera la producción agrícolas con fines alimenticios.

Para la región de alta montaña cundiboyacense en general, las actividades de ganadería, agricultura y minería junto al excesivo crecimiento poblacional, han generado grandes consecuencias como las altas tasas de deforestación, la degradación de cuencas hidrográficas, contaminación por desechos residuales, agroquímicos de diversa índoles (CAR 2006).

Con respecto a la alta montaña cundiboyacense, la CAR y Fedepapa junto con otras organizaciones de productores de papa de Cundinamarca, firmaron el convenio para apuntar a una producción más limpia de la papa, en este convenio se reconocieron impactos ambientales desde este subsector, donde hasta el 2006 se identificaron 14.902 ha sembradas y para el 2011 se contaba con 21.588 (EVA 2011) sin contar aun con información confiable sobre la expansión de la frontera agrícola; por otro lado, el consumo del agua esta dado por dos fuentes: precipitación y fuentes hídricas. El requerimiento hídrico se estima en 50.000 lt/ha/día, de los cuales un alto porcentaje es cubierto por precipitación, mientras que los requerimientos hídricos para las actividades de fumigación se suplen a partir de las fuentes hídricas, de las cuales se estima que utilizan alrededor de 22.400lt/ha/año. Así mismo, se calcula que 800 lt de solución de agroquímicos es utilizada en cada aplicación por una hectárea, de los cuales el cultivo aprovecha el 40%, y el restante se refleja en la escorrentía. Los efectos de la erosión son otro aspecto importante de la problemática relacionada con este subsector, donde se considera que la pérdida de suelo es de 20 ton/ha/año, principalmente en cultivos con técnicas convencionales, sin dejar de lado las actividades de preparación por mecanización con tractor, donde los suelos son arados indiscriminadamente lo que favorece la acción del agua y del viento para el arrastre. Por último, se identifico que el 95% de los productores disponen de manera inadecuada los recipientes de los agroquímicos y residuos sólidos.

Además de la papa, la ganadería bovina y los denominados sistemas extensivos y súper-extensivos en la alta montaña, tiene su efecto principalmente en el suelo, alterando su estructura y dinámica ecológica, ya que las pisadas de los bovinos producen concavidades en el suelo y el incremento del pastoreo hace que se formen charcos; por otro lado se observa un efecto de compactación del suelo lo cual altera el desarrollo de vegetación nativa, procesos de descomposición de materia orgánica y aireación del suelo, lo cual incrementa la pérdida de micro y meso fauna que aportan en los diferentes procesos de fertilización natural y a la misma fertilidad del suelo que determina su vocación, por lo tanto la disminución de la fertilidad y el adecuado desarrollo de la vegetación natural, obliga a los productores a introducir pastos más productivos, pero más sensibles con la consecuente utilización de mayores cantidades de fertilizantes, mayor exposición a plagas, además de un incremento en la demanda del recurso hídrico. Lo anterior conlleva una mayor utilización de agroquímicos que generalmente son inadecuadamente utilizados y su impacto sobre el recurso agua genera eutrofización además de contaminación a este recurso, tanto en el suelo como en el subsuelo (Rodríguez-Romero 2010¹). La escorrentía de las tierras de cultivo y potreros procedentes de suelos fertilizados, es una importante fuente de nutrientes en aguas naturales. El deterioro del recurso hídrico para la región se refleja en casos como Fúquene, Cucunbá y Palacio, humedales de gran importancia la región, los cuales han sido sometidos a fuertes presiones debido a las actividades de ganadería lechera de la región (Fundación Humedales 2005).

De la situación expuesta, se presume que habría una disminución en los servicios ecosistémicos, y podría reflejarse en la vulnerabilidad de la funcionalidad ambiental de esta región, debido al efecto de las prácticas agropecuarias inadecuadas y de la falta de efectividad de mecanismos de seguimiento y control que puedan reducir y mitigar los efectos del sector sobre el capital natural y los beneficios de los servicios ecosistémicos, derivando por lo tanto en una insostenibilidad ambiental y productiva en la región a largo plazo. Sin embargo, cabe anotar que aun falta información sistemática y cuantitativa confiable sobre los efectos de las malas practica agrícolas sobre el capital natural y los servicios ecosistémicos, que de la posibilidad de dar conclusiones más precisas acerca de los problemas ambientales originados por actividades agropecuarias.

Al ser definida como la última frontera agrícola del país, la Altillanura viene siendo objeto de diferentes intervenciones que en muchas ocasiones no cuentan con las consideraciones naturales de la región. Para el caso de esta región la reconversión de sabanas naturales a sistemas de rotación como maíz-soya sin las prácticas de conservación para reducir problemas de erosión y de compactación de suelo –como aplicar materia orgánica, reducir el tiempo en que el suelo este desnudo con el fin de evitar la erosión, implementar sistemas de labranza conservacionista que permitan que el suelo pueda almacenar el agua en forma adecuada y reduzcan los problemas de escorrentía con pérdida de nutrientes y materia orgánica, va a tener efectos negativos (Ramírez s.f.).

¹ Plan de acción para el paramo de rabanal 2005 – 2010.

De acuerdo al proyecto de CORPOICA, “*Evaluación de la adopción e impacto de las tecnologías para el mejoramiento de la capacidad productiva de los suelos de la altillanura plana metense*”, las actividades agrícolas hasta el momento no muestran efectos negativos sobre el suelo en términos productivos, sin embargo hay que estar atentos a los cambios o pérdidas de la biodiversidad asociada al suelo, y a los efectos negativos que si se han observado en el aire, y agua. Observando la implementación de proyectos de desarrollo planeados para la región se presume que los ecosistemas estratégicos de la región pueden estar en riesgo, debido principalmente a la reconversión de los suelos y de la mala planificación sectorial.

Entre los principales efectos negativos asociados a actividades agropecuarias identificados para la región se encuentran, la erosión y la compactación del suelo así como las quemadas, la aplicación de herbicidas para la eliminación de coberturas vegetales de sucesión, la desecación de humedales, contaminación del agua y suelo por fertilizantes (DNP 2011).

En resumen, los principales problemas ambientales en los diferentes componentes biofísicos, asociados a las actividades agropecuarias se resumen en la tabla 16.

Tabla 16. Problemática ambiental asociada a prácticas agropecuarias. Adaptada de Rincón 2008, Banco Mundial 2008.

Efectos	
Ecosistemas acuáticos	Aporte de sedimentos a cuerpos de aguas superficiales que se reflejará en cambios en la turbidez del medio acuático por ganancia de partículas en suspensión.
	La contaminación indirecta de los ecosistemas acuáticos por agroquímicos ocurre cuando son contaminados por derivas, por la escorrentía o drenajes de áreas agrícolas tratadas; las aguas subterráneas pueden contaminarse por infiltración o lixiviación de los agroquímicos y pueden posteriormente contaminar ríos, quebradas y lagos
	Contaminación por desechos sólidos
	Desecación de humedales: constituye la sustitución de estos cuerpos de agua para implantar praderas con fines ganaderos principalmente.
Ecosistemas naturales Terrestres	Destrucción de Ecosistemas naturales relacionado con la expansión de la frontera agrícola o pecuaria, esto es posible consecuencia de combinar prácticas como tala de bosques, quema y procesos de colonización, estas son unas de las principales actividades que causan la destrucción de los ecosistemas terrestres (bosques amazónicos, bosques andinos, páramos, sabanas, morichales, y bosques de galería) y los servicios ecosistémicos que prestan cada uno de estos ecosistemas.
	Contaminación por agroquímicos dentro del ecosistema. El uso de agroquímicos puede llegar a contaminar los ecosistemas terrestres especialmente por su aplicación aérea.
	Acumulación de partículas de suelo dentro del ecosistema. Los materiales particulados pueden ser de tipo sólido o líquido, se encuentran dispersos en el suelo, son de tamaños muy pequeños y proceden de fuentes artificiales como cenizas, quemas.

	<p>Erosión. Entendido como el conjunto de procesos en la superficie de la corteza terrestre, que producen pérdida de materiales, en grado variable, por la acción natural de agentes morfogénicos como agua, viento, hielo y puede acelerarse por el uso excesivo de plaguicidas, fertilizantes, pastoreo, arado y deforestación. El pisoteo del ganado desgasta el suelo, hay compactación del mismo, aumento de la escorrentía superficial y contaminación de aguas</p>
<p>Suelo</p>	<hr/> <p>Compactación de las capas arables. Aglomeración o apiñamiento de las partículas del suelo exclusivamente por la expulsión de aire presentes en sus poros. Producidas por rodaduras, apisonado o vibración</p> <hr/> <p>Pérdida de la estructura del suelo. La estructura del suelo se ve afectada por las diferentes prácticas mecánicas que se desarrollan dentro del sistema productivo.</p>
<p>Componente atmosférico</p>	<hr/> <p>Aumento en niveles de material particulado procedente emisiones de fuentes como quemas y arados tecnificados</p> <hr/> <p>Contaminación por aspersión de agroquímicos: los plaguicidas pueden ser aplicados por vía aérea.</p> <hr/> <p>Aumento en los niveles de gases (emisiones) muchas de las actividades agropecuarias producen diferentes tipos de gases. Generalmente son hidrocarburos como el metano (CH4) y otros como el nitrógeno (N2), dióxido de carbono (CO2), SO2 y sulfuro de hidrógeno.</p>

Identificación de la problemática a partir de información primaria (percepciones locales)

A partir de la exploración de talleres regionales se identificaron las variables problemáticas (tabla 17) para las dos áreas de interés, donde a partir de un análisis estructural mediante el cual se determinó la incidencia entre las variables identificadas y priorizadas, mediante una calificación dada por un grupo de expertos, donde los valores se encuentran entre 0 y 3, siendo 0 el valor que determina una débil o, ninguna incidencia y 3 la incidencia más alta. En la figura 14, se presenta la matriz de calificación de incidencia, a partir de esta matriz se identificaron las variables que tienen mayor influencia en las regiones, que se denominarían como las variables de activas o entrada, las cuales son la que determinan el funcionamiento del sistema, que para este caso implicaría las variables motoras que están influyendo en el cambio de los sistemas naturales en las regiones; las variables claves o críticas, que son las más motrices y dependen de las claves estas son las que pueden perturbar el funcionamiento del sistema debido a la influencia de las activas; las variables pasiva o resultado, que son las que reflejan en cambio del funcionamiento de los sistemas y por ultimo las indiferentes que son las que cambian poco y no influyen en el funcionamiento del sistema¹⁰.

¹⁰ Ver modelo de evaluación ambiental del presente estudio para más detalles del análisis

Tabla 17. Variables problemáticas identificadas en talleres regionales para las dos regiones de interés. Alta montaña Cundiboyacense y Altilanura

Variable	Descripción
Falta de seguimiento y control	Se relaciona con la falta de acciones de evaluación, control y seguimiento ambiental en términos de deforestación, contaminación
Pérdida de biodiversidad	Factor de riesgo, expresado en pérdida de cobertura naturales (especies y hábitats contenidos en estas), asociado a la expansión de la frontera agropecuaria, a las prácticas agropecuarias y falta de planificación territorial.
Fallas regulatorias	Fallas en los de instrumentos jurídicos y administrativos, establecidos para regular la normativa ambiental y la conducta de los productores (grandes o pequeños). De tal manera que se garantice el bienestar y la calidad de vida de las poblaciones, que dependen de los beneficios de los servicios ecosistémicos derivados de las áreas naturales.
Afectación agua aire suelo	Se relaciona con la contaminación generada principalmente por el vertimiento de agroquímicos
Fallas de información	Se relaciona con los vacíos de información cuantificable de impactos ambientales asociados al sector agropecuario
Fallas institucionales	
Falta de Ordenamiento territorial	Relacionado con los vacíos ambientales en el momento de la planificación territorial, derivando en una anarquía que no respeta la legislación con respecto a los recursos naturales.
Deficiencia de conocimiento y transferencia de tecnología	Fallas en el intercambio de conocimiento entre el sector ambiental y agropecuario, de tal manera que se aporte en el fortalecimiento de agricultura sostenible y amigable ambientalmente
Cambios sistemas de vida	Cambios en las costumbres y tradiciones abruptas de las poblaciones: pequeños productores a grandes productores, pequeños propietarios a grandes arrendatarios
Malas practicas agropecuarias	Malas prácticas, en términos de, vertimientos de agroquímicos contaminantes, mecanización e implementación de tecnologías no compatibles ni sostenibles ambientalmente
Figuras de tenencia sin sujeción ambiental	Falta de figuras y regulación ambiental, sobre los los sistemas de tenencia de la tierra de tal manera que determinen quién puede utilizar los recursos y que tipo, temporalidad y condiciones ambientales.
Grandes arrendatarios sin control	Se relaciona con los cambios en los sistemas de vida, entrada de grandes emporios, que no son controlados por las autoridades ambientales.
Expansión de la frontera agrícola	Se relaciona, con al ampliación del sector agropecuario hacia suelos marginales, que implica mayor inversión económica y pérdida de servicios ecosistémicos
Afectación seguridad / soberanía alimentaria	Relacionado con los conflictos de uso suelo, como: suelos naturalmente agrícolas ocupados por sistemas ganaderos
Afectación salud humana	Se relaciona con las enfermedades asociadas a la contaminación
Falta de planificación intersectorial	Falta de una mesa intersectorial efectiva que aporte en la definición de los planes de ordenamiento territorial, agendas de inversión y mercados sostenibles y ambientalmente amigables
No internalización de costos ambientales	Aun no se asume ni se reconoce los costos de pérdidas de servicios ecosistémicos y biodiversidad
No diferenciación por tipo de escala de proyectos	La regulación ambiental, exige las mismas condiciones para pequeños productores y grandes productores, sin diferenciar la magnitud del impacto.
No regulación ambiental específica para MSF	Las medidas sanitarias, cualifican los productos y e se relaciona con especies plagas y en algunos casos invasoras que afectan la Biodiversidad nativa.
Alto riesgo de Pérdida de recursos	Se relaciona con la desecación de espejos de agua, contaminación,

Como resultado del análisis estructural, se identificó que las variables que más influyen sobre las demás, siendo estas la que están determinando los cambios de fondo en las regiones, estas variables se relacionan con *fallas en institucionalidad*, *fallas en regulación*, así como en el *seguimiento y control*, *deficiencia en transferencia y tecnología*, *falta de ordenamiento territorial*, en la tabla 18, se presentan las variables dentro de cada categoría, y donde se observa que desde la perspectiva local, los resultados de las fallas de institucionalidad, gobernanza y mecanismos efectivos desde las figuras ambientales del estado y la sociedad, los efectos sobre la biodiversidad a causa de actividades agrícolas son negativos en la generalidad. Por otro lado, se identificaron los limitantes asociados (tabla 19) y así empezar a determinar las alternativas¹¹ y recomendaciones desde el componente ambiental de esta evaluación.

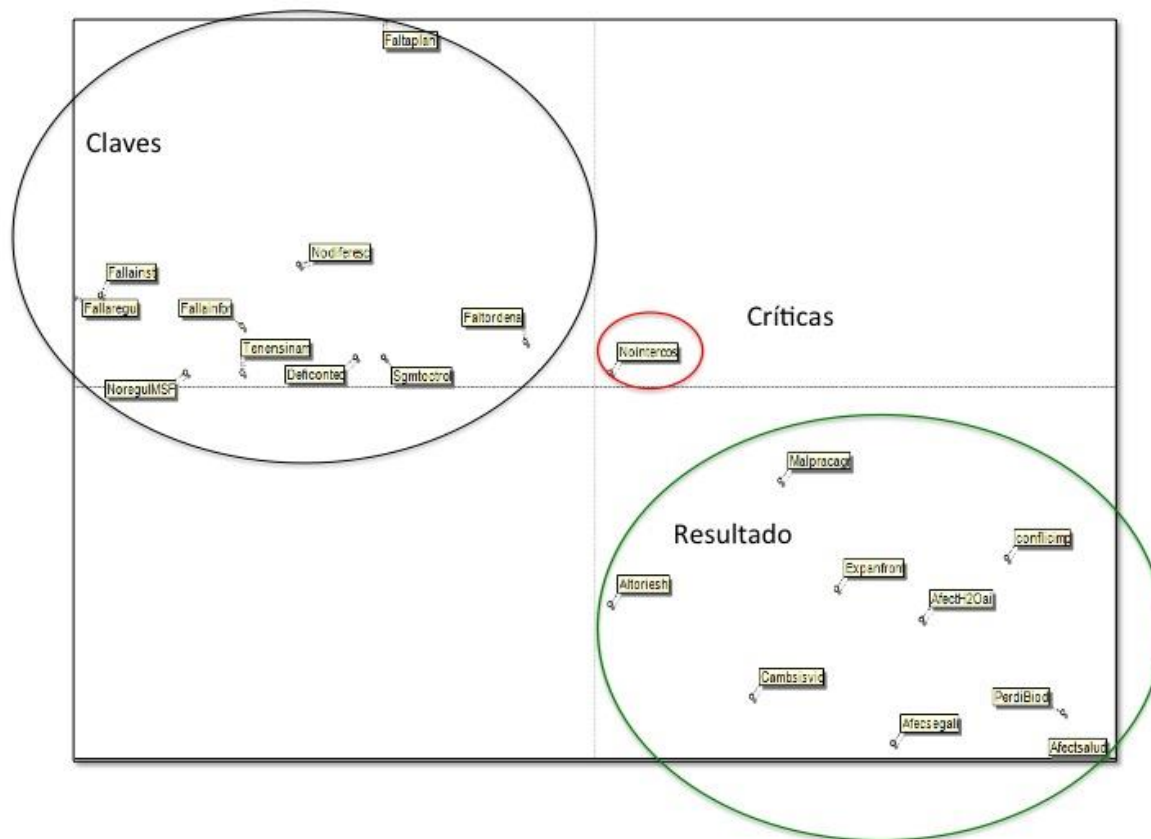


Figura 15. Análisis estructural, identificación de influencia entre variables problemáticas.

¹¹ Remitirse al capítulo de alternativas y recomendaciones de la evaluación.

Tabla 18. Categorización de las variables problemáticas asociadas al sector agropecuario, en la Alta montaña cundiboyacense y la Altillanura.

Claves	Criticas	Resultado
Falta planificación intersectorial		Malas prácticas agropecuarias
Falta Ordenamiento Territorial		Expansión de la frontera agrícola
Figuras de tenencia sin sujeción ambiental		Pérdida de estructura ecológica
Fallas regulatorias		Cambio de paisaje
Fallas de Información		Pérdida de Biodiversidad
Deficiencia en la gestión del conocimiento y transferencia tecnología		Generación proliferación especies invasoras
No internalización costos ambientales	No internalización de costos ambientales	Pérdida de recursos hidrobiológicos
Fallas institucionales		Contaminación
Falta de seguimiento y control		Deforestación
		Afectación calidad y cantidad de agua, suelo y aire
		Cambio climático
		Afectación a la seguridad alimentaria
		Afectación a la salud humana Desempleo, inseguridad

Tabla 19. Consolidación de limitantes asociados a las variables ambientales problemáticas, identificadas en los talleres regionales,

CONSOLIDACIÓN DE VARIABLES IDENTIFICADOS EN LA ZONA DE ALTAMONTAÑA	
<p>Tipo de incidencia: variables activas son las variables que influyen sobre las demás, sin sufrir mucho sus efectos, son fuertemente motrices y determinan el funcionamiento del sistema.</p>	
VARIABLES PROBLEMÁTICAS	LIMITANTE
Falta de seguimiento y control	Falta de preparación técnica y capacidad institucional.
Deficiencia en la transferencia de conocimiento	Ausencia de programas nacionales que fomenten el conocimiento de nuevas alternativas para la sostenibilidad del socioecosistema y el campo en su aspecto productivo. Falta de recursos financieros por parte de las autoridades territoriales. Falta de personal capacitado y de programas de extensión.
Información desactualizada	Debilidad institucional para generar sistemas de información modernos, confiables y con potencial de uso.
Centralismo	El modelo de desarrollo basado en la descentralización financiera y administrativa no ha logrado consolidarse, debido en parte a la debilidad institucional territorial, a la ineficiente formación académica y a las prácticas centralistas de los tomadores de decisión.
Quemas	Ausencia de la autoridad ambiental, falta de monitoreos y recorridos de campo que permitan identificar la infracción de la norma en este sentido. Falta de señalización ambiental y de capacitación al productor por parte de los ministerios involucrados. Prevalencia de creencias culturales arraigadas las cuales se convierten en mitos de producción.
Actividad Minera	Debilidad institucional, claridad en la normatividad ambiental, desplazamiento de la fuerza laboral, interés económico sobre lo ambiental, falta de transferencia tecnología en las explotaciones, inestabilidad de precios, falta de monitoreo en la explotación (leyes y normas)
Desconocimiento y mala aplicación de políticas	Incumplimiento de la normatividad, falta de eficiencia de entes y autoridades, desconocimiento de los gestores ambientales municipales, conflictos de autoridad y fragilidad institucional.
Falta de ordenamiento territorial	Los planes de ordenamiento territorial no corresponden a la realidad del territorio. Muchos son realizados por agentes externos a la zona, quienes son ajenos a la problemática ambiental, económica, social y cultural de los territorios. Se desconocen los determinantes ambientales.
Malas practicas agropecuarias	falta de aplicación de incentivos, dificultad para cambiar la mentalidad, no hay un sistema nacional de transferencia de tecnología, no hay continuidad en los procesos, insuficientes recursos asignados para aplicación de tecnologías, falta de información puntual para el productor, informalidad en las unidades productivas, no cumplimiento en la normatividad de uso del suelo, difícil acceso a los mercados.
<p>Tipo de Incidencia: Claves, son las variables reto del sistema y son muy motrices y muy dependientes. Perturban el funcionamiento normal del sistema. Son por naturaleza inestables.</p>	
VARIABLES PROBLEMÁTICAS	LIMITANTE
Cambio en uso del suelo	
Cambio climático	Factor externo no controlable, falta de conocimiento y de apoyo técnico y económico para estrategias de adaptación y mitigación.

Expansión de la frontera agrícola	Falta de control y de mecanismos para evitar la expansión en el marco del EOT y el POT. Falta de educación ambiental y/o información. Falta de recursos para el seguimiento y control y falta de conocimiento de otros sistemas productivos.
-----------------------------------	--

Tipo de Incidencia: Resultado o pasivas, dan cuenta del funcionamiento del sistema, son las variables sensibles. Se pueden asociar a indicadores de evolución pues se traducen fuertemente como objetivos.

Variables Problemáticas	LIMITANTE
Generación proliferación especies invasoras	Algunas especies como las ornamentales han sido introducidas sin control para jardines y cercas, especialmente en las casas campestres y como resultado de la urbanización.
Perdida de Biodiversidad	Desconocimiento de normas y falta de recursos. Falta de apropiación e identificación de la biodiversidad como recurso.
Pérdida de estructura ecológica	Excesiva mecanización y mal manejo del suelo, tala de bosques y páramos.
Cambio en el paisaje	Falta de cumplimiento en los planes de ordenamiento territorial.
Contaminación	Las autoridades ambientales y las responsables de la salud pública no ejercen controles efectivos sobre las actividades productivas generadoras contaminación de recursos
Afectación calidad y cantidad de Agua	Tala de bosques y páramos indiscriminada, falta de conciencia de la comunidad en cuanto a la conservación del agua. No respeto de las rondas protectoras de las fuentes de agua.
Deforestación	Falta de seguimiento y control de la tala de bosques y afectación de páramos para ampliar la frontera agrícola.

CONSOLIDACIÓN DE VARIABLES IDENTIFICADOS EN LA ZONA DE ALTILLANURA

Tipo de Incidencia: Activas: son las variables que influyen sobre las demás, sin sufrir mucho sus efectos, son fuertemente motrices y determinan el funcionamiento del sistema.

Variables problemáticas	LIMITANTES
Falta de seguimiento y control	Falta de legislación, desconocimiento de normas, falta de recursos para operar, falta de coordinación interinstitucional publico y privado, falta de participación a la comunidad e interés por parte del gobierno, las normas no responden a la realidad de la región
Deficiencia en la transferencia de conocimiento	Falta de capacidad institucional, legislación y transferencias inapropiadas
Pruebas sísmicas	Desconocimiento y falta de claridad sobre proyectos de exploración Desconocimiento de normas ambientales Falta de seguimiento y control riguroso Ausencia de políticas específicas y estrictas Falta de participación. Imposición de nuevos modelos productivos en región Desconocimiento de potencialidad del recurso hídrico Ausencia de presupuesto para temas de riesgos ambientales
Información desactualizada	Debilidad institucional para generar sistemas de información modernos, confiables y con potencial de uso.

Centralismo	El modelo de desarrollo basado en la descentralización financiera y administrativa no ha logrado consolidarse, debido en parte a la debilidad institucional territorial, a la ineficiente formación académica y a las prácticas centralistas de los tomadores de decisión.
Fumigaciones aéreas	Falta de seguimiento y control riguroso Desconocimiento de normas ambientales Mala aplicación de practicas agrícolas Ausencia de normas y políticas específicas y estrictas Pérdida de diversidad cultural
Quemas	Desconocimiento de mecanismos de prevención Falta de mecanismos de participación para comunidades indígenas Falta de capacitación para prevención de quemas antrópicas y adaptación al cambio climático Falta de transferencia de conocimiento y de tecnología
Malas practicas agropecuarias	Falta de seguimiento y control riguroso Desconocimiento de normas ambientales Mala aplicación de practicas agrícolas Ausencia de normas y políticas específicas y estrictas Pérdida de diversidad cultural
Desconocimiento y mala aplicación de políticas	Falta de capacitación y transferencia de conocimiento
Falta de ordenamiento territorial	Falta de apoyo institucional Desconocimiento del conocimiento tradicional Falta de capacitación ambiental

Tipo de Incidencia: Claves, son las variables reto del sistema y son muy motrices y muy dependientes. Perturban el funcionamiento normal del sistema. Son por naturaleza inestables.

Variables problemáticas	LIMITANTES
Cambio en uso del suelo	Falta de seguimiento y control riguroso
Cambio climático	Es un factor externo no controlable Falta de conocimiento y de apoyo técnico y económico para estrategias de adaptación y mitigación (enfrentar plagas nuevas y técnicas de ecología del paisaje) Ausencia de normas y políticas específicas y estrictas
Expansión de la frontera agrícola	Falta de seguimiento y control riguroso

Tipo Incidencia: Indiferentes o excluidas: sufren poco de los efectos de las demás variables e influyen poco sobre las demás variables.

Variables problemáticas	LIMITANTES
Mal uso de fertilizantes y plaguicidas	Falta de seguimiento y control riguroso Desconocimiento de normas ambientales Mala aplicación de practicas agrícolas Ausencia de normas y políticas específicas y estrictas Pérdida de diversidad cultural
Falta de plan de contingencia para sequias	Falta de conocimiento y apoyo técnico

Tipo de Incidencia: Resultado o pasivas, dan cuenta del funcionamiento del sistema, son las variables sensibles. Se pueden asociar a indicadores de evolución pues se traducen fuertemente como objetivos.

Variables problemáticas	LIMITANTES
Generación proliferación especies invasoras	Falta de seguimiento y control riguroso Falta de conocimiento y asesoría técnica
Perdida de Biodiversidad	Desconocimiento de normas y falta de recursos Falta de legislación y políticas ambientales Contaminación de fuentes hídricas Falta de incentivos para la conservación Desconocimiento de la biodiversidad regional Vacíos de conocimiento de línea base
Pérdida de estructura ecológica	Falta de planificación en el ordenamiento territorial, basado en la estructura ecológica Falta de articulación entre los sectores Falta de normatividad o desconocimiento de la norma Los sectores productivos desconocen la riqueza ambiental
Cambio de paisaje	Falta de seguimiento y control riguroso
Contaminación	Falta de seguimiento y control riguroso Políticas inequitativas Desconocimiento y mala aplicación de normatividad Falta de ordenamiento territorial Falta de apoyo científico técnico del gobierno
Afectación calidad y cantidad de Agua	Falta de claridad sobre los proyectos de exploración, es decir deficiente información disponible para la comunidad Desconocimiento de normas ambientales (por parte de los pobladores locales) Falta de seguimiento y control riguroso Ausencia de normas y políticas específicas y estrictas Falta de participación de la población local debido a inadecuadas convocatorias Imposición de nuevos modelos productivos en región Adopción de modelos productivos insostenibles Mal manejo de residuos sólidos peligrosos
Deforestación	Falta de seguimiento y control riguroso Desconocimiento de políticas y normas Crecimiento desmedido de monocultivos y plantaciones forestales Incentivos perversos Debilidad institucional

Cambio Climático (CC) como motor de cambio

El IPCC¹² resume los efectos potenciales sobre la biodiversidad de la siguiente manera: la concentración de CO₂ en la atmósfera afecta al nivel y eficiencia de la fotosíntesis y al uso de las aguas, lo que puede afectar a la productividad de las plantas y a otros procesos de los ecosistemas. Los factores climáticos también afectan a la productividad vegetal y animal, así como a otras funciones del ecosistema (IPCC 2007).

En términos de los avances desarrollados en Colombia sobre el cambio climático sobre el sector ambiental y agropecuario, son pocos los trabajos que se han llevado a cabo en el país, al respecto, son Instituciones como el CIAT, CORPOICA y el IDEAM las que han publicado y presentado resultados de diferentes investigaciones y proyectos piloto en este sentido.

IDEAM en el 2008, publicó la segunda comunicación de realizó una evaluación de los cambios en temperatura y precipitación mediante la evaluación de series de datos provenientes de 600 estaciones para el período 1971 - 2000, donde se observó una reducción en la precipitación en sectores de la región Andina, el sur de la región Pacífica y el pie de monte de la Orinoquia. Mientras que para la región Caribe, el norte de la región pacífica y la Amazonía colombiana se observó un incremento en las precipitaciones. Con respecto a la temperatura, se encontró un aumento de 0.17°C por década. Por otro lado, mediante la generación de escenarios de cambio climático para el 2011 - 2040, se sugiere un aumento de temperatura previsto en 1.4°C, 2.4°C para el 2040 - 2070, y 3.2°C para el 2071 -2100.

De acuerdo a esta comunicación, se resalta la vulnerabilidad de los ecosistemas asociados al Orobioma Alto Andino debido a que la regulación del recurso hídrico asociada a estos ecosistemas, puede verse afectada si las tendencias presentadas en la comunicación continúan presentándose. De otro lado se pueden esperar cambios en los regímenes del ciclo hidrológico, relacionado con el aumento de tormentas y periodos prolongados de sequía, los cuales se reflejarían en el comportamiento de las cuencas y por lo tanto condicionar las actividades de sistemas productivos asociadas a ellas.

Con respecto al sector agrícola, se plantea que para el periodo 2011 - 2040 habrá un alto impacto del cambio climático y variabilidad climática sobre grandes áreas de cultivos transitorios y anuales en el Meta 266.000 ha, es decir el 92% del total del áreas de la región (Figura 16), además plantean una alta vulnerabilidad de estos cultivos en la región.

¹² Panel Intergubernamental de Cambio Climático

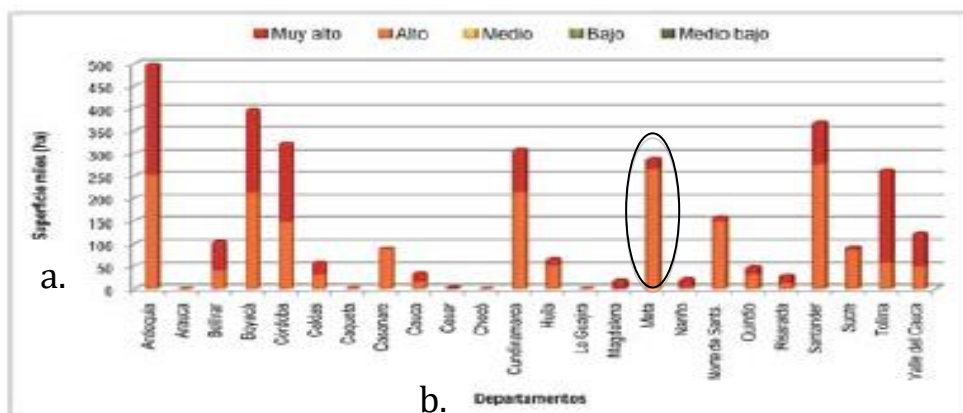


Figura 16. Impactos potenciales en áreas de cultivos transitorios y anuales por departamentos (IDEAM 2008). a. Superficie en ha; b. Departamentos.

CORPOICA en el 2008, planteo el programa de cambio climático el cual tenía entre uno de sus objetivos, iniciar en Colombia el análisis de los efectos del cambio climático en la distribución y densidad de población de especies plaga y fitopatógenos de los cultivos, mediante la investigación sobre los efectos del cambio climático en la distribución y abundancia de especies de importancia económica para la agricultura en Colombia. Para lo cual desarrollo cuatro proyectos piloto en las siguientes regiones, Altiplano Cundiboyacense, Sierra Nevada de Santa Marta y región central del eje cafetero (tabla 20).

Tabla 20. Proyectos de cambio climático desarrollados por CORPOICA en el 2008.

Proyecto	Región	Objetivo
Modelización del efecto del cambio climático sobre la distribución de la garrapata <i>Rhipicephalus (Boophilus) microplus</i> en el trópico alto colombiano.		Aportar, mediante el uso de sistemas georeferenciados y de modelos basados en cambio climático, información sobre la distribución y dinámica poblacional de la garrapata del ganado <i>Rhipicephalus (Boophilus) microplus</i> en el trópico medio y alto de Colombia
Desarrollo de un sistema de manejo y alerta temprana para la chinche de los pastos <i>Collaria scenica</i> , en relación con la variabilidad y el cambio climático en el Altiplano Cundiboyacense.	Altiplano Cundiboyacense	Desarrollar un sistema de manejo y de alerta temprana para la chinche de los pastos con base en el estudio del comportamiento de sus poblaciones, bajo las condiciones actuales de variabilidad climática y que responda a potenciales escenarios de cambio climático

La metodología planteada para estos proyectos estuvo basada en la modelación de distribución de especies o nicho ecológico, la cual utilizaron para proyectar la distribución de las especies en escenarios de cambio climático para el periodo del 2020. Los resultados de estas investigaciones sugirieron que habrá una expansión de las áreas potenciales de distribución para las especies estudiadas, tanto latitudinalmente como hacia zonas de mayor altitud, también se identificaron las variables climáticas que influyen en el establecimiento y distribución de estas especies, esta información es clave para el sector agropecuario es clave para establecer programas de seguimiento y alternativas potenciales de adaptación, con el fin de prevenir consecuencias ambientales y económicas.

Más adelante en el año 2011, CIAT y CORPOICA con apoyo del Ministerio de Agricultura establecieron una alianza para desarrollar un programa de investigación, que tiene como objetivo Fortalecer la generación de conocimiento, investigación, desarrollo tecnológico e innovación para la Orinoquia colombiana y estudios de cambio climático nacional, a través de la integración y articulación interinstitucional. Bajo este convenio se llevo a cabo el proyecto *“Desarrollo metodológico para evaluar vulnerabilidad y cambio climático a nivel regional: proyecto piloto en la Altiplanura Colombiana.* De manera general, como resultado de este proyecto se construyo un modelo metodológico para analizar y evaluar los riesgos de la variabilidad y el cambio climático, así como la viabilidad socioeconómica de medidas de adaptación y mitigación en los sistemas de producción de la Altiplanura plana colombiana. Para la construcción de este modelo, se analizaron y actualizaron las bases de datos espaciales climáticas de WorldClim¹³, se desarrollaron modelos de distribución de especies para plagas de cultivos de la región, y áreas potenciales para la distribución de cultivos como el caucho y la soya para los periodos del 2030 - 2050.

cultivos como la soya en Puerto López y Puerto Gaitán, bajo análisis de escenarios de variabilidad climática en el año 2030 indica que las siembras realizadas durante el segundo semestre del año probablemente estarán más expuestas a factores de estrés climático lo que ocasionará reducciones en la producción del cultivo de la soya. Variaciones drásticas en las condiciones climáticas continuaran afectado los rendimientos del cultivo de la soya en la región (figura 17)

¹³ Base de datos contiene promedios de largo plazo (1950-2000) de temperaturas máximas, mínimas y medias mensuales, y precipitación total mensual (Hijmans, et al., 2005), disponible en <http://www.worldclim.org/>.

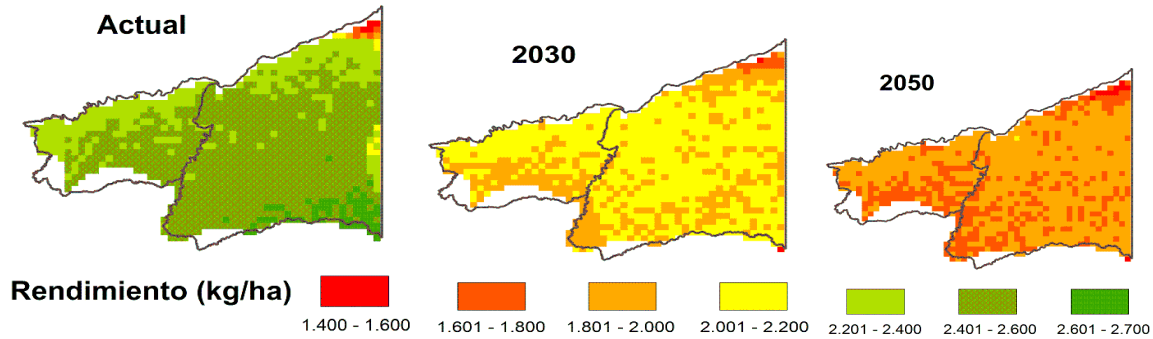


Figura 17. Estimaciones de las productividades de soya con el modelo DSSAT para los escenarios de cambio climático en los municipios de Puerto López y Puerto Gaitán.

Ramírez (2012), mediante la modelación de que de los 28 cultivos de importancia económica para el país expuso, que *“si no se toman medidas de adaptación, el 80% de los cultivos sería impactado en más de 60% de sus áreas actuales de cultivo, con efectos particularmente graves en los de alto valor cultivos perennes y exportable. Los impactos también incluyen el suelo la degradación y la pérdida de materia orgánica en las laderas de los Andes; inundaciones probablemente en el Caribe y las costas del Pacífico; pérdidas de nicho para el café, las frutas, el cacao y el banano, los cambios en prevalencia de plagas y enfermedades, y el aumento de la vulnerabilidades de los pequeños agricultores sin desarrollo técnico”*.

Otro efecto con el que se relaciona la agricultura al CC, es la emisión de gases de efectos de efecto invernadero (GEI), donde se estima que aproximadamente el 15% de estos gases provienen de la actividad agropecuaria, y que el 50% proviene de la ganadería y el restante 50% provienen de emisiones de metano de cultivos de arroz, del uso inadecuado de fertilizantes nitrogenados en cultivos anuales y perennes así como de la deforestación (CORPOICA 2012).

En este contexto es esencial desarrollar sistemas agropecuarios más productivos, que reduzcan las emisiones por unidad de producto y que contribuyan a mejorar el secuestro de carbono y evaluar la eficiencia biológica y económica de las medidas de adaptación y mitigación (CORPOICA 2012).

Evaluación de riesgos ambientales asociados al sector agropecuarios

El alcance del riesgo de esta evaluación, esta enmarcado en lo que se denomina *gestión del riesgo*, se encuentra en el nivel de la **identificación del riesgo** y específicamente en el levantamiento de información y una aproximación desde la información secundaria sobre el conocimiento de las amenazas, los impactos, efectos y riesgos ambientales potenciales, asociados al sector agropecuario, y acorde a la definición de riesgo planteada para la presente evaluación¹⁴.

Para identificar las amenazas ambientales asociadas al sector agropecuario, se tomo como base la siguiente definición, *“la ocurrencia de un fenómeno natural o inducido por el hombre, con la capacidad de generar daños o pérdidas en un lugar y momento determinado”* (DNP 2005, IDEAM 2008). Los eventos a los que están asociadas las amenazas para la presente evaluación son de tipo **antrópico** y **socio-natural** (Olivera 2007), ya que tienen que ver con la intervención del hombre sobre el medio y acciones directas del mismo de manera no intencional, entre estas se pueden encontrar accidentes generados por actividades industriales, contaminación ambiental, deslizamientos e inundaciones principalmente. Una de los aspectos que llama la atención sobre la definición del riesgo, la evaluación y el análisis, es el vacío de una evaluación sobre los riesgos ambientales asociados al sector agropecuario, y por lo tanto habría que empezar a construir las bases para este desarrollo. En la figura 18, se presenta un resumen de los riesgos ambientales a partir de información secundaria, donde se incluyen componentes desde la oferta ambiental, pasando por la actividad humana (siendo la agricultura y ganadería la que nos compete en ese informe), las amenazas, los impactos los efectos y el riesgo.

Entrando en materia, valdría la pena mencionar que, no hay que desconocer que en esta constatación de cambio social, de desarrollos económicos y tecnológicos, en los territorios y sus ecosistemas ya afectados, la agricultura de cierta manera se ha convertido en proveedor de servicios ecosistémicos que no son reconocidos, como servir de conectores en corredores biológicos, además de cumplir con su función primaria que es suplir la creciente demanda de alimentos y otros productos agropecuarios de importancia social, y a su vez, en variadas ocasiones apoya la función del secuestro de carbono en zonas ya transformadas.

Sin embargo, tampoco hay que desconocer que la agricultura es el principal usuario de los sistemas naturales y sus servicios ecosistémicos, por lo que políticas de fomento agropecuario (no planificadas adecuadamente), y malas prácticas agropecuarias,

¹⁴ *“el riesgo ambiental se entiende como la probabilidad de ocurrencia de un daño o un impacto que afecta la funcionalidad del territorio para la prestación de los servicios ecosistémicos, el bienestar de la población y la sostenibilidad agropecuaria y rural, debido a la interacción entre las actividades inadecuadas de las cadenas de producción agropecuaria y la vulnerabilidad de los socio-ecosistemas y sus componentes (aclarar desde la política PNGIBSE) en un periodo de tiempo específico”*

contribuyen al agotamiento de aguas subterráneas, la contaminación por agroquímicos, al desgaste de los suelos y al cambio climático (Figura 19). Por lo tanto, las principales amenazas derivadas del sector agropecuario están relacionadas con eventos derivados de sus actividades, tales como: **Emisiones al ambiente al aire, suelo y agua** por vertimientos de agroquímicos, que a su vez se relacionan con emisiones de gases efectos invernadero (GEI), **tala de bosques, quemas y desecación de humedales**, asociados a la ampliación de la frontera agrícola y reconversión del uso del suelo¹⁵ (tabla 20) (Banco Mundial 2008, Ramírez 2009, Olivera 2007).

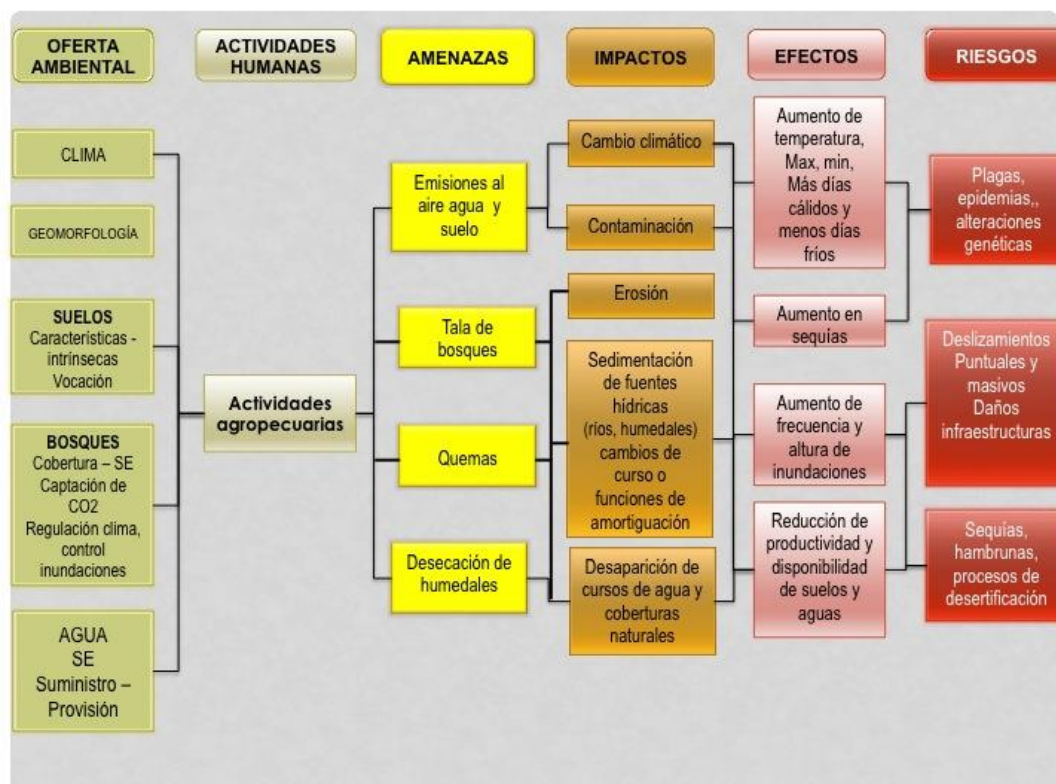


Figura 18. Amenazas riesgos ambientales asociados al sector agropecuario. Adaptado de Olivera 2007.

A continuación se presentan alguna de la información más relevante sobre los riesgos ambientales derivados del sector agropecuario sustentada por proyectos e investigaciones de entidades que han trabajado tanto en la Alta montaña como la Altillanura.

De acuerdo a la CAR 2012, el estado ambiental de la región de Alta montaña es crítico, debido a los requerimientos ambientales y servicios a las ciudades, por lo tanto se considera que las actividades antrópicas son la causa principal de la disminución y pérdida de la biodiversidad. Para la región de Altillanura, llama la atención la

¹⁵ Ver problemática ambiental del presente informe, en este aparte se describe de manera más detallada los efectos sobre el ambiente por parte de actividades agropecuarias.

situación de los municipios de Puerto López y Puerto Gaitán se encuentra un excesivo uso del suelo agrícola por técnicas de cultivo inapropiadas y realización de actividades agropecuarias y forestales en tierras no aptas; tales afectaciones también inciden en la reducción del potencial de aprovechamiento de servicios ambientales, captación de CO2 y ecoturismo. (DNP 2011). Asimismo, en el caso de la reconversión de suelos y la implementación de tecnología en la región como los monocultivos y el uso excesivo de insumos agroquímicos, así como el cambio de cultivos permanentes por semestrales y la introducción de gramíneas así como el desconocimiento de los efectos de esta introducción a corto plazo, son efectos importantes que deben tenerse en cuenta en la identificación de los riesgos asociados al sector agropecuario. Por otro lado, hay que tener en cuenta que las actividades agropecuarias se llevan a cabo principalmente sobre caños, importantes ecosistemas proveedoras de Servicios Ecosistémicos.



Figura 19. Causas – Consecuencias en relación las Actividades agropecuarias como causas al Cambio Climático y consecuencias sobre la Biodiversidad y Servicios ecosistémicos.

Tomando como referente los resultados de la huella hídrica con línea base al 2008 y con la selección de los productos agrícolas más relevantes para este periodo, se presentan resultados donde se identifica que el sector agrícola es el que más impacto tiene sobre el recurso hídrico, en términos de consumo, sobre el sector energético, domestico, acuícola, pecuario, industrial y de servicios (WWF 2012). Cabe resaltar que a nivel departamental, Meta y Cundinamarca son de los departamentos con mayores valores de huella hídrica.

En este trabajo se identificó, que la huella hídrica verde¹⁶ agrícola es el 88% a nivel nacional (32.442.000 mm³/año), la gris es el 5% (2098 mm³/ año) y la azul el 7% (2804mm³/año). Viéndose una Presión ejercida hacia el recurso hídrico por parte de productos de alto consumo de agua como el cultivo de café, maíz y arroz, quienes suman el 45 % de la huella hídrica a nivel nacional, entre tanto la palma africana se encuentra entre los primeros cultivos con mayor valor de huella hídrica.

Las causas mencionadas anteriormente, son respuesta de acciones acumulativas de actividades antrópicas, que someten a los recursos naturales a una presión sin precedentes, que debido a vacíos de información como la valoración y cuantificación de los servicios ecosistémicos involucrados en cada una de las actividades agropecuarias, la falta de inclusión en muchas ocasiones de las consideraciones de biodiversidad propuestas por diferentes autores normas y políticas, así como la transferencia de conocimiento desde el sector ambiental al sector productivo, hacen que la efectividad de reglamentaciones y la vinculación de las mismas en las políticas lo programas y los proyectos sean de manera descriptiva, en la tabla 21, se presentan las principales causas, sus impactos con los pocos datos cuantificados que se encontraron para las regiones de interés de la presente evaluación, así como los riesgos ambientales asociados al sector agropecuario y derivados de estos impactos.

¹⁶ **Huella hídrica verde:** es el volumen de agua lluvia que se consume por la vegetación y no se convierte en escorrentía. Esta agua se almacena en los estratos superficiales del terreno satisfaciendo la demanda natural de la vegetación y los cultivos.

Huella hídrica azul: es el volumen del agua dulce extraído de una fuente superficial o subterránea, que responde a un déficit en la disponibilidad del agua procedente de la lluvia. El agua azul contiene conceptos implícitos de escasez y competencia por el recurso hídrico.

Huella hídrica gris: hace referencia a la contaminación y se define como el volumen de agua teórico necesario para lograr la dilución de un contaminante específico de forma tal que no altere la calidad del agua en el cuerpo receptos. No se refiere a generar un nuevo consumo, sino a reducir el volumen de contaminante.

Tabla 21. Causas, impactos y riesgos ambientales asociados al sector agropecuario en las Regiones de Alta Montaña y Altillanura.

Causa	Impacto	Datos cuantificados	Riesgos
Expansión de la frontera agrícola Grandes monocultivos Incorporación de Tecnologías no sostenibles Malas prácticas agropecuarias	Deforestación	<p>Perdida de sabanas Naturales por cultivos en la Orinoquia entre un 0.3% para 1970 – 1985y 0.9% entre el 2000 – 2007 (Romero et al. 2011). La cobertura boscosa del área del páramo de Guerrero disminuyó en un 65% en un período de 67 años entre 1940 – 2007 (León 2011)</p>	<p>Intervención de ecosistemas estratégicos</p> <p>Destrucción de nichos ecológicos</p> <p>Deterioro de nacimientos de agua</p> <p>Pérdida de formaciones detríticas</p> <p>Destrucción de paisajes</p> <p>Disminución de cobertura vegetal nativa</p> <p>Alteración régimen de lluvias y clima local (microclimas)</p> <p>Desaparición de paisaje</p>
	Agotamiento fuentes de agua	<p>7% del total del área de los humedales del área de influencia del páramo de Rabanal han sido desecados para actividades agropecuarias (plan de acción páramo de Rabanal 2005- 2010)</p>	<p>Pérdida capacidad reguladora de las microcuencas</p> <p>Pérdida de morfología de los cauces de agua</p>
	Erosión	<p>La pérdida de suelo asociada al cultivo de la papa, es de 20 ton/ha/año (CAR - fedepapa 2006, Proyecto Checua)</p> <p>En la Altillanura se estima en 80ton/ha/año (Bustamante 1999)</p>	<p>Remoción laminar del suelo</p> <p>Pérdida acelerada de suelos</p> <p>Disminución de la calidad agrícola de los suelos.</p> <p>Destrucción del paisaje</p> <p>Aumento de la susceptibilidad estructural</p> <p>Alteración del suelo y pérdida completa a largo plazo de sus propiedades bioquímicas</p>
	Contaminación	<p>15% de los GEI provienen de actividades agropecuarias (50% ganadería, 50% a actividades de emisiones de metano de cultivos de arroz, del uso inadecuado de fertilizantes nitrogenados en cultivos anuales y perennes así como de la deforestación (Corpoica 2012)</p>	<p>Incremento de emisiones de CO₂</p>

El 40% de los agroquímicos utilizados en el cultivo de la papa es aprovechada por el cultivo mientras que el restante se refleja en la escorrentía (CAR - fedepapa 2006, Proyecto Checua)
El 95% de los productores de papa disponen de manera inadecuada los recipientes de los agroquímicos y residuos sólidos (CAR - fedepapa 2006, Proyecto Checua)

Pérdida de recursos hidrobiológico, Pérdida de calidad de agua por degradación física, química y/o biológicas

Pérdida de productividad y propiedades del suelo

CONCLUSIONES

La base de las actividades agropecuarias se fundamenta en la oferta de servicios ecosistémicos derivados los ecosistemas naturales, lo cual convierte al sector en el principal usuario de la oferta ambiental.

Las malas prácticas agropecuarias, la expansión de la frontera agrícola, la implementación de tecnologías poco adecuadas y acordes al las condiciones de Colombia, se convierten en las principales causas que amenazan la sostenibilidad de los sistemas naturales y por ende los Servicios ecosistémicos.

Falta la implementación de un enfoque integral, que involucre programas ambientales y agropecuarios, que tengan la capacidad de responder a fenómenos como el cambio climático, en gran parte es consecuencia de los impactos del sector agropecuario.

El sector agropecuario aun no ha interiorizado los costos ambientales de sus actividades, a pesar de que adelante acciones para entender y definir el riesgo y este sea descontextualizado del territorio y la estructura ecológica del mismo, sus medidas de adaptación o de mitigación frente a fenómenos como el cambio climático y la variabilidad climática, no serán sostenibles ni exitosas.

Se considera que la funcionalidad ambiental y su implicación en la sostenibilidad social y productiva no es determinante al momento de definir las proyecciones de inversión del sector agropecuario, ni procesos de planificación

Vacíos de información

A manera de resumen, a partir de la información revisada se pudo identificar que, hay vacíos en trabajos sobre cuantificación y valoración de servicios ecosistémicos relacionados en el sector agropecuario, a pesar de que ya están identificados y hay algunos indicadores propuestos, una cuantificación para el sector de interés no se encontró. A pesar de la existencia de estudios sobre sostenibilidad ambiental, no hay estudios claros sobre la funcionalidad ambiental del territorio en términos de producción agropecuaria, este un trabajo de gran importancia, teniendo en cuenta las proyecciones de mercados y políticas que se están planteando principalmente en la región de la Altilanura.

Entrando en el detalle desde la investigación técnico – científica, los vacíos identificados fueron:

Información espacial en cuanto a la **evaluación de los impactos** que tienen el sector agrícola del país al medioambiente y un interés particular a estudiar ciertas regiones del territorio nacional que cuentan con mayor información, detalle y actualidad, como lo es el caso de la Altilanura en comparación con la Alta montaña.

Información sobre estado de los **servicios ecosistémicos** y agroecosistémicos a nivel municipal.

Información y conocimiento entre la **relación agro-ambiental** necesaria para el desarrollo nacional, regional y local; generando información espacial actualizada que enriquezca el conocimiento de la funcionalidad ambiental, con relacionamientos históricos entre los aspectos productivos y las dinámicas ecológicas. No se cuenta con un sistema de información sectorial agropecuaria ni ambiental que dé cuenta de los impactos ambientales generados por las actividades productivas en el territorio.

Vacíos en sistemas de **monitoreo efectivos** territoriales que detecten los cambios inusuales en el uso del suelo y servicios ecosistémicos especialmente en las zonas de protección o zonas de alto valor de patrimonio natural.

Información sobre la **utilización de los recursos de fauna y flora** para obtener una visión integral del funcionamiento y relación de los sistemas productivos con la biodiversidad que permitan entender dinámicas del uso de los recursos naturales por parte del sector agropecuario y emplear variables como riqueza y rareza florística, fragilidad ecológica y excentricidad espacial en la matriz de valoración del patrimonio natural.

Información conceptual y evaluación del **riesgo ambiental asociado a actividades productivas agropecuarias**. No existen desarrollos conceptuales al respecto, no hay indicadores de seguimiento a la vulnerabilidad de los territorios, las amenazas potenciales, presentes que potencien los riesgos ambientales.

Ruta para la planificación y ordenamiento ambiental del sector agropecuario

Dentro de la búsqueda de la EAE para el planteamiento de estrategias de planificación y ordenamiento ambiental, se han identificado diferentes propuestas que no han sido incorporadas de manera efectiva, en las diferentes estancias estatales nacionales y regionales para el ordenamiento territorial con criterios ambientales y ecosistémicos. El planteamiento de la ruta de planificación para esta EAE, toma como base y referente la propuesta desarrollada por (Valbuena y Palacios 2009), de donde llama la atención que después de tres años de haberse planteado una propuesta integral como esta no haya sido incorporada ni tenida en cuenta en los PPP, evidenciando la falta de voluntad por parte de las instituciones y agremiaciones sectoriales, de incorporar herramientas interdisciplinarias y robustas propuestas desde el sector ambiental.

El observatorio intersectorial (OI) (figura 20), es una herramienta técnica que permitiría integrar información socio ambiental a la planificación productiva territorial, en el marco del Sistemas de información ambiental de Colombia (SIAC), partiendo de la contextualización del impacto y riesgos ambientales asociados a sectores productivos. Este se define como, *“el conjunto de herramientas, que mediante la integración, procesamiento y análisis de información socio ambiental, debe soportar los Planes de Tomas de Decisión sectoriales e intersectoriales desde sus etapas tempranas Políticas, Planes y Programas (PPP) y durante el proceso de formulación y seguimiento, a través de análisis de la vulnerabilidad y riesgo del: sistema socio ambiental y de la oferta de servicios ecosistémicos”* (Valbuena y Palacios 2009); tiene en cuenta la incorporación de elementos como, la **Estructura Ecológica Funcional**¹⁷, siendo esta la base técnica y conceptual se la propuesta, ya que sobre ella se determinarían escenarios de cambio del territorio para determinar los impactos de los diferentes sectores; la **información** procesamiento de información socio a ambiental relacionada con biodiversidad, servicios ecosistémicos (oferta y demanda); **Herramientas técnicas**, procesamiento, integración y análisis de la información ambiental pertinente a cada actividad; **Estrategia institucional**, estrategia integradora que viabilice el flujo de información para el adecuado funcionamiento del observatorio.

¹⁷ Definida en el marco conceptual de la presente evaluación

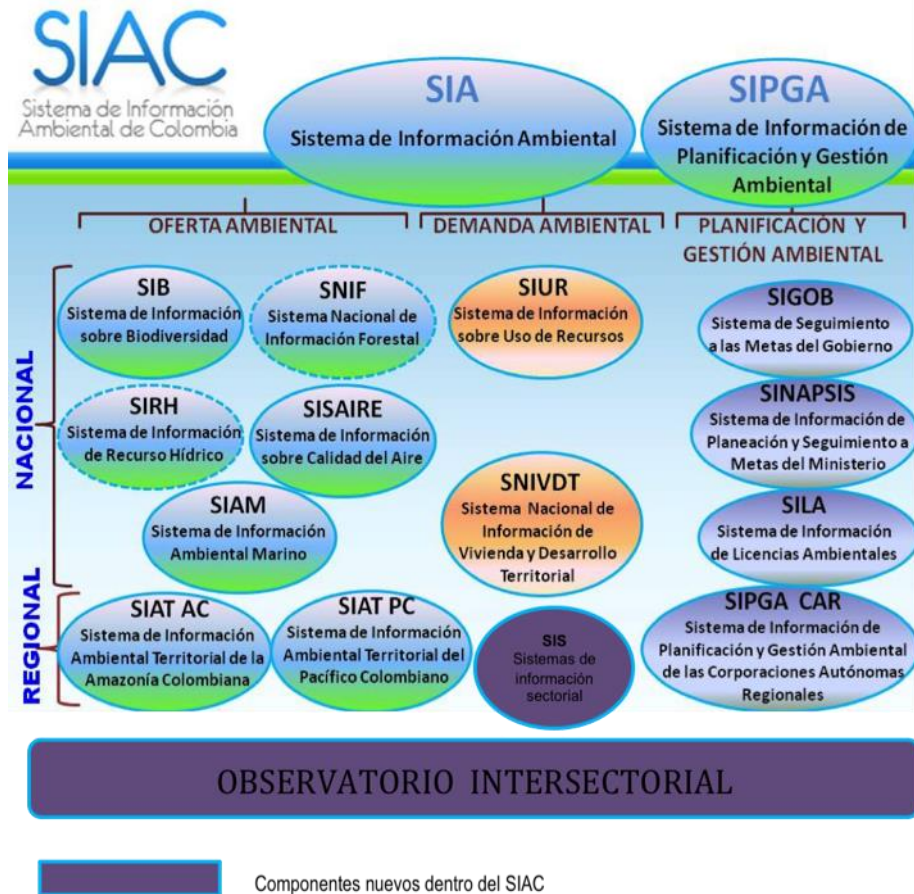


Figura 20. Esquema del observatorio intersectorial en el marco del SIAC. Tomado de: Valbuena y Palacios 2009

Teniendo en cuenta esta propuesta y sus lineamientos, se presentan unos puntos que podría aportar en su actualización y complemento para su aplicación, dentro de las cuatro fases de implementación que se proponen. Para la fase de proceso involucrar la información generada y que aún no ha sido publicada del Estructura Ecológica para la Orinoquia, es importante tener en cuenta los trabajos de investigación que se han llevado a cabo en los institutos de investigación, por otro lado, y específicamente para el sector agropecuario afianzar las alianzas entre Institutos y corporaciones del sector agropecuario y del ambiental tomando en cuenta el convenio marco Humboldt – CORPOICA, donde a partir de allí se genere la información de requerimientos del Servicios Ecosistémicos de los sistemas productivos como se plantea en la fase de la *definición de la EEF (Estructura Ecológica Funcional)*, así mismo, involucrar a instituciones como el CIAT podría fortalecer al robustez de la información generada, gracias al bagaje en investigación y las herramientas desarrolladas por este centro de investigación en cambio climático, agricultura y modelaciones espaciales. Uno de los vacíos de información que podría completar el OI es el trabajo de Cambio Climático, siendo este un campo que recientemente se está abordando en Colombia con pocos estudios desarrollados al respecto en el país. Es de vital importancia una articulación intersectorial para una exitosa implementación del OI.

Conclusiones y recomendaciones

A partir del diagnóstico realizado se puede concluir que:

- La pérdida de biodiversidad a nivel de especies asociada al sector agropecuario es un supuesto derivado de las malas prácticas agropecuarias, pero no hay datos que puedan validar esta información.
- La transformación del territorio y el cambio de ecosistemas naturales, a causa de la ampliación de la frontera agrícola para las dos regiones se ha podido evidenciar mediante ejercicios académicos.
- No hay información de riesgos ambientales asociados al sector agropecuario, los cuales se infieren pero no están cuantificados. Por lo tanto, es indispensable desarrollar una línea de investigación que genere este tipo de información, de tal manera que aporte en la generación de estrategias de implementación de sistemas productivos sostenibles ambiental y productivamente.
- No hay cuantificación de Servicios Ecosistémicos asociados al sector agropecuario. Se hace necesario generar este tipo de información pensando en la sostenibilidad del sector agropecuario y del sector ambiental.
- La investigación acerca de Cambio Climático ha sido desarrollada de manera independiente para los dos sectores, aunque se destaca que en el sector ambiental la investigación ha sido menor frente a la del sector agropecuario. Desarrollar investigación conjunta en este campo de vital importancia para desarrollar estrategias de adaptación y mitigación frente al cambio climático.
- La funcionalidad ambiental del territorio, aun es un campo que no tienen cobertura de investigación robusta, cuantificada y confiable en el país.
- Hay diversas propuestas de investigación en los temas planteados en estas recomendaciones que aun no han sido tenidas en cuenta, como el **Observatorio Intersectorial**.

Bibliografía

Andrade. G.I., L.G. Castro, A. Durán, M. Rodríguez Becerra, G. Rudas, E. Uribe, y E. Herrera. 2009. La mejor Orinoquia que podemos construir Elementos para la sostenibilidad ambiental del desarrollo. Universidad de los Andes facultad de administración

Andrade. G.I., J. Delgado, M. Romero y A. Guzmán. 2012. Oportunidad que se desvanece La construcción de paisajes sostenibles y resilientes en la Altillanura colombiana. Seminario: "Adaptación al cambio climático y las locomotoras del desarrollo.

Arévalo Uribe, D., J. Sabogal-Mogollón., Lozano-Arango, J.G., Martínez-Arboleda, J.S. 2012. Una mirada a la agricultura de Colombia desde su Huella Hídrica. Reporte WWF.

Botero, P.J., F. Castro, J.D. Jaramillo y A. Ocampo. 2004. Estrategia de Conservación y desarrollo sostenible del Nudo Orinoquia. Informe final. Fundación Horizonte Verde. 55pp.

Chaves, J.M. 2011. Análisis multicriterio de la sustentabilidad ambiental de los sistemas productivos agropecuarios presentes en la alta montaña del complejo páramo de guerrero. Trabajo de grado para optar al título de Magister en medio ambiente y desarrollo. Universidad Nacional de Colombia Facultad de Ciencias Económicas Instituto de Estudios Ambientales. 127pp.

CORPORACIÓN AUTONOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA (CAR). 2006 Diagnóstico prospectiva y formulación de la cuenca Hidrográfica de los ríos Ubaté y Suárez. 308 pp.

CORPORACIÓN AUTONOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA (CAR). 2012. Plan de manejo de la reserva forestal Protectora páramo de Guargua y Laguna Verde y los distritos de manejo Integrado páramo de Guerrero y páramo de Guargua y Laguna verde. 365pp.

Correa, H. D, Ruiz, S. L. y Arévalo, L. M. (eds) 2005. Plan de acción en biodiversidad de la cuenca del Orinoco – Colombia / 2005 - 2015 – Propuesta Técnica. Bogotá D.C.: Corporinoquia, Cormacarena, I.A.v.H, Unitrópico, Fundación Omacha, Fundación Horizonte Verde, Universidad Javeriana, Unillanos, WWF - Colombia, GTZ – Colombia. 273 p.

Cubillos González, A. 2011. El Proceso De Transformación Del Páramo De Guerrero Por Sistemas De Ganadería Bovina (1960-2010), Con Énfasis En Políticas Públicas. Trabajo De Investigación Presentado Como Requisito Parcial Para Optar Al Título De Magíster En Medio Ambiente Y Desarrollo. Universidad Nacional De Colombia Instituto De Estudios Ambientales Bogotá D.C., Colombia. 125p

Departamento Nacional de Planeación (DNP) 2011. Caracterización de las condiciones desarrollo territorial de la Altilanura. Desarrollo territorial y convergencia regional con base en la transformación productiva.

Fajardo, D., C. Domínguez, J. Molano, O. Rangel, T. Defler, J. V. Rodríguez, A. G., y I. Cavelier. 1998. Colombia Orinoco. FEN. Bogotá.

FEDEPAPA y Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial. 2004. Guía Ambiental para el Cultivo de la papa. 55pp.

Herrera-Ariza, N.A. 2009. Identificación de la capacidad empresarial y la eficiencia de los productores de leche de Guamal, departamento del meta. Trabajo de investigación como requisito parcial para optar al título de Magíster en Desarrollo Rural Pontificia universidad javeriana. 83 pp.

Hijmans, R.J, S.E, Cameron., J.L, Parra., P.G, Jones & A. Jarvis 2005. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas international. *Journal of climatology*, (25): 1965–1978.

IDEAM, IGAC, SINCHI, IIAP, IAvH, INVEMAR. Mapa de Cobertura de la Tierra. En: IDEAM. Ecosistemas continentales, costeros y Marinos de Colombia. (Escala 1:500000). 2007.102 - 107 p.

Instituto de investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH), Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR), Corporación Autónoma Regional de Boyacá (Corpoboyacá), Corporación Autónoma de Chivor (Corpochivor). 2008. Estudio Sobre El Estado Actual Del Macizo Del Páramo De Rabanal. 554p.

León-Rodríguez N. 2011. El páramo de Guerrero: conflictos entre conservación y reprimarización de su economía. *Revista Geográfica de América Central*. Número Especial EGAL. 1-17 p. Costa Rica.

Mora, S. Y M. Llano. 2009. Ganadería y agricultura: problemáticas en el uso del suelo y sostenibilidad ambiental en la Orinoquia colombiana. Documento base. Contraloría General de la Nación.

Ministerio de Medio Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT) y Fedepalma. 2011. Guía ambiental de la agroindustria de la Palma de aceite en Colombia. 75pp.

Oliveira, F. M. 2007. Articulación de la Gestión del Riesgo y la Gestión Ambiental. Capítulo II. En: Grupo Internacional Recursos del Sur. IRG. 2007. Tiempo para entregar el relevo: reducción de Riesgo de Desastre desde la perspectiva de Gestión ambiental. Ordenamiento Territorial, Finanzas e Inversión Pública. San José, Costa Rica. Grupo Internacional Recursos del Sur ed. 276pp.

Palacios Lozano, María Teresa. Elementos para la planificación productiva en la Orinoquia con enfoque ecosistémico: énfasis en la Altillanura. Serie Documentos de Trabajo, Proyecto Incentivos a la Conservación. Fondo Patrimonio Natural. Documento de Trabajo No. 2. Agosto 2011.

Palacios Lozano M.T. y Otero Castellanos F., (2011). Determinantes históricos y socioeconómicos del cambio de uso del suelo en la Orinoquia colombiana – Documento síntesis. Proyecto Planeación territorial, producción sostenible de biomasa y conservación: una aproximación práctica a la planificación territorial para mitigación de cambio climático. WWF – Colombia

Phillips J.F., Duque A.J., Cabrera K.R., Yepes A.P., Navarrete D.A., García, M.C., Álvarez, E., Cabrera E., Cárdenas, D., Galindo G., Ordóñez, M.F., Rodríguez M.L., Vargas D.M. 2011. Estimación de las reservas potenciales de carbono almacenadas en la biomasa

aérea en bosques naturales de Colombia. Instituto de Hidrología, Meteorología, y Estudios Ambientales-IDEAM-. Bogotá D.C., Colombia. 16 p.

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) 2011. Colombia rural, razones para la esperanza. Informe Nacional de Desarrollo Humano. Bogotá. 86 p.

Pulido Herrera, L. A., J. A, Betancourt E., P. O, N. B. y E, Aguilera. 2011. Distribución potencial actual y futura de dos especies plaga en zonas ganaderas del Altiplano Cundiboyacense. Memorias 38º Congreso Colombiano de Entomología, Socolen.

Ramírez-Villegas, J., M. Salazar ., A. Jarvis., y C. E. Navarro-Racines. 2012. A way forward on adaptation to climate change in Colombian agriculture: perspectives towards 2050. Climatic Change, 115: 611–628.

Rincón, A. S.f. Evaluación agronómica de variedades de caña de azúcar con potencial forrajero en el piedemonte llanero. Artículo electrónico, CORPOICA. <http://www.CORPOICA.org.co/sitioweb/Archivos/oferta/EVALUACIONAGRONOMICAD EVARIEDADESDECAADEAZCARCONPOTENCIALFORRAJEROENELPIEDEMONTPELLAN E.pdf>

Rincón, S.A., 2008. Evaluación ambiental estratégica de políticas, planes y programas de biocombustibles en Colombia, con énfasis en biodiversidad: Caracterización e Implicaciones de la amigabilidad ambiental de los sistemas productivos. Grupo de Políticas Intersectoriales. Programa de Política y Legislación, Informe de Prestación de Servicios No. 07-07-487-0531PS. Instituto Alexander von Humboldt. MAVDT – FONADE.

Rodríguez Romero. P.C. 2010 aproximaciones teóricas y metodológicas para evaluar parcial e integralmente las transformaciones ambientales en el páramo de Guerrero. Trabajo de grado para optar al título de Magíster En Medio Ambiente y Desarrollo. Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá Instituto de Estudios Ambientales.

Romero – Ruiz, M. S, Flantua. N, Rodríguez – Erazo. 2011. Definición De Un Marco Conceptual Y Metodológico Para La Construcción De La Estructura Ecológica Principal En La Cuenca De La Orinoquia Colombiana. Documento de trabajo.

Romero – Ruiz, M. S, Flantua., K. Tansey. y J.C. Berrio. 2011Landscape transformations in savannas of northern South America: Land use/cover changes since 1987 in the Llanos Orientales of Colombia. Applied Geography 32: 766-776.

Romero – Ruiz, M. S, Flantua., C. F. Suarez y A. Nixon. 2012 Propuesta metodológica para la identificación de sabanas biodiversas y áreas de bajo, medio y alto riesgo. Documento de trabajo. Proyecto: laneación territorial, producción sostenible de biomasa y conservación: una aproximación práctica a la planificación territorial para mitigación del cambio climático. WWF.

Valbuena M.S. y Palacios-Lozano M.T., 2009. Propuesta de esquema de toma de decisiones para el sector ambiental regulador y el sistema de alertas tempranas para megaproyectos. Proyecto “Incorporación de consideraciones ambientales y de biodiversidad en el ciclo de toma de decisiones, de planificación y desarrollo de megaproyectos sectoriales en Colombia” – Fase 1, The Nature Conservancy, Instituto Alexander von Humboldt y Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

WWF. 2012. Una Mirada a la agricultura de Colombia desde su Huella Hídrica. 45pp.