



Jorge Grijalva O.
Raúl Ramos V.
Venus Arévalo V.
Paulo Barrera A.
Jaime Guerra M.

Alternativas de intensificación, adaptación y mitigación a cambios climáticos

Los sistemas silvopastoriles en la subcuenca del Río Quijos de la Amazonía ecuatoriana



giz



Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca





Alternativas de intensificación, adaptación y mitigación a cambios climáticos

Los sistemas silvopastoriles en la subcuenca del Río Quijos de la Amazonía ecuatoriana

Jorge Grijalva O.

Raúl Ramos V.

Venus Arévalo V.

Paulo Barrera A.

Jaime Guerra M.

Colaboración técnica y de campo:

Franklin Sigcha, José Riofrio, Paulina Lara y Alfonso Llulluna, GIZ-INIAP
Nancy Guamán y Betty Alquina, Universidad Central del Ecuador

Productores de Quijos:

Rodrigo Morales, Marino Vinueza, José Falconí y Luis Andrango, José Alquina y Edwin Ango
Marco Aguirre, Presidente de la Junta Parroquial Sardinias

Quito, diciembre 2013



Rafael Correa Delgado
Presidente Constitucional de la República del Ecuador

Javier Ponce Cevallos
Ministro de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca

Juan Manuel Domínguez
Director General del INIAP

Claudia Mayer
Responsable Programa GIZ-GESOREN

Revisión técnica

GIZ: Carla Gavilanes, Alonso Moreno-Díaz, Rubén Darío Estrada y Jairo Burbano.

INIAP: Comité de Publicaciones de la Estación Experimental Santa Catalina: Iván Reinoso, Soraya Alvarado, Víctor Barrera y Luis Fernando Rodríguez.

Diseño y diagramación

Programa Nacional de Forestería INIAP, Amilkar Enríquez y Paola Moreno

Portada:

Los autores

Fotografías

Archivo de fotografías del proyecto INIAP-GIZ PC-Quijos

Publicación miscelánea No 414

Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias

Estación Experimental Santa Catalina

Panamericana Sur km 1. Quito, Ecuador

Correo electrónico: iniap@iniap.gob.ec

Web: <http://www.iniap.gob.ec>

Cooperación Alemana al Desarrollo (GIZ), Programa GESOREN

Dirección: Av. Eloy Alfaro y Amazonas, 4o piso MAGAP

Correo electrónico: giz-ecuador@giz.de

Web: <http://www.giz.de>

Impreso por: Kirugraphics

Esta obra debe citarse así:

Grijalva, J., R. Ramos, V. Arévalo, P. Barrera, J. Guerra. 2013. Alternativas de intensificación, adaptación y mitigación a cambios climáticos. Los sistemas silvopastoriles en la subcuenca del Río Quijos de la Amazonía ecuatoriana. Publicación miscelánea INIAP No 414. Quito, 68 p.

© Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias/GIZ, 2013

Primera edición: 2013

Registro ISBN: 978 9942 07 529 1

Esta obra fue financiada por el Programa GESOREN de la GIZ en el marco del proyecto PC-Quijos "*Relaciones entre prácticas agrícolas, ambiente y cambios climáticos en la subcuenca del río Quijos*". Los criterios expresados en este documento son de responsabilidad exclusiva de los autores y no necesariamente representan la opinión de las instituciones involucradas, ni de otras organizaciones o personas participantes o mencionadas en esta publicación.

Contenido

Presentación	12
Capítulo 1. Introducción	13
Capítulo 2. Procedimiento metodológico	16
Capítulo 3. El contexto biofísico y socioeconómico de la subcuenca del Río Quijos.....	18
Capítulo 4. Desarrollo de sistemas silvopastoriles como estrategias de intensificación y de adaptación y mitigación a cambios climáticos.....	26
Capítulo 5. Impactos socioambientales de la expansión e intensificación del manejo de pasturas en la subcuenca del Río Quijos	38
Lecciones aprendidas	59
Referencias bibliográficas	62

Presentación

El Programa Gestión Sostenible de los Recursos Naturales - GESOREN- de la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH - Cooperación Alemana al Desarrollo en Ecuador tiene el desafío de promover que las poblaciones locales apoyadas por el Programa, apliquen estrategias y métodos para el manejo sostenible de los recursos naturales. A este desafío, desde 2010 se integró el Programa Nacional de Forestería del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias -INIAP- con el propósito de contribuir al análisis de impactos de las prácticas agropecuarias, especialmente de los sistemas ganaderos sobre los recursos naturales, e identificar cuáles recomendaciones y en qué medida las alternativas tecnológicas pueden contribuir a la adaptación y mitigación de cambios climáticos y a la conservación de los ecosistemas boscosos.

Así, este trabajo de investigación/acción para el desarrollo, procura describir la complejidad biofísica de la subcuenca del Río Quijos, entender el proceso de transformación del entorno natural para dar lugar a la expansión de las pasturas como principal forma de uso de la tierra, y analizar el impacto de las prácticas tradicionales de producción y utilización de pasturas sobre la base del recurso suelo y el agua. En base de ello, se plantea el diseño y establecimiento de sistemas silvopastoriles con la incorporación de componentes arbustivos con aptitud forrajera y de árboles con valor maderable; analiza los factores de éxito y evidencia las lecciones aprendidas en la gestión integrada de los recursos naturales en esta parte de la Amazonía. De esta manera, los autores intentan cuantificar y dar sustento a los sistemas silvopastoriles como estrategias sobresalientes para enfrentar los desafíos asociados al desarrollo sostenible de la región.

Claudia Mayer
Responsable Programa GESOREN
GIZ- Ecuador

Juan Manuel Domínguez
Director General
INIAP

1. Introducción

La rápida expansión de la ganadería y el uso extensivo de prácticas no sostenibles de manejo de pasturas, son probablemente los mayores determinantes de la deforestación y degradación ambiental en la Amazonía continental (Veiga y Tourrand, 2001; Grijalva et al., 2004; Ferreira y Tourrand, 2002; Hecht, 1986; Wunder, 2000, Iniciativa Amazónica, 2008; FAO, 2008). Esas formas inadecuadas de uso del suelo que se evidencia en toda la Amazonía, han conducido a la degradación del suelo, la pérdida de cuencas hidrográficas y la biodiversidad; con impactos drásticos en las oportunidades de subsistencia de las poblaciones locales más vulnerables (Grijalva, 2010). De hecho, en la Amazonia ecuatoriana, las pasturas constituyen hoy por hoy la principal forma de uso de la superficie con aptitud agrícola, cuya expansión en base de la utilización de prácticas no sostenibles, es considerada como uno de los incentivos más importantes que explican la deforestación y los cambios climáticos globales (Wood y Porro, 2002; Grijalva et al., 2004; FAO, et al., 2010; Porro et al., 2012).

La deforestación durante la segunda mitad del siglo pasado y las subsecuentes actividades antropogénicas en la subcuenca de los ríos Quijos y Cosanga, a decir de los pobladores de la zona, han provocado la pérdida sistemática de la fauna silvestre, sobre todo de especies emblemáticas como el oso andino (*Tremarctos ornatus*) y de aves representativas, destacando por su amplio rango de adaptación, el guacamayo militar (*Ara militaris*), ave considerada como especie vulnerable por el Tratado de las IBAS de BirthLife (Freile y Santander, 2005) y el libro rojo de las aves del Ecuador (Larrea, 2009). Estos hechos alertan a las instituciones y a la sociedad en general a buscar alternativas viables que favorezcan la conservación y ofrezcan una oportunidad económica a las poblaciones, pero revela también la necesidad de generar más información y conocimiento sobre el potencial de la tecnología agrícola y los impactos ambientales que ésta genera.

En lo que respecta a expansión de pasturas, varias preguntas relacionadas con la utilización de tecnología que se mencionan a continuación, ameritan ser analizadas con mayor profundidad mediante la investigación científica:

- (i) La intensificación de las pasturas es realmente un camino seguro que puede contribuir a detener o al menos reducir la deforestación en la Amazonía?
- (ii) Las opciones intensivas de manejo de pasturas diseñadas casi siempre para ahorrar mano de obra, son capaces de liberar ese recurso para aumentar la deforestación?, o por el contrario,
- (iii) Aquellas tecnologías que promueven una mayor retención de mano de obra, liberan áreas que pueden dedicarse a reforestación y recuperación/restauración de áreas originalmente boscosas?

(iv) De qué modo las sub-cadenas bovinas de leche y carne, pueden captar un excedente de mano de obra?

(v) La inversión en tecnología de pasturas puede efectivamente contribuir a reducir impactos ambientales asociados al efecto invernadero?

Según el Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (IPCC), el sector agropecuario global es responsable por el 13,5% del total de emisiones de gases de efecto invernadero, pero al decir de varios otros expertos, la metodología utilizada por el Panel para estimar ese valor, resulta imprecisa en razón de que no considera las cifras de carbono secuestrado por las pasturas, las cuales pueden absorber cerca del 60% del carbón emitido por el ganado bovino. Al respecto, trabajos previos en varios sitios de los Andes y Amazonia, demuestran que la *recuperación e intensificación de pasturas son las mejores estrategias para aumentar la unidad animal por hectárea*, y por lo tanto, podrían contribuir a reducir el impacto ambiental.


Pero, con el mejoramiento de las pasturas, la ganadería bovina puede continuar creciendo sin comprometer el aspecto ambiental? La respuesta parece ser afirmativa, en la región amazónica ecuatoriana es posible liberar al menos un 25% del área de pasturas extensivas para dedicarlas potencialmente a la producción agroforestal (*integración árboles-cultivos, árboles-pasturas*).

Por otra parte, la mejora genética de los hatos así como el desarrollo de razas con mayor conversión alimenticia pueden contribuir a ese mismo fin, pues por principio, cuanto más leche o peso rinde un animal con menor ingestión de alimento, más eficiente es la producción animal y menos emisiones de metano se liberaría al ambiente (Grijalva, et al., 2004). Dicho de una manera sencilla, el avance en la reducción del impacto ambiental depende de las mejoras en la alimentación y de la eficiencia del manejo del rebaño o hato animal.

Actualmente, se cuenta con escasa información cuantitativa y/o cualitativa sobre los impactos que provocan las actividades agro-productivas en la Amazonía, especialmente el impacto del pastoreo del ganado bovino sobre el capital natural: agua, suelo y biodiversidad. Precisamente por ello, esta publicación pretende contribuir al conocimiento en base de resultados logrados de la investigación sobre diferentes prácticas tecnológicas asociadas a silvopasturas, como medidas y estrategias de adaptación al cambio climático¹, y brinda elementos que señalan el camino para minimizar impactos negativos sobre los recursos naturales y el ambiente en la Amazonia.

Finalmente, para conferir mayor sustento, esta publicación recoge los logros del proyecto PC-Quijos *“Relaciones entre prácticas agrícolas, ambiente y cambios climáticos en la sub*

¹ El IPCC define la capacidad de adaptación como “la habilidad de un sistema de ajuste al cambio climático (incluida la variabilidad del clima y sus extremos) para moderar daños posibles, aprovecharse de oportunidades o enfrentarse a las consecuencias”.



cuenca del Río Quijos, INIAP-GIZ 2010-2013” y otras iniciativas de investigación/desarrollo conducidas por el Programa Nacional de Forestería del INIAP con comunidades y grupos de productores en la Amazonía, así como los aportes de varios estudiantes de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Central del Ecuador. Particularmente, el proyecto IAI/NSF “Análisis comparativo de la deforestación y expansión de pasturas y la ganadería en la Amazonía, IAI-NSF/INIAP-EMBRAPA-UNAS-Universidad de la Florida 2001-2004”, proyecto FLOAGRI “Gestión integrada de recursos agrícolas-forestales por las comunidades de la Amazonía de Brasil, Perú y Ecuador, INIAP-EMBRAPA-CIRAD 2005-2009”, proyecto AMAZON “Programa ecoregional de investigación /Desarrollo de cadenas productivas y manejo sostenible de bosques en la Amazonia ecuatoriana, INIAP-SENPLADES 2007-2010”.

Jorge Grijalva, INIAP

Alonso Moreno-Díaz, GIZ

2. Procedimiento metodológico

Esta publicación se basa en los resultados de un proceso eminentemente participativo de investigación/acción para analizar el impacto de las prácticas agrícolas asociadas a la actividad ganadera en la subcuenca del Río Quijos y su relación con la gente local y el diseño e implementación de alternativas integradas, destacando las alternativas silvopastoriles. Así, los actores principales fueron las propias comunidades rurales de la subcuenca del Río Quijos, mención especial ameritan los pobladores de la Parroquia Sardinias ubicada en el Cantón el Chaco, quienes aportaron con su conocimiento y experiencia a la investigación y dieron cuenta de la aplicación de un enfoque transdisciplinario en la acción².

Para el efecto, fue preciso impulsar diálogos multi-actor y un proceso de formación/capacitación de promotores locales; y luego, con las propias comunidades, utilizando un proceso de comunicación e intercambio horizontal "entre iguales" para generar confianza mutua y un efecto multiplicador. En ese proceso, fue fundamentalmente provechoso ejecutar algunos eventos tales como días de campo, talleres participativos y promover las mingas, como estrategias sobresalientes de participación e intercambio.

Las variables climáticas y de uso del suelo fueron útiles para caracterizar la subcuenca. Para ello, se generaron mapas y utilizaron otros previamente elaborados por varios autores (Burbano, 2012; Riofrío, 2011). De igual forma, se usaron los mapas de cambios en la vegetación natural y uso del suelo generados anteriormente (Arévalo et al., 2008) para entender la dinámica socio-ambiental asociada a las decisiones de deforestación y cambios de uso por parte de las comunidades rurales.

Por otra parte, el análisis de fertilidad de los suelos consistió en estratificar tres pisos altitudinales (estrato alto de 2001-2500, medio de 1801-2000 y bajo de 1500-1800 m), donde se recolectaron muestras de suelo y remitieron al laboratorio de suelos de la Estación experimental Santa Catalina del INIAP para la determinación de macro y micro-elementos minerales, pH, relación C/N, Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC), materia orgánica, Ca/Mg, Ca/Mg-K.

Una parte central de la investigación fue analizar el impacto de la actividad ganadera sobre la calidad de agua, medido por la determinación de las características físico-químicas y de macro-invertebrados acuáticos, como indicadores biológicos de calidad del agua y su utilidad a partir del empleo de dos índices bióticos para estimar la tolerancia a diferentes contaminantes: EPT (grupos grupos Ephemeroptera, Trichoptera y Plecoptera) y BMWP (Biological Monitoring Working Party): muestreo del curso de agua 1: antes de los predios con uso ganadero y muestreo de curso del agua 2: después de los predios con uso ganadero (Bautista Rojas, 2011).

² Trans-disciplina se refiere a lo que simultáneamente es entre disciplina, a través de las diferentes disciplinas, y más allá de toda disciplina (Morin, 1984; Arévalo, 2008).

En adición, el análisis de fauna silvestre en la subcuenca contribuyó a explicar el impacto de las decisiones de uso y de los cambios de uso del suelo sobre el estado de conservación de la fauna y para determinar prioridades para la conservación de los grupos o especies vulnerables. Para ello, in situ se definieron y utilizaron transectos, registros de observaciones directas, registros de indicios, entrevistas con informantes claves, guías especializadas, investigación bibliográfica (Guerra, 2011; Grijalva, et al., 2011). La abundancia relativa de fauna representó el número de individuos observados y mencionados por las poblaciones locales.

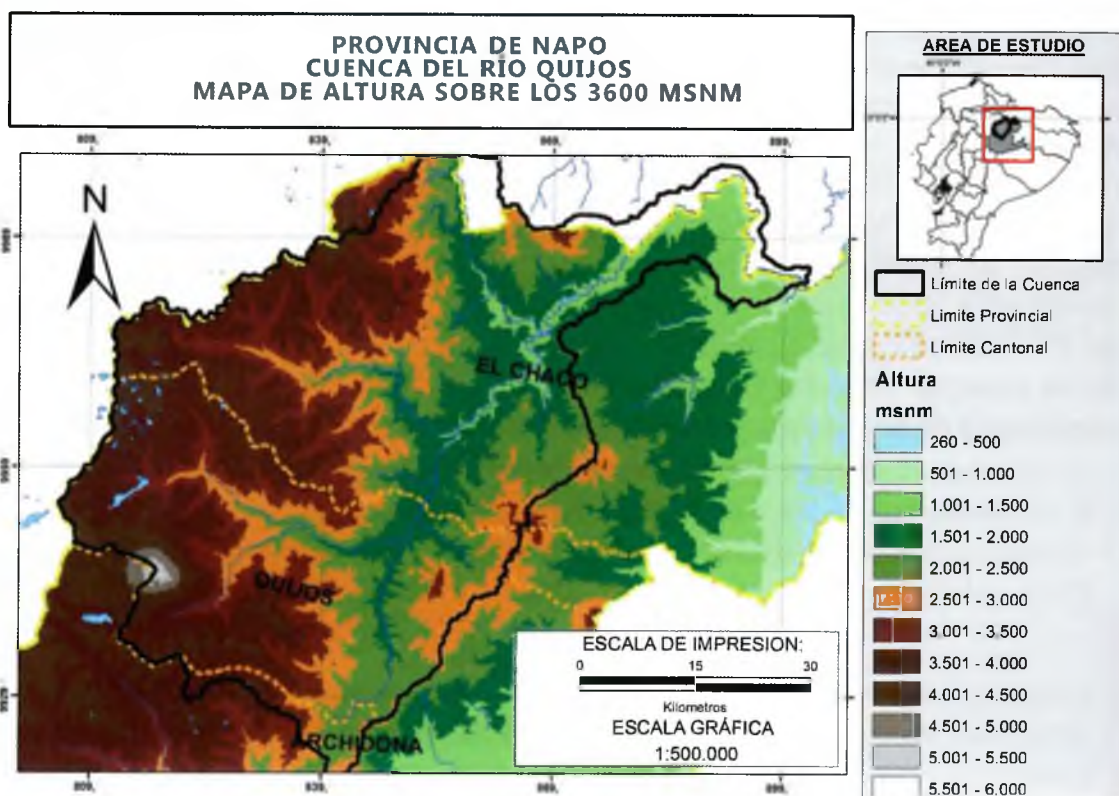
Con esos dos niveles de información, se construyó una tabla de valoración para determinar la condición de la fauna, asignando un valor numérico para la condición de Raro (R) 1, Poco Común (PC) 2-5, Común (C) 6-9 y Abundante (A) 10 o más. Finalmente se elaboró una tabla conteniendo una lista de especies que se encuentran en algún grado de riesgo. De acuerdo al Comité Internacional de tráfico de Especies (CITES), estas categorías están establecidas por la UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza) dentro del Libro Rojo de los mamíferos del Ecuador (Tirira, 2011).

Las alternativas y prácticas silvopastoriles se construyeron mediante la asociación de los componentes árboles y arbustos de uso múltiple a las pasturas. La priorización de árboles hicieron los propios pobladores locales según el uso para *conservación, uso maderable y/o uso múltiple*. Para el efecto, se seleccionaron árboles sobresalientes de varios predios y el procedimiento para describir la fenología de árboles semilleros se basó en las recomendaciones de varios autores (Fournier, 1974; Fournier, 1975; Ariel y Sanzetenea, 2008; Samaniego et al., 2005; Ordoñez, et al., 2004; Gómez, 2010; Vilchez, et al., 2008). De otra parte, el componente pasturas fue definido en base de las características de las especies forrajeras y la probabilidad de adaptación y desarrollo a los ambientes climáticos y de suelos de la subcuenca (Grijalva, 2012).

3. El contexto biofísico y socioeconómico de la subcuenca del Río Quijos

3.1. Ubicación geográfica

La subcuenca hidrográfica del Río Quijos forma parte de la cuenca alta del Río Napo, tiene una extensión de 174.833,68 ha, que representa el 14% del total de la superficie de la provincia de Napo (Mapa 1). Se encuentra ubicada sobre la cordillera oriental de los andes, rodeada de páramos, matorrales, bosques e innumerables lagunas (FAO, 2010a; Cañadas, 1983). Los cantones que forman parte de la subcuenca son: Quijos (Parroquias Cuyuja, Papallacta, Baeza, Sumaco, San Francisco de Borja y Cosanga) y El Chaco (Parroquias Sardinias, Gonzalo Díaz de Pineda, Linares, Santa Rosa y El Chaco).

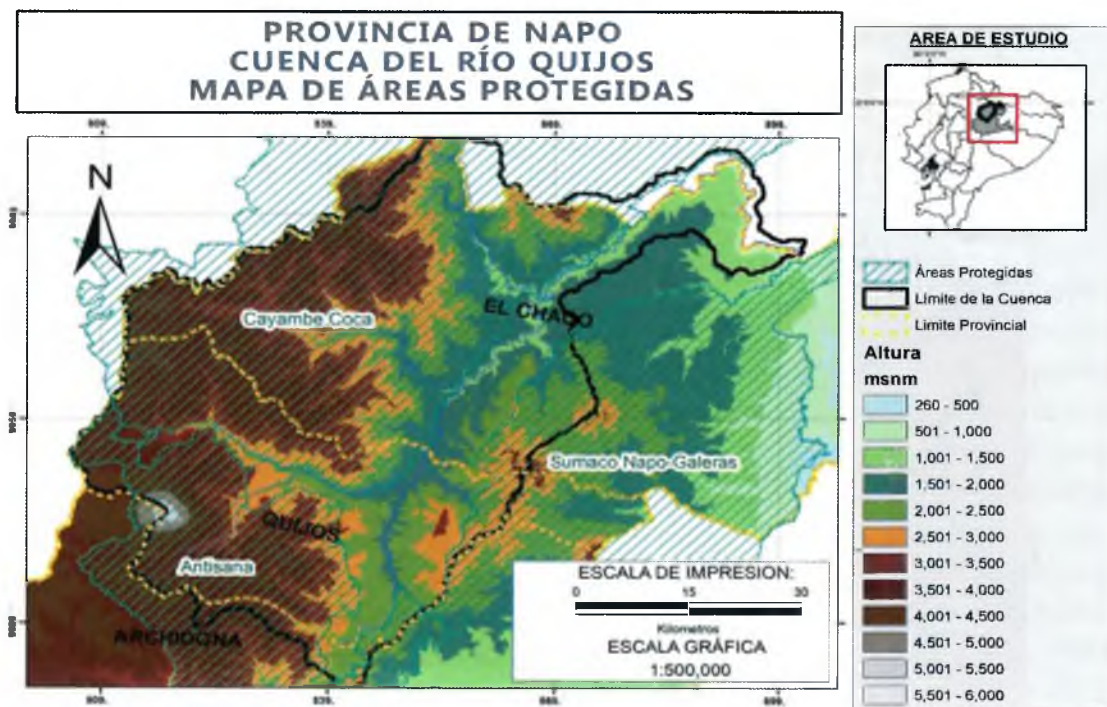


3.2. Características ecológicas

Ecológicamente, la subcuenca del Río Quijos comprende las siguientes zonas de vida: bosque húmedo Montano (bhM), bosque húmedo Montano Bajo (bhMB), bosque muy húmedo Sub Alpino (bmhSA) bosque muy húmedo Alpino (bmhA), Nival y nieves perpetuas (FAO, 2010a). El relieve de la subcuenca está íntimamente relacionado con la formación de la cordillera de los andes, con procesos morfogénéticos y la litología de formaciones geológicas. Por lo general, los relieves son bastante altos, variables y disectados, con predominio de fuertes pendientes, formas abruptas de micro dirección. En las zonas próximas a los ríos se encuentran relieves planos con pendientes suaves y bien drenadas (AME, 2006).

El sistema hidrográfico del Cantón Quijos forma parte de la cuenca del Río Coca, que a su vez es afluente del Río Napo. Ese sistema cuenta con muchos rápidos y saltos en su recorrido de aproximadamente 121 Km, y se caracteriza por contener una gran cantidad de sedimento proveniente del fenómeno erosivo de la lluvia en las laderas. El Río Quijos es un río de montaña, recibe los aportes de numerosos afluentes, entre esos los ríos Papallacta, Cambayacu, Jatunquinajua, Zizaplaya, Guagrayacu, Machángara, Parada Larca, Cosanga, Sardinias Grande y Chico, Borja, Oyacachi, Santa Rosa, San José, Bombón y Pacayacu (www.canton.quijos.gob.ec)

Gran parte de la extensión de la subcuenca está encerrada por tres áreas protegidas: Parque Nacional Sumaco-Napo-Galeras, Reserva Ecológica Antisana y Parque Nacional Cayambe-Coca (Mapa 2).

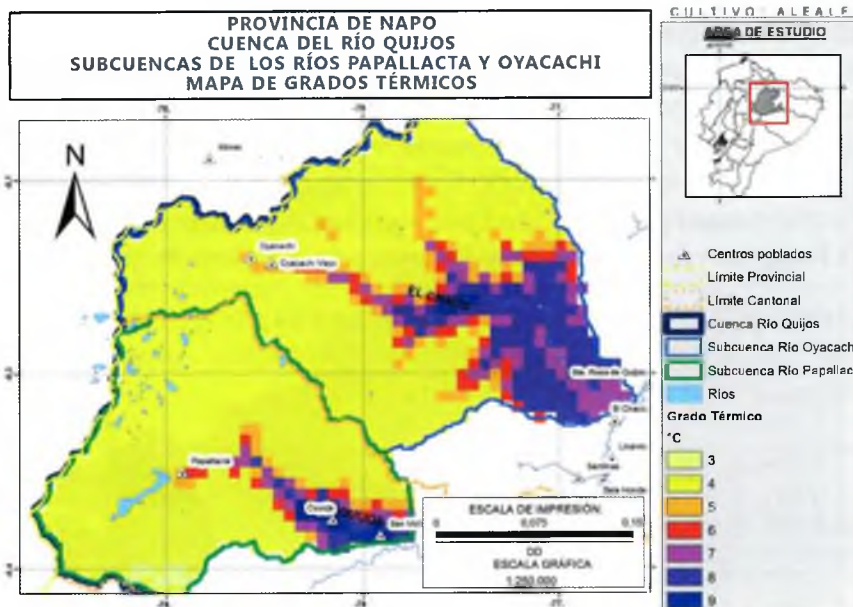


Mapa 2. Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP) que rodean al Cantón Quijos.

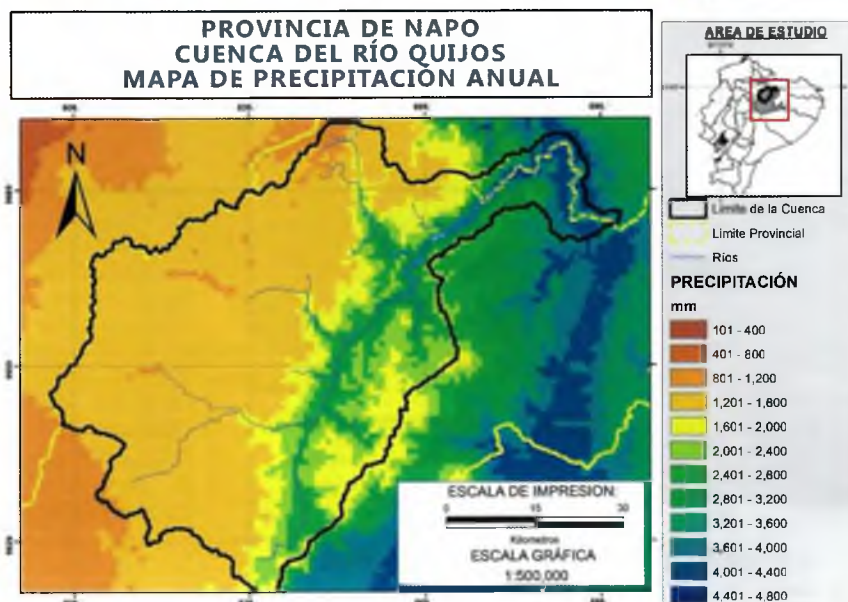
Fuente: : Proyecto PC-Quijos. INIAP-GIZ. 2013.

3.3. Características del clima

Se evidencia una fuerte variación espacial de la temperatura, lo cual está íntimamente asociado con el rango de altitud en la subcuenca. Así, la temperatura promedio en la subzona alta próxima a los páramos puede fluctuar entre 4 y 6°C, en la subzona media 6-7°C y en la subzona baja en el entorno de El Chaco superar los 8°C (Mapa 3). El patrón de precipitación es variable a lo largo de la subcuenca, pudiendo alcanzar rangos de 1000 a 2000 mm anuales en la subzona alta y superar los 3000 mm de lluvia en la subzona baja (Mapa 4). De igual manera, esas condiciones ambientales son capaces de afectar de manera significativa el crecimiento y desarrollo de cultivos así como el crecimiento y persistencia de las pasturas y de los animales, tal como se analiza más adelante.



Mapa 3. Mapa de grados térmicos en la subcuenca del Río Quijos.
Fuente: Proyecto PC-Quijos. INIAP-GIZ. 2013.



Mapa 4. Mapa de precipitación en las subcuenca del Río Quijos
Fuente: Proyecto PC-Quijos. INIAP-GIZ. 2013.

3.4. Características de los suelos

El factor climático es determinante en la diversidad de tipos de suelos presentes en el área. Sin embargo, factores como la topografía, la composición y permeabilidad de la ceniza y la edad de la formación, también contribuyen notablemente en la diferenciación de los suelos. Los suelos presentan propiedades del orden de los Andisoles y suborden Udans, que anteriormente eran clasificados en el suborden de los inceptisoles. Esos suelos se forman comúnmente durante el intemperismo de tefras u otros materiales parentales que contienen cantidades significativas de vidrio volcánico. La fracción arcilla de estos suelos está dominada por alofana, imogolita y halloisita (minerales amorfos de rango corto) que provienen de la meteorización de los materiales piroclásticos producto de recientes deposiciones volcánicas (FAO, 2010b, Wincklell, 1997). Un ejemplo de esa complejidad, se demuestra en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Clasificación taxonómica de suelos en tres sitios de la parroquia Sardinas, Cantón el Chaco.

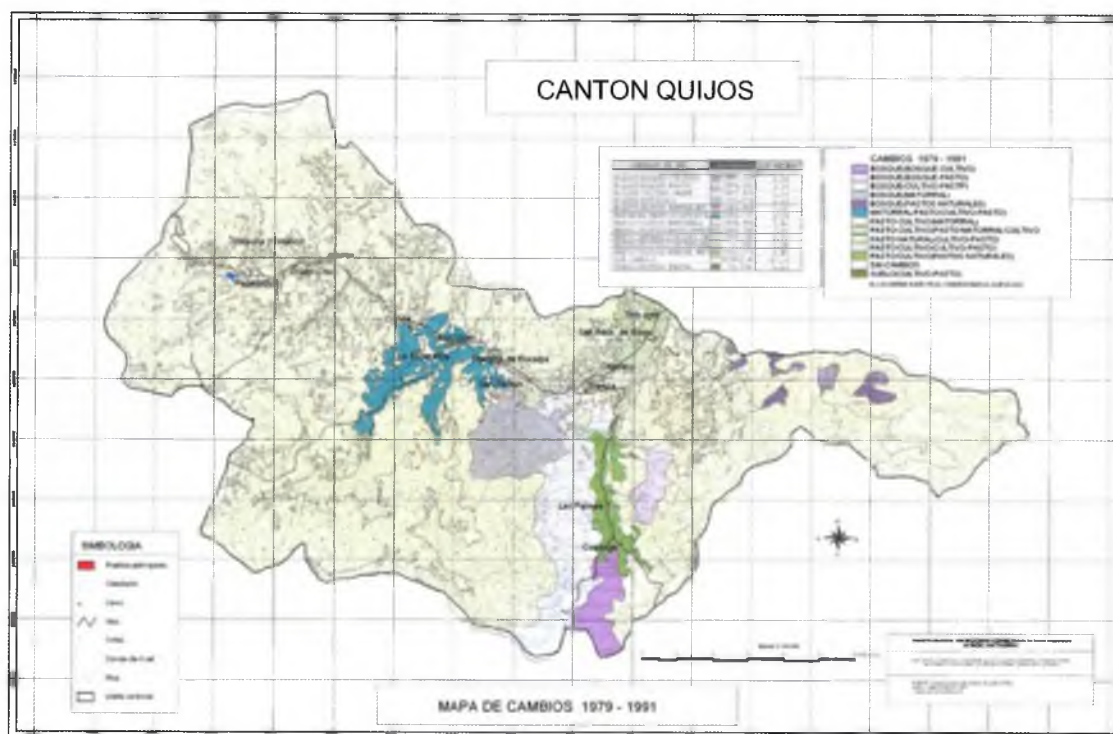
Sitio	Coordenadas			Uso del suelo	Orden	Suborden	Gran Grupo	Sub Grupo
	Norte	Este	Altitud,m					
Minicalicata 1	9958287	185797	1720	Maíz	Andisol	Udans	Hapludans	
Minicalicata 2	9957746	184614	1650	Maíz	Andisol	Udans	Hapludans	Lithic Hapludans
Calicata	9957965	183856	1642	Pradera	Andisol	Udans	Hapludans	

Fuente: INIAP, data suelos/Proyecto PC-Quijos, Programa Nacional de Forestería del INIAP. Años 2010-2011.

3.5 Cambios temporales en la cobertura vegetal y el uso del suelo en Quijos

El rápido crecimiento de la superficie de pastos entre 1974-1991 fue propiciado por el activo proceso de colonización y la apertura vial asociada a la explotación petrolera. En ese período, del área cultivada, los pastos artificiales dominan en una superficie de 30 229 ha que representan el 18,9 %, seguidos de matorral con 10 544 ha (6,6 %), cultivos con 7 197 ha (4,5 %), y otros usos que ocupan espacios menores (Arévalo, et al., 2008). En general, la vegetación natural no muestra cambios importantes, en relación con la década pasada, sin embargo, se observa la regeneración de la vegetación sobre los pastos, en pequeñas áreas, en tanto que la consolidación de los pastos naturales y cultivados alrededor del valle de los ríos Papallacta, Quijos y Cosanga revela una tendencia al monocultivo (Mapa 6) (Andino et al., 2002). Por su parte, la población bovina evolucionó significativamente desde unas pocas cabezas introducidas por los colonizadores pioneros, antes de 1974, hasta un número importante en 1988, resultado del fomento ganadero que apoyó a la colonización.

Entre 1988-1995 se evidencia, a escala regional, una disminución del 6% anual de la población animal debido al aumento del flujo comercial a Perú y Colombia, y también como consecuencia de la crisis económica en la década del 90, que obligó a muchos finqueros a vender su ganado para pagar los créditos (Ramírez, 1996).



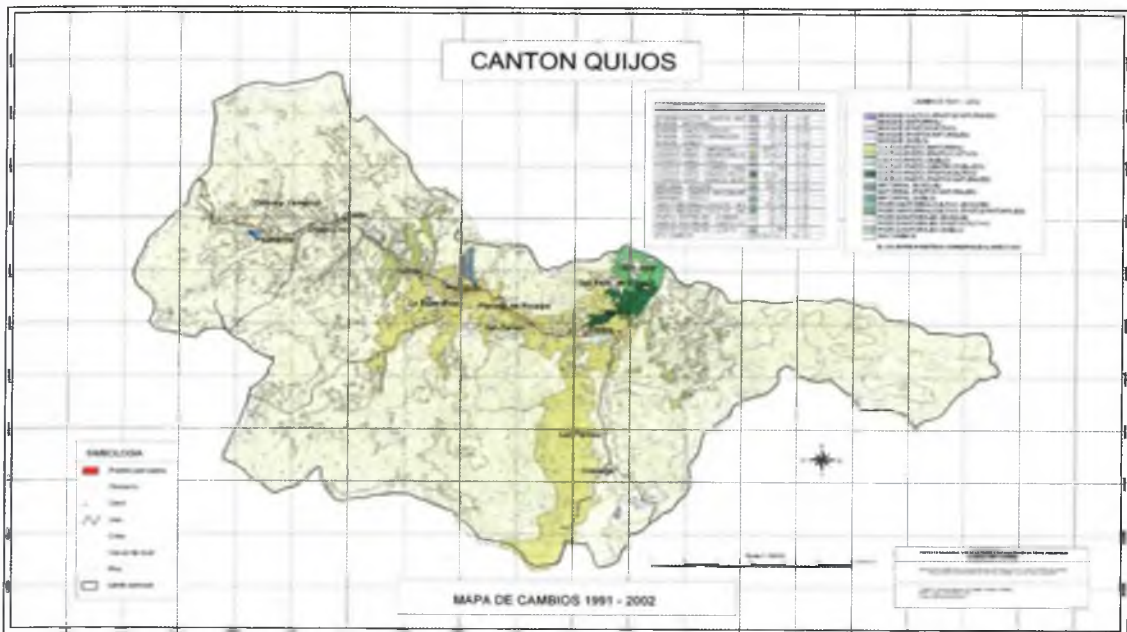
Mapa 5. Cambios en la vegetación natural y uso del suelo en el Valle de Quijos. 1979-1991

Fuente: Andino, M. et al., 2002 y Arévalo, et al., 2008.

Los hechos también muestran que en el ecosistema páramo no se evidenciaron cambios notables como lo que se muestra en los sitios más abrigados, debido justamente a las limitaciones climáticas asociadas a bajas temperaturas, presencia de heladas y granizadas; así como la propia fragilidad de los suelos que han impedido una actividad agropecuaria rentable, a excepción de las actividades de las comunidades Jamanco y el Tablón, quienes sistemáticamente han hecho uso del territorio para una agricultura marginal y ganadería bovina y ovina también marginal.

A partir de la segunda mitad de la década 90, la ampliación de la frontera agrícola en desmedro del bosque nativo fue apenas el 0,56% de la superficie registrada en 1991 (Mapa 6). Los páramos no sufrieron variaciones en este período, más bien en el año 1993 se declararon como área protegida los páramos que hoy forman parte de la reserva ecológica Antisana. Los espacios utilizados para actividades agro-productivas van direccionándose hacia el fortalecimiento de unidades pecuarias, lo

que se manifiesta en el cambio del sistema cultivo-pasto al sistema pasto/cultivo con una predominancia de los pasto, en su mayor parte en condición de degradación (Arévalo, et al., 2008).



Mapa 6. Cambios en la vegetación natural y uso del suelo en el Valle de Quijos. 1991-2002

Fuente: Andino, M. et al., 2002 y Arévalo, et al., 2008.

A partir del año 2002 hasta la actualidad, prácticamente se presenta un paisaje claramente definido por la vegetación natural que cubre 108.760 ha (68%) (Andino et al., 2002; Arévalo, et al., 2008), lo que se explica, en cierta medida, por la presencia de tres áreas protegidas que rodean el valle. Este valor porcentual es cercano al porcentaje de área con cubierta forestal reportada en la Amazonía ecuatoriana (84,9%) que representa cerca de 7.555.118 ha y constituye la más extensa superficie del país (Wunder, 2000). La actividad ganadera ocupa alrededor de 50.000 ha donde la aptitud lechera es lo más importante en los sitios de topografía regular, en tanto que la crianza de ganado para descolle, se ocupa de preferencia en los sitios de ladera, más alejados, frágiles y de difícil acceso. La agricultura en los sitios más abrigados se inclina preferentemente al cultivo marginal de tomate de árbol, naranjilla y tomate de riñón, la mayoría en sistemas controlados incluyendo cultivos bajo invernadero, debido probablemente a las limitaciones biofísicas que impiden realizar una agricultura convencional y a las exigencias y oportunidades del mercado (Arévalo, et al., 2008).

3.6. Diferenciación social y desarrollo de una estructura productiva diversa asociada a la expansión de las pasturas y la ganadería extensiva

La dinámica de ocupación y transformación del paisaje que culmina con la vinculación del Valle de Quijos al mercado mediante el proceso de colonización, desencadenó una dinámica de diferenciación campesina y la configuración de una estructura productiva diversa, ligada principalmente a la actividad lechera. Esta diferenciación se refleja en una dualidad caracterizada por la convergencia de economías campesinas, *marginal y de subsistencia*, las cuales son poco articuladas al mercado y en las que persiste una lógica de valorización pre-capitalista, dependen de la fuerza laboral familiar y se asocian a un bajo nivel tecnológico. Por otro lado, las economías de tipo *mercantil, estabilizada y empresarial*, articuladas estrechamente al mercado, utilizan mano de obra asalariada y presentan distintos niveles tecnológicos y acumulación de capital (Arévalo, et al., 2008; Grijalva, et al., 2004).

Arévalo et al., (2008) distinguen la consolidación de los pastos naturales y cultivados a lo largo y ancho del valle de los ríos Papallacta, Quijos y Cosanga en donde, prácticamente, los cultivos que en la década pasada tenían mayor relevancia y estaban presentes en un mayor número de categorías de uso, han pasado a ocupar espacios mínimos. La marcada tendencia al monocultivo de pastos define el paisaje característico de la zona. La agricultura es secundaria, en la que los cultivos transitorios para cubrir la seguridad alimentaria son relevantes, en tanto que el comercio en escala pequeña, permite vender productos como tomate riñón, naranjilla, comprar y vender ganado, debido a la cercanía de ciudades grandes como el Tena y Quito.

3.6.1. Establecimiento y consolidación de predios ganaderos

Los atributos más sobresalientes de diferenciación en la tipología de productores ganaderos constituyen *la mano de obra y el nivel de intensificación* (Arévalo et al., 2008). Así, es posible evidenciar una mayor frecuencia de productores del sector de subsistencia, caracterizados por el predominio de mano de obra familiar y bajo uso de tecnología. En contraste, las ganaderías especializadas con mano de obra contratada y cierto nivel de uso de tecnología en el manejo de sus predios, apenas constituyen el 2,9% del total de predios en el Valle de Quijos (Cuadro 2).

Cuadro 2. Tipologías de predios ganaderos en la subcuenca del Río Quijos.

Características de cada tipología de predios ganaderos	%
Predios ganaderos con mano de obra familiar y bajo nivel de intensificación tecnológica	82,8
Predios ganaderos con mano de obra familiar y medio nivel de intensificación tecnológica	8,6
Predios ganaderos con mano de obra contratada y medio nivel de intensificación tecnológica	5,7
Predios ganaderos con mano de obra contratada y alto nivel de intensificación tecnológica	2,9

Fuente: Programa Nacional de Forestería, INIAP 2010.

Las ganaderías con mano de obra familiar poseen proporcionalmente más remanentes boscosos con relación al tamaño de la propiedad, y contrariamente, aquellas ganaderías especializadas casi no poseen remanentes boscosos, lo cual significa que dedican casi la totalidad del área al desarrollo de pasturas incorporando elementos de modernización tecnológica mediante división de potreros, uso de fertilizantes, cargas animales variables, uso de drenajes, practican conceptos de *intensidad* y *frecuencia* de pastoreo, utilizan prácticas de mejoramiento genético de ganado. Todas esas prácticas, dan cuenta del nivel de intensificación tecnológica asociada a la actividad ganadera (Cuadro 3).

Cuadro 3. Uso actual del suelo (% de la superficie del predio) en diferentes tipologías de predios ganaderos de la subcuenca del Río Quijos.

Uso del espacio predial	Sistemas con Mano de Obra Familiar		Sistemas con Mano de Obra contratada	
	Baja Intensificación	Media Intensificación	Baja Intensificación	Media Intensificación
Superficie del predio, ha	27	89,8	39	42,5
Bosques, %	26	25	21	0
Pasturas, %	73	74	74	100
Cultivos, %	1	1	5	0
%	100	100	100	100

Fuente: Análisis de sistemas ganaderos en Quijos/ Informe técnico del Programa Nacional de Forestería del INIAP, 2010.

4. Desarrollo de Sistemas Silvopastoriles como estrategias de intensificación y de adaptación y mitigación a cambios climáticos

El diseño e implementación de *sistemas integrados agrícola-forestales* en las subcuenca del río Quijos en los que sobresalen los sistemas silvopastoriles, se basó en la premisa de que son propuestas que contribuyen a la adaptación y mitigación a cambios climáticos y a la recuperación de áreas con pasturas degradadas (Grijalva, et al., 2004; Grijalva, et al., 2011). Algunos atributos de los sistemas silvopastoriles se sustentan en el enorme potencial que presentan para mitigar impactos asociados al cambio climático y almacenar CO₂. Al respecto, se calcula que los pastizales y praderas con árboles almacenan 32% del carbono del suelo, además del carbono superficial que es almacenado en hierbas, arbustos, matorrales y árboles (FAO, 2010). De otra parte, diversos beneficios ambientales en escala local o global son atribuidos a los sistemas silvopastoriles, destacando la conservación del suelo y los recursos hídricos, la promoción del secuestro de carbono y el aumento de la biodiversidad (Ibrahim et al., 2005; Michel et al., 2007).

4.1. Problemas y limitantes de las pasturas

Los ganaderos del Valle de Quijos sostienen que algunos problemas y/o limitantes asociadas a las pasturas y la ganadería (Cuadro 4) dan cuenta de un panorama adverso para procurar altas productividades y rentabilidad. Para enfrentar esa limitantes sugieren algunas alternativas que pueden contribuir a resolver esa complejidad, incluyendo el desarrollo de alternativas de integración como son las silvopasturas, las cuales precisamente se analizan ampliamente en este documento.

Cuadro 4. Problemas y limitantes de las pasturas y la ganadería en el Valle del Quijos.

FACTOR	PROBLEMA/LIMITANTE	ALTERNATIVA
Clima	Exceso de lluvias	Estabulación del ganado, Utilización de pastos de corte, Fertilización, Pastoreo restringido durante el día, Construcción de drenajes.
	La baja radiación fotosintéticamente activa provoca problemas metabólicos en los animales.	Desarrollo de sistemas silvopastoriles como estrategia para ahorrar energía en los animales.
Suelos	Acidez y humedad al punto de saturación, erosión por deslizamiento de laderas.	Análisis e interpretación de suelos para fines de fertilización, construcción de drenajes, planes de enclamiento y fertilización, búsqueda de especies forestales con raíces profundas para proteger sitios de ladera.
Pasturas	Baja persistencia y calidad de los pastos y recursos forrajeros	Búsqueda de nuevas especies herbáceas y arbustivas, Intensificación del manejo de pasturas, Bancos forrajeros para proveer proteína y energía a los animales.
Arboles	Escaso uso de árboles y arbustos de uso múltiple en los predios ganaderos.	Identificación e incorporación de árboles de uso múltiples y arbustivas forrajeras en sistemas silvopastoriles.
Mano de obra	Escasez de mano de obra en finca.	Mejorar incentivos al nivel de finca para promover la intensificación como medida de conservación e los bosques: acceso del crédito, capacitación.

Fuente: Taller con productores de Baeza, Cosanga y Borja. Programa de Forestería. INIAP, 2011.

arcillosos se descomponen y consecuentemente se libera Al^{+3} y Fe^{+3} a la solución. En tales condiciones, el fósforo es inmovilizado y fijado en la superficie de los minerales amorfos, lo cual está asociado al complejo humus-Al-Fe; y más aún, una eventual aplicación de P se precipitaría como fosfato de Al o fosfato de Fe, ambas formas no son asimiladas por las raíces de los pastos. Por el contrario, las formas más solubles o disponibles de P están presentes en suelos con rangos de 6 a 7 de pH (INPOFOS, 1997).

El azufre es otro elemento que acusa un valor bajo, lo cual se explicaría porque es un elemento móvil que es arrastrado fuera de la zona radicular por el exceso de agua lluvia imperante en la subcuenca, sobre todo en las partes más abrigadas como Borja y el Chaco donde la precipitación supera los 3000 mm de lluvia anuales, es decir, casi el doble de lluvia que en la parte alta y fría circundante con los páramos (Burbano, 2011).

Por otra parte, un panorama de alto nivel de N amoniacal y un bajo nivel de S en el suelo, estaría asociado a la ocurrencia de problemas relacionados con el metabolismo del nitrógeno en las plantas, dado que el azufre juega un papel importante en la activación de la enzima nitrato reductasa, necesaria para la conversión de NO_3 a amino-ácidos en las células de las plantas (Grijalva, 1989). Esta estrecha relación no debe sorprender debido a que ambos nutrientes son constituyentes de las proteínas y están asociados a la formación de la clorofila. Este fenómeno suelo-clima, en esencia representa un serio limitante para lograr una óptima producción de cultivos como de pasturas, especialmente en los sitios altos y fríos, debido a la escasez de horas luz, bajas temperaturas ambientales y el perfil deficitario de azufre; y en las partes más bajas, por el exceso de precipitación que expulsa elementos como el azufre, perjudicando la construcción de proteínas en las pasturas y afectando la calidad de la producción primaria y secundaria.

El potasio se encuentra en un rango medio-alto, luego, por sí solo no representa un problema a pesar de que menos de un 2% se encuentra disponible para las plantas. Sin embargo, es necesario adicionarlo al suelo (INPOFOS, 1997) dado que interactúa con el metabolismo de N, P y la energía (Grijalva, 1989). Esto es, altos niveles de K en las pasturas, sumado a altos niveles de nitrógeno no proteico, condicionan la eficiencia de utilización del fósforo y otros elementos como el magnesio y calcio. Justamente, ese problema ocurre en épocas de lluvias y en zonas muy húmedas. Si hay aplicación de N a las praderas, simultáneamente debería aplicarse K y P en cantidades proporcionales.

Las relaciones catiónicas Ca/Mg ($6,26 \pm 1,92$) y Mg/K ($3,39 \pm 0,47$) son consistentes en tanto que los micronutrientes como el Zn ($6,3 \pm 0,51$), Cu ($6,15 \pm 0,59$), Fe ($264,5 \pm 81,9$), Mn ($29,3 \pm 2,5$) y B ($0,24 \pm 0,07$) revelan las características señaladas de esos suelos de montaña.

Una estructura franco-limosa caracteriza a los suelos de la subcuenca, cuya capacidad de retención de agua es alta. Por otra parte, la CIC es alta ($9,73 \text{ Meq\%}$)

±2,84) lo cual está relacionado de manera proporcional a la materia orgánica (10,6% ±1,28); es decir, a mayor contenido de MO mayor es la CIC. Ese hecho trae consigo una implicancia interesante, toda vez que esos suelos tienen el atributo de prevenir pérdidas potenciales por lixiviación (percolación) de los cationes como el Ca⁺⁺, Mg⁺⁺, K⁺, H⁺, Na⁺, Al⁺⁺⁺, NH₄⁺, debido a que la MO así como las partículas limosas y arcillosas que componen los suelos francos, retienen esos iones que tienen carga eléctrica positiva por lo tanto, esos iones no serían liberados para absorción por parte de las raíces de las plantas. A esto es de añadir que los suelos ácidos del ecosistema páramo, normalmente acusan mayor porcentaje de iones H⁺ adsorbidos, debido a que son suelos menos meteorizados y seguramente la MO y CIC son también muy altos.

4.3. Rol del componente forestal para el diseño de sistemas silvopastoriles

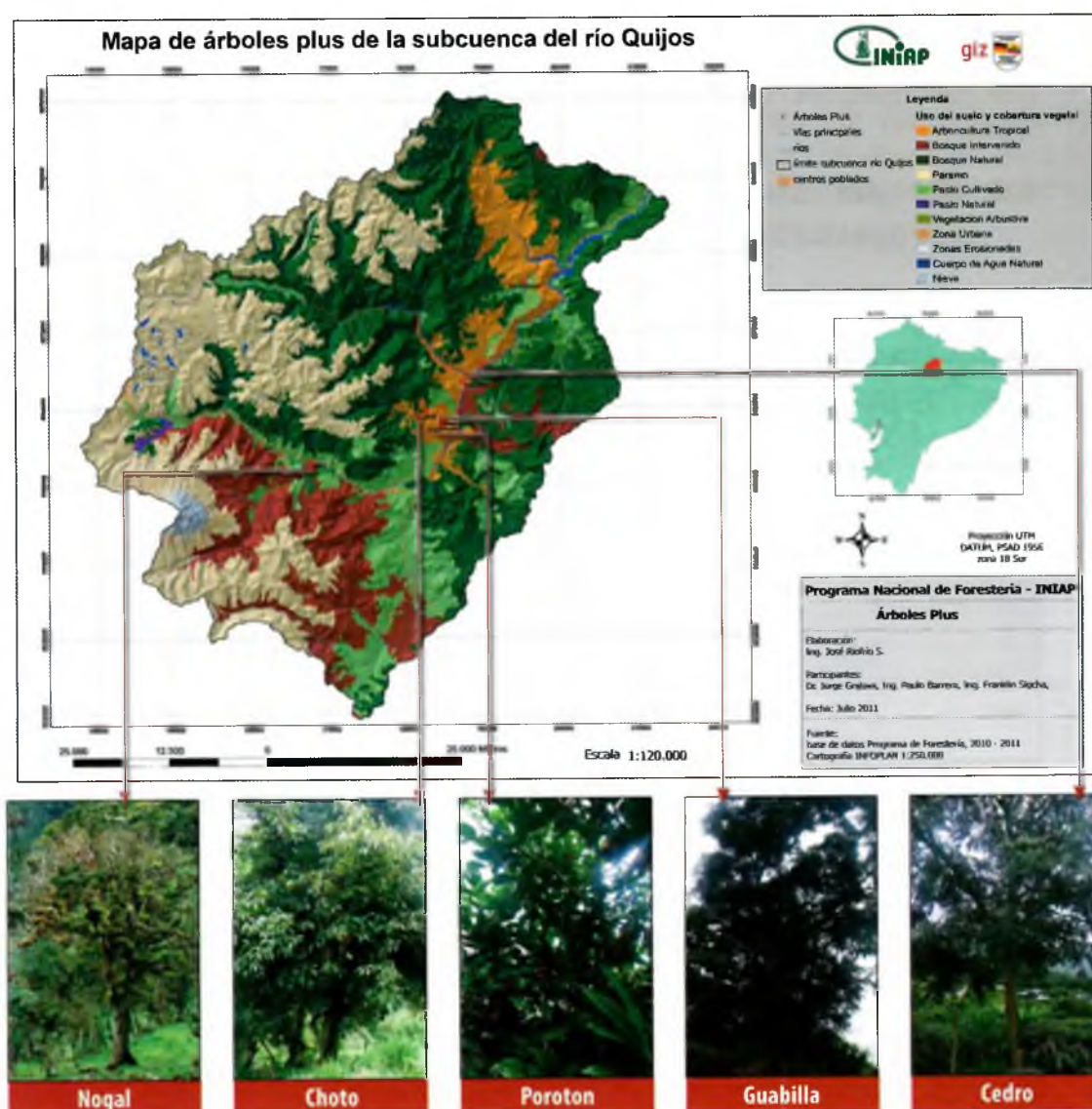
Para las comunidades y productores de la subcuenca, varias especies forestales son concebidas como potenciales para ser utilizados en diferentes arreglos espaciales y temporales asociados a pasturas. Quince especies forestales parecen las más relevantes por su uso maderable, valor socio-cultural, conservación de las riveras de los ríos y quebradas y para protección de laderas, las cuales se indican en el Cuadro 6.

Cuadro 6. Especies forestales priorizadas por la población local en la subcuenca del Río Quijos.

Listado de especies forestales priorizadas por la población local según sus usos					
Nombre Común	Nombre científico	Uso maderable	Valor socio-cultural	Valor para conservación	Usos múltiples
Choto	<i>Citharexylum montanum</i> var. <i>chimborazense</i> Moldenke	X			
Porotón	<i>Erythrina schimpffii</i> Diels, y <i>Erythrina edulis</i>		X	X	X
Cedro	<i>Cedrela montana</i> Moritz ex Turcz	X			
Guadua	<i>Bambusa guadua</i>		X	X	
Motilón	<i>Freziera canescens</i>	X			X
Nogal	<i>Juglans neotropica</i> Diels	X	X		X
Aliso	<i>Alnus acuminata</i> Kunth	X	X		
Flor de mayo	<i>Tibouchina mollis</i>		X	X	
Nispero	<i>Eryobotria japónica</i>		X		X
Arrayan	<i>Eugenia sp.</i>			X	
Aguacatillo	<i>Ocotea spp.</i>	X		X	
Guabilla	<i>Inga marginata</i> Willd		X	X	X
Guaba Silvestre	<i>Inga striata</i> Benth		X	X	X
Pinchimuyo	<i>Nectandra cissiflora</i> Nees	X			

Fuente: Talleres de priorización participativa de árboles, Parroquia Sardinas del Cantón el Chaco.

De esa lista, se identificaron, georeferenciaron y evaluaron un total de 17 árboles con características sobresalientes de las siguientes especies pertenecientes a las familias Malvaceae, Meliaceae, Fabaceae, Juglandaceae y Verbenaceae: Cedro (*Cedrela montana* Moritz ex Turcz), Choto (*Citharexylum montanum* var. *Chimboracense* Mondelke), balso, guabilla (*Inga marginata* Willd), porotón (*Erythrina schimpffii* Diels), guaba machetón (*Inga spp*), nogal (*Juglans neotropica* Diels) (Mapa 7).



Mapa 7. Mapa de ubicación de árboles plus en la subcuenca del Río Quijos.

Fuente: Programa Nacional de Forestería, INIAP 2011

En base de la aplicación de evaluaciones mensuales por un período mínimo de un año para obtener datos representativos de los patrones de variación anual y multianual de los ciclos fenológicos, se construyó el siguiente calendario fenológico y un calendario de recolección de semilla (Cuadro 7).

Cuadro 7. Períodos de recolección de semillas de los árboles identificados en la subcuenca del Río Quijos.

Especie	Nombre científico	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Cedro	<i>Cedrela montana</i> Moritz ex Turcz												
Choto	<i>Citharexylum montanum</i> var. <i>chimborazense</i> Moldenke												
Guabilla	<i>Inga marginata</i> Willd												
Porotón	<i>Erythrina schimpffii</i> Diels												
Guaba machetón	<i>Inga</i> sp.												
Nogal	<i>Juglans neotropica</i> Diels												

Fuente: Informe anual 2012 del Programa Nacional de Forestería, INIAP.

4.4. Desarrollo de sistemas silvopastoriles como medidas de adaptación y mitigación.

La recuperación e intensificación de pasturas son las mejores estrategias para aumentar la unidad animal por hectárea, y por lo tanto, contribuir a reducir el impacto ambiental a través de la mejora en la alimentación y la eficiencia del manejo del hato animal.

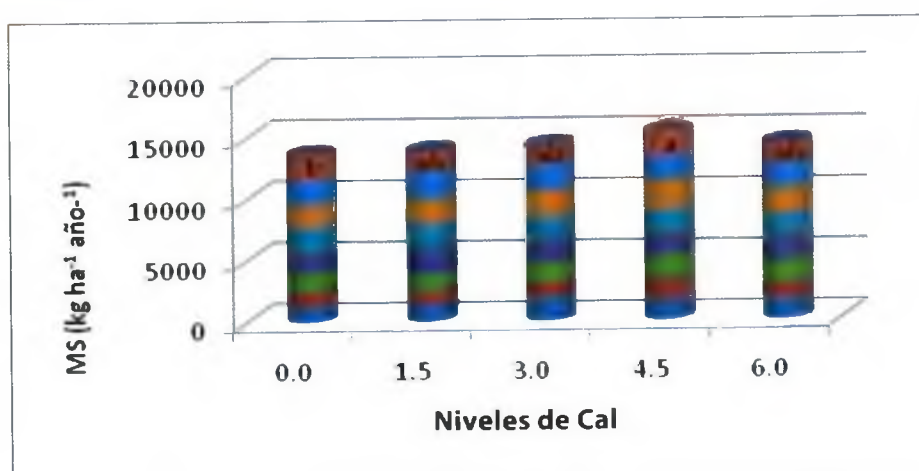
A la luz de esa hipótesis y tomando como base de la tipología de predios ganaderos identificados, se evidencia que cada vez es más común que los predios ganaderos del sector estabilizado y empresarial de la subcuenca, aplican nuevos elementos de modernización en la gestión de pasturas y la ganadería, sobre todo lo que concierne a la aplicación de distintos niveles de intensificación del manejo de pasturas y del pastoreo, donde la incorporación de prácticas de encalado mediante el uso de cal y la fertilización inorgánica u orgánica al suelo, parece ser lo más relevante.

Con ese antecedente, los dueños de varios predios del sector medio de la subcuenca, circundantes a Baeza-Borja-Cosanga y ubicadas en un rango de 1800-2000 m de altitud, identificaron y establecieron alternativas las cuales teóricamente contribuyen a la identificación y evaluación de medidas de adaptación y mitigación a cambios climáticos. Entre esas medidas se destaca la identificación y selección de especies herbáceas y arbustivas con aptitud forrajera tolerantes a excesos de humedad y bajo nivel de fósforo en el suelo y que crecen en condiciones de relativa baja radiación fotosintéticamente activa (RFA) que se registra en la subcuenca. De igual manera, se consideran importantes las prácticas de enmiendas al suelo a través del encalado y la aplicación de estrategias de fertilización y manejo del pastoreo en sistemas silvopastoriles de baja y alta intensificación, donde el componente

forestal con valor maderable contribuye a esos objetivos. A la luz de esa definición, se describen brevemente los sistemas silvopastoriles que actualmente se evalúan:

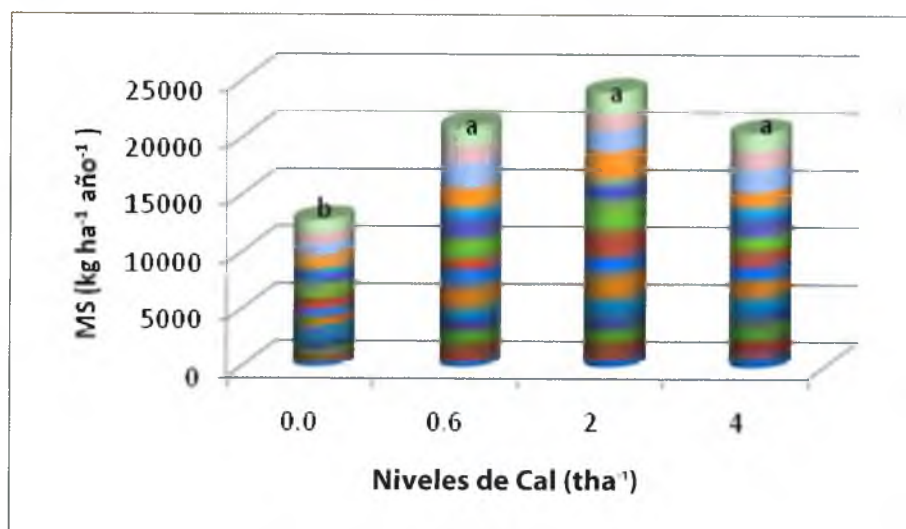
1. Sistema silvopastoril de baja intensificación (Gráfico 1) en cercas vivas con praderas de pasto miel (*Setaria sphacelata*) asociadas a las siguientes especies arbustivas forrajeras: botón de oro (*Tithonia diversifolia*), tilo (*Sambucus peruvianum*) y morera (*Morus alba*). Especies maderables: nogal (*Juglans sp.*) y cedro (*Cedrela montana*), y especie de uso múltiple *Erythrina (Erythrina edulis)*. Las distancias entre plantas de las especies forrajeras (botón de oro, tilo y morera) es de 1,0 m y las plantas maderables finas (cedro y nogal) a distancias de 20 m en línea. *Erythrina* fue intercalada entre las maderables finas. En este sistema silvopastoril se incorporó al suelo cuatro niveles de cal (1.5; 3.0; 4.5 y 6.0 t ha⁻¹ año⁻¹). La frecuencia de pastoreo es de 45 días con intensidad de pastoreo de 2 a 3 días, con lo cual se logra alrededor de 8 a 10 pastoreos por año.
2. Sistema silvopastoril de alta intensificación en cerca viva de praderas pastoreadas con pasto miel y asociadas con las mismas especies arbustivas forrajeras y arbóreas con valor maderable mencionadas, donde se aplicó 0.6, 2.0 y 4.0 t ha⁻¹ año⁻¹ de cal, y con aplicación de una estrategia de fertilización química anual consistente en 120 kg de N ha⁻¹, 90 kg de P₂O₅, 60 kg de K₂O, 4 kg de S y 4 kg de Mg, fraccionado en aplicaciones bi-mensuales. En este sistema se registra una frecuencia de pastoreo de 35 días y una intensidad de pastoreo de un día, con lo cual logran 12 a 15 pastoreos durante el año (Gráfico 2).

Gráfico 1. Biomasa seca acumulada (kg ha⁻¹ año⁻¹) en sistemas ganaderos con baja intensificación en base de pasto miel en la subcuenca del Río Quijos.



Fuente: Programa Nacional de Forestería del INIAP, 2011-2012

Gráfico 2. Biomasa seca acumulada ($\text{kg ha}^{-1}\text{año}^{-1}$) en sistemas de alta intensificación en base de pasto miel en la subcuenca del Río Quijos.



Fuente: Programa Nacional de Forestería del INIAP, 2011-2012

Los datos revelan una gran diferencia en la biomasa acumulada anual entre niveles de intensificación a aplicaciones de hasta 4 toneladas de cal ha^{-1} en ambos sistemas de intensificación, pudiendo alcanzar un 20% de forraje adicional cuando se trata de sistemas poco tecnificados y un 75% de incremento en la biomasa en sistemas tecnificados respecto a la no aplicación de enmiendas, lo cual da cuenta de una mayor productividad de la pradera. Sucesivos aumentos del nivel de encalado, no parecen mostrar incrementos adicionales de biomasa de pasto, a no ser que simultáneamente se adicione fertilizantes en base de nitrógeno, fósforo, azufre y magnesio.

Esos resultados muestran importantes implicaciones de la fertilización como elemento de intensificación, sobre la acumulación de biomasa para consumo de los animales. En otros términos, lograr un incremento significativo en la producción de forraje a causa del uso de fertilizantes y enmiendas, podría mejorar ostensiblemente la capacidad de carga animal y la producción secundaria, ya sea de leche o de ganancia de peso. Mayor impacto se esperaría cuando además del forraje, se adiciona alimentos concentrados a la dieta de los animales.

Los aportes del componente arbóreo con aptitud forrajera tanto de botón de oro, como de morera y tilo, son poco importantes durante el establecimiento del sistema silvopastoril. Sin embargo, conforme evolucione el sistema, se esperan mayores aportes de estas especies forrajeras en el consumo animal, debido al potencial aporte de forraje y de energía proveniente de esas fuentes. Por otra parte, las especies arbóreas con valor maderable (nogal y cedro), acusan al momento

buen nivel de adaptación durante el período de establecimiento, pero aún es muy temprano para conocer su comportamiento.

4.5. Cambios de la vegetación natural y el estado de conservación de la fauna silvestre

Un elemento de interés en el proceso de diseño de alternativas silvopastoriles, estaba relacionado con el análisis del estado de conservación de la fauna silvestre, a sabiendas que los bosques que rodean a la subcuenca ha sido escenario de cambios temporales en la vegetación natural y uso del suelo, según se cuantificó en acápite anteriores. Para este propósito, el siguiente mapa 8, ilustra los sitios de transectos en la subcuenca que sirvieron para analizar el estado de conservación de la fauna silvestre, siguiendo los dos lados de la vía principal Papallacta-Baeza-el Chaco y la vía Baeza-Cosanga.



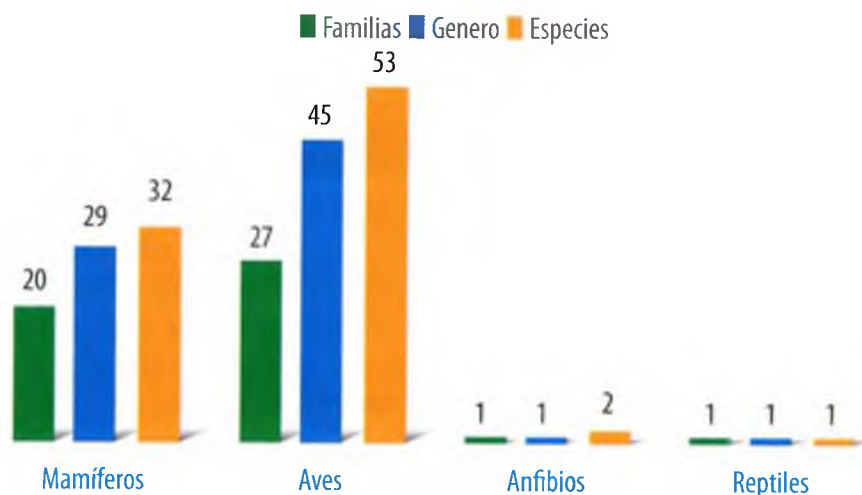
Mapa 8. Transectos para la evaluación de fauna en la subcuenca del Río Quijos.

Fuente: Programa Nacional de Forestería del INIAP, 2011

Se registraron 32 especies de mamíferos incluidos en 29 géneros, 20 familias y 8 órdenes; 53 especies de aves incluidas en 45 géneros, 27 familias y 10 órdenes; los anfibios 2 especies en 2 géneros, 2 familias 1 orden; y los reptiles representados por 1 especie, 1 género, 1 familia y 1 orden (Gráfico 3).

Diversidad de fauna, subcuenca Río Quijos

Gráfico 3. Número de especies por grupo taxonómico en la subcuenca del Río Quijos, 2010.



Elaboración: Guerra, F. 2010.

Fuente: Informe técnico de fauna. Proyecto PC-Quijos, 2011.

Los resultados muestran de manera general una disminución de diversidad y abundancia de las poblaciones de mamíferos, aves, reptiles y anfibios, tomando como referencia la lista referencial del Comité Internacional de Tráfico de especies (CITES), cuyas categorías están establecidas por la UICN dentro del libro Rojo de los mamíferos del Ecuador (Tirira, 2011). Aparentemente, los primates serían los de mayor riesgo de desaparecer de aquellos lugares donde, por distribución geográfica, deberían estar presentes. Por tal razón, es el grupo más vulnerable y en franco peligro de extinción. Las aves de las partes altas que cohabitan alrededor de las lagunas en la parte alta de la subcuenca, así como los murciélagos, son los grupos más representativos y abundantes.

De los mamíferos registrados en el estudio, el orden de los Chiroptera es el más representado con un valor porcentual del 27.56 % seguido por Rodentia con un 24.13% del total de las observaciones (Cuadro 8).

Cuadro 8. Diversidad y abundancia de mamíferos en la subcuenca del Río Quijos.

ORDENES	FAMILIAS	GENEROS	ESPECIES	% del total registrado
Didelphimorphia	1	2	2	6.7
Xenarthra	1	1	1	3.3
Pilosa	1	1	1	3.3

Primates	2	2	2	6.7
Rodentia	4	7	7	23.3
Lagomorfa	1	1	1	3.3
Chiroptera	2	4	8	26.7
Carnivora	4	4	5	16.7
Perissodactyla	1	1	1	3.3
Artiodactyla	3	3	3	10.0
Total	20	25	32	100

Elaboración: Guerra y Grijalva, 2011. Informe del estudio de Fauna, Programa de Forestería

El grupo de los passeriformes representa el 22,6% del total de aves, en cuyo grupo los colibríes es el más representado (Cuadro 9).

Cuadro 9. Diversidad de aves en la subcuenca del Río Quijos.

ORDENES	FAMILIAS	GENEROS	ESPECIES	% del total registrado
Tinamiformes	1	1	1	1.88
Podicipediformes	1	2	2	3.77
Anseriformes	1	1	1	1.88
Ciconiformes	1	1	1	1.88
Falconiformes	2	4	7	13.21
Galliformes	1	3	3	5.66
Charadriiformes	3	3	3	5.66
Columbiformes	1	1	1	1.88
Psittaciformes	1	2	2	3.77
Cuculiformes	1	1	1	1.88
Strigiformes	1	2	2	3.77
Caprimulgiformes	2	2	2	3.77
Apodiformes	2	7	12	22.64
Trogoniformes	1	2	2	3.77
Piciformes	1	1	1	1.88
Passeriformes	7	12	12	22.64
Total	27	45	53	100

Elaboración: Guerra y Grijalva, 2011. Informe del estudio de Fauna, Programa de Forestería.

Los grupos de anfibios y reptiles fueron menos observados, apenas con uno y dos registros respectivamente (Cuadro 10).

Cuadro 10. Diversidad de anfibios y reptiles en la subcuenca del Río Quijos.

ORDENES	FAMILIAS	GENEROS	ESPECIES	% del total registrado
Anoura	1	2	2	100
Squamata	1	1	1	100

Elaboración: Guerra y Grijalva, 2011. Informe del estudio de Fauna, Programa de Forestería.

A la luz de los resultados analizados, se deduce que los cambios en la vegetación natural y uso del suelo a favor de la expansión de pasturas para la crianza de ganado, descritos en acápite anteriores, ciertamente han provocado perturbaciones en los grupos de mamíferos principalmente, y de las poblaciones de aves, anfibios y reptiles. Estudios paralelos, muestran que debido a la actividad humana, la fauna del cantón Chaco y Quijos ha disminuido considerablemente; hace pocos años era muy común encontrarse cerca de los centros poblados con osos, dantas, ardillas, raposas, monos, pavas, perdices, guatusas, palomas, gallos de la peña, puercos sajinos y tucán; entre otros (RCA Construcciones y Consultorías, 2011).

La mayoría de especies silvestres están en serio peligro y por lo tanto es una población vulnerable, debido a la destrucción y pérdida de los hábitats naturales afectando su diversidad y abundancia. Este fenómeno aparentemente es consecuencia de la sucesiva transformación del espacio de áreas próximas a los bosques para dar lugar a una agricultura extensiva, en su mayor parte a través de la ganadería y otras formas de uso agrícola convencional.

El mejoramiento de las vías que en principio fueron consideradas dentro de los *factores de deforestación* durante el proceso de ocupación de la amazonía (Arévalo, et al., 2008; Grijalva, et al., 2004); en el actual entorno geopolítico, podría ser considerado como una medida política acertada para incentivar a los dueños de predios a intensificar la actividad agropecuaria, debido a que con el mejoramiento de las vías también mejora el transporte y el comercio intra e inter-regional de productos como la leche y derivados. En consecuencia, se puede plantear como una medida en favor de la conservación de los bosques.

5. Impactos socioambientales de la expansión e intensificación del manejo de pasturas en la subcuenca del Río Quijos

Tempranamente se ha demostrado la existencia de relaciones entre el proceso de deforestación en la subcuenca y la expansión de pasturas, siguiendo un patrón común de la Amazonía toda (Grijalva, et al., 2004; Arévalo et al., 2008). De otra parte, resultados de investigación reportados por Uribe y Estrada (2009) en torno a los impactos del uso de la tierra sobre caudales y sedimentos, muestran que la permanencia de cobertura parcial o total de bosque evita que se produzcan más sedimentos que afectarían la calidad y la cantidad total de agua. De hecho, estos dos indicadores variarían levemente, siendo un poco menor bajo cobertura boscosa, debido posiblemente a las bajas tasas de evapotranspiración del bosque en estas zonas. Sin embargo, una eventual pérdida del bosque incrementaría los flujos de agua en la cuenca, aumentando el valor de escorrentía, disminuyendo la recarga de acuíferos, y por lo tanto, reduciendo los flujos de retorno en época de estiaje. Otros impactos probables sobre los balances hídricos y el incremento en el volumen y costo de los tratamientos de sedimentos que se producirían cuando el suelo se usa en pasturas y que por tanto afectarían los embalses, es un vacío aún pendiente de investigar.

Estrada (2010) planteó la hipótesis de que existiría gran presión de la ganadería sobre el bosque de la subcuenca del Río Quijos, y por lo tanto, sería necesario compensar a los ganaderos para que adoptaran pasturas más intensivas que permitan aumentar la carga animal en las áreas ya en uso y de esta forma absorber el crecimiento del hato regional sin tumbar más bosque y sin reducir los ingresos de los productores. En este sentido, se asumió que existen pasturas de corte que aumentarían la carga animal y que un sistema intensivo sería más rentable y competitivo considerando el precio de oportunidad de los recursos domésticos, en especial el costo alternativo del agua y de la mano de obra.

Una segunda hipótesis sugiere que la intensificación asociada a una mayor carga animal potencial, tendría repercusiones en las externalidades ambientales en especial en el aporte de agua al caudal a diferentes alturas y por ende en los costos del agua para Quito. Dado la gran incidencia que tiene la tarifa del agua en Quito sobre la construcción de alcantarillado; en otras cuencas, un incremento del costo del agua tendría a su vez un gran impacto ambiental en otras cuencas.

De otra parte, queda pendiente de comprobar el efecto de la deforestación sobre el incremento de la evapotranspiración asociada a un incremento en la productividad del pasto kikuyo y una reducción sustancial de los caudales respecto al bosque. Finalmente, al tener más carga animal debido al uso de tecnología, se incrementaría la compactación produciendo una mayor erosión del suelo, sobre todo en sitios de ladera pronunciada. Estas son algunas de las interrogantes a contestar a continuación.

5.1. Relaciones entre el clima, las condiciones del suelo y la acumulación de biomasa

A pesar que la mayoría del territorio de la subcuenca está dentro de las formaciones bosque muy húmedo Montano y bosque húmedo Montano bajo; la altitud, precipitación y nubosidad, juntas generan una serie de ecosistemas que se modifican rápidamente en distancias muy cortas, causando gran impacto no solamente sobre la decisión preferencial de los propietarios de predios en usar el espacio en la producción de pasturas, sino también, sobre el crecimiento y acumulación de biomasa. Precisamente esas aseveraciones se discuten a continuación.

En primer lugar, se conoce que hay una barrera natural a la expansión de las pasturas. Las áreas en pasturas actualmente funcionales están ubicadas en pendientes inferiores al 30 % (Estrada, 2010). Esto se debe a que la ganadería en la zona evolucionó hacia la actividad lechera después de que se mejoró la vía de acceso y también por la incursión de NESTLE que contribuyó significativamente a dinamizar esa actividad (Grijalva, et al., 2004; Arévalo, et al., 2008).

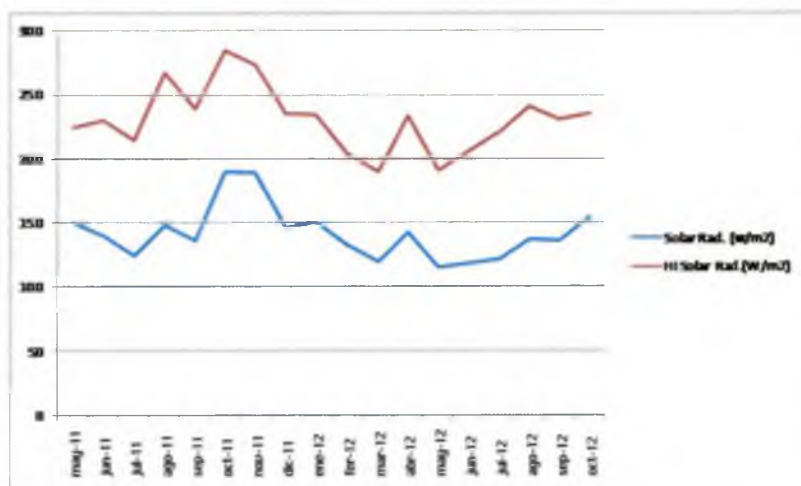
En segundo lugar, con niveles de precipitación superiores a 3.000 mm anuales, resulta prácticamente imposible desarrollar una ganadería rentable en sitios con más de 30% de pendiente y con bajas temperaturas, o sea, en los sitios más altos colindantes con el ecosistema de páramo. Tal como se puede ver en el mapa de cambios de uso del suelo (mapa 6), no hay áreas cubiertas de bosque o que estén forestadas en pendientes inferiores al 30 %. En las zonas de amortiguamiento colindantes con las áreas protegidas no existen terrenos planos sin deforestar y menos aún, áreas sin uso con pasturas en condición o tendencia a la degradación. Por lo tanto, en los últimos diez años, la presión sobre el bosque es y probablemente continuará siendo muy baja. Contrariamente, en la franja de 2000-2500 msnm, el kikuyo y pasto miel son dos pastos predominantes en un sistema de uso tradicional sin fertilización y sin carga animal variable que refleje una respuesta a la disponibilidad de biomasa.

Estudios previos para medir la influencia de la radiación fotosintéticamente activa (RFA) sobre el crecimiento de pasturas, muestran que cuando RFA se aproxima a 200 watts/m² y la temperatura alcanza 20°C, el kikuyo alcanza el punto óptimo de producción. Esto significa que, con cada unidad de incremento en la concentración de nitrógeno en las hojas, la producción de biomasa se incrementaría en 20 kg de MS/ha/día, siempre y cuando el factor agua no sea limitante (Estrada, 2010).

Examinando los datos de radiación solar total de 2011 y 2012 en la parte intermedia de la subcuenca (entre Borja y Cuyuja y Baeza-Cosanga), se evidencia una variación estacional que oscila entre 120 y 180 watts/m² (Gráfico 4) durante el año. La máxima radiación ocurre entre los meses de agosto-noviembre, cuyos valores se aproximan a 280 watts/m². Sin embargo, de la radiación total indicada, únicamente menos de dos terceras partes es RFA (Gráfico 5); por tanto, se deduce que únicamente en un corto periodo del año se superaría el punto de saturación de las hojas del pasto kikuyo y de pasto miel, donde sería posible obtener una producción de biomasa que oscila entre

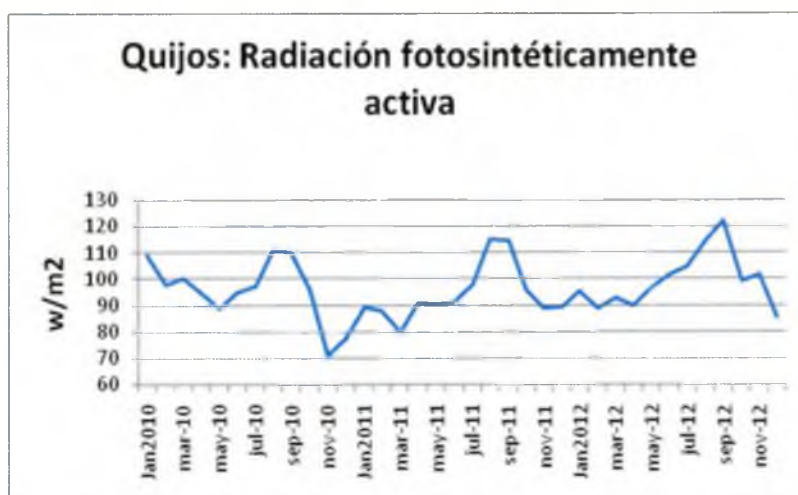
21 - 33 kg de materia seca ha⁻¹día⁻¹. A la vez, luz y temperatura (Gráfico 6) junto con la precipitación y evapotranspiración, son los factores que tienen mayor influencia sobre el crecimiento y desarrollo de las pasturas, toda vez que el crecimiento depende más de la densidad de flujo radiante que llega y de la capacidad de las hojas para aprovecharlo.

Gráfico 4. Radiación solar total en la parte media de la subcuenca del Rio Quijos.



Fuente: data-clima, Programa Nacional de Forestería. 2011-2012. Estación de clima, Sumaco (1800-2000 msnm).

Gráfico 5. Radiación fotosintéticamente activa (RFA) en la subcuenca del Rio Quijos.



Fuente: GIZ, 2013

Gráfico 6. Variación en la temperatura diaria en Baeza, Valle de Quijos



Fuente: GIZ, 2013

Con base en esos hallazgos, se deduce que únicamente en las partes más abrigadas de la subcuenca donde se observa prosperar a kikuyo, se esperarían producciones de biomasa que fluctúan entre 5 y 17 t de MS ha⁻¹ año⁻¹. Si se asume una eficiencia de pastoreo equivalente a un 65%, con la mayor producción de biomasa se necesitarían alrededor de 2.1 vacas (animales de 450 kg de peso vivo y produciendo 10 litros de leche) para que consuman esa cantidad de biomasa neta. Contrariamente, con la menor producción, apenas soportará una carga de 0,7 a 1,0 vacas de esas mismas características.

En los sitios más fríos de mayor altitud se la subcuenca, el crecimiento de kikuyo es marginal, en cuyas condiciones la capacidad de carga animal disminuye drásticamente debido a la baja tasa de crecimiento diario (menor de 10 kg de materia seca ha⁻¹ día⁻¹ y lenta acumulación de biomasa, requiriendo más de 60 días de intervalo para procurar un próximo pastoreo.

Los sistemas ganaderos en la realidad apenas sostienen una carga animal de una vaca ha⁻¹ año⁻¹. Al respecto, en acuerdo a lo que afirma Estrada (2010) si se quiere duplicar la carga animal en Quijos, se necesitaría importar ganado, pero el precio sombra de las vaquillas sería mucho más alto pues se necesitaría transportarlas de sitios más productivos, y el único lugar posible es la sierra andina. Pero a decir del autor, importar ganado de otras zonas del país al Quijos no es tarea fácil, pues el lento crecimiento del hato nacional (no supera el 3% anual según las estadísticas del MAGAP) hace que los sistemas locales crezcan lentamente en base de sus propios crecimientos normales obtenidos con tecnologías sencillas y sin explotar al máximo nuevas tecnologías disponibles. Todo eso resulta que tanto privada como socialmente sea menos rentable trasladar animales a la cuenca del Quijos. En otros términos, es más fácil incrementar la oferta forrajera que incrementar el crecimiento del hato.

Esta diferencia de rentabilidad se incrementa por los costos de transporte de leche que hacen que se paguen menores precios de leche en la zona. En la mayoría de los sitios de la sierra el precio de la leche esta cercano a los 0.45 USD/litro mientras tanto en los puntos de recolección de Quijos el precio máximo es de 0.35 USD/litro, dado que los costos de transporte incrementa sustancialmente por el bajo volumen de producción en la subcuenca (Estrada, 2010).

5.2. Intensificación del manejo de pasturas e impactos sobre la capacidad de carga animal

Alrededor de Papallacta sobre 3.200 m de altitud, se reconoce la existencia y uso marginal de pasto azul (*Dactylis glomerata*), rye grass anual (*Lolium multiflorum*) y rye grass perenne (*Lolium perenne*), especies ampliamente difundidas en haciendas lecheras intensivas de la sierra (Grijalva et al., 1995) que crecen sobre suelos fértiles y exigen un manejo con alto uso de fertilizantes y otras prácticas de intensificación. Por tales razones, solamente pocos productores que tienen lotes en sitios más planos y fértiles cerca del lecho del río, y además el capital para la adquisición de semilla y otros insumos, pueden acceder a estas alternativas que por ser de mejores características nutritivas que el kikuyo que crece marginalmente, son utilizados exclusivamente para la categoría “vacas en producción de leche”. De ninguna manera, estas especies prosperan en el ecosistema páramo. La adopción de trébol blanco foráneo es marginal porque consideran que causa torzón a sus animales, a pesar de que un ecotipo natural de esta leguminosa crece en asociación con kikuyo en los sitios de mejor condición.

En la parte media de la subcuenca (alrededor de 2000-2500 msnm) el kikuyo prospera con dificultad en base de limitaciones asociadas a las condiciones climáticas que influyen sobre el crecimiento y acumulación de biomasa, sobre todo la baja radiación fotosintéticamente activa que se registra globalmente en la subcuenca, es quizá la variable que mayor impacto acusa sobre el crecimiento y acumulación de biomasa. No obstante, el nivel de intensificación de las pasturas y el manejo del pastoreo dentro del predio, son también otros factores incidentes.

Cuadro 11. Relaciones entre biomasa forrajera, frecuencia e intensidad de pastoreo y carga animal en varias tipologías de predios ganaderos en la parte media de la subcuenca del Río Quijos (2000 msnm).

Variable	Tipología de predios ganaderos			
	G1	G2	G3	G4
Biomasa total, kg ha ⁻¹ /cada corte	1800	2300	3100	1900
Frecuencia de pastoreo, días	45	41	38	35
Intensidad de Pastoreo, días	9	7	6	4
Carga Animal, UA/ha	0,79	0,9	1,21	1,26
Capacidad Receptiva, UA/ha	0,8	0,9	1,5	1,9

UA: Unidad Adulta (Bovino de 400 Kg de peso vivo que cría a un ternero hasta los 6 meses de edad).

G1= Mano de obra familiar y baja intensificación. G2 Mano de obra familiar y media intensificación. G3 Mano de obra contratada y media intensificación. G4 Mano de obra contratada y alta intensificación

Tipo de pasturas; kikuyo y pasto miel.

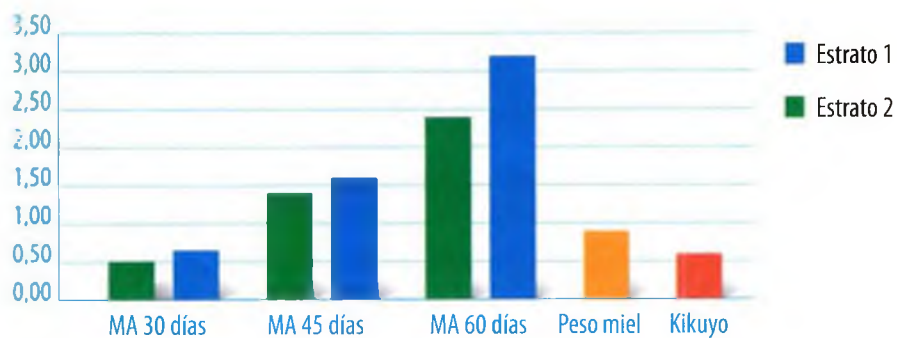
Fuente: INIAP, Programa de Forestería, 2010.

5.3. Frecuencia de pastoreo e impactos sobre la acumulación de biomasa y el valor nutritivo de las pasturas.

El análisis se enfoca sobre el servicio eco-sistémico de producción de kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), y el pasto miel (*Setaria splendida*) en relación con el pasto maralfalfa (*Pennisetum violaceum*), ésta última recientemente introducido en sitios abrigados de la subcuenca.

En el Gráfico 7, se observa la producción de materia seca del kikuyo aprovechado a 45 días de rebrote versus el pasto mar alfalfa cortado a frecuencias de 30, 45 y 60 días, en dos estratos altitudinales: Estrato 1 (1500 a 1800 m) y Estrato 2 (1801 a 2000 m) de altitud. Esos datos representan tasas de crecimiento diarios de 20, 33 y 40 a 52 kg de MS ha⁻¹ día⁻¹ en maralfalfa en esas frecuencias de pastoreo, versus un valor cercano a 15 kg tanto de pasto miel como de kikuyo.

Gráfico 7. Acumulación de materia seca (t de materia seca/ha) de pasto maralfalfa, pasto miel y kikuyo en varias frecuencias de pastoreo.



Frecuencias de corte de maralfalfa: 30, 45 y 60 días
 Frecuencias de pastoreo de pasto miel y kikuyo: 45 días.

El análisis del valor nutritivo que se indica en el Cuadro 12, muestra que a medida que aumenta la frecuencia de aprovechamiento, aumenta la proporción de fibra cruda, y contrariamente, la proteína disminuye notablemente y con ello la calidad de la pastura. Esto sugiere que el momento más adecuado de corte o de pastoreo de las tres especies no debe ser mayor a 45 días, en tales condiciones. Los valores de proteína cruda y fibra cruda en kikuyo y el pasto miel a los 45 días de rebrote, se aproximan a los resultados a 60 días en el caso de maralfalfa.

Cuadro 12. Contenido de materia seca y proteína cruda en pasto maralfalfa a frecuencias de 30, 45 y 60 días y kikuyo y pasto miel a 45 días de aprovechamiento en la parte media de la subcuenca del Río Quijos.

Frecuencia de corte o pastoreo	Materia seca, %	Proteína cruda, %
Maralfalfa		
Corte a 30 días	12,3 b	17,2 a
Corte a 45 días	13,4 b	15,2 ab
Corte a 60 días	14,0 ab	14,7 ab
Pasto miel o kikuyo		
Pastoreo a 45 días	17,8 a	12,2 b

Letras diferentes en sentido vertical, indican diferencias estadísticas, Tukey 5%.

La fibra cruda se descompone en tres fracciones: Fibra Detergente Neutro (FDN), Fibra Detergente Acido (FDA) y Lignina. FDN representa la fracción constituida por celulosa, hemicelulosa, pectinas y lignina, y se relaciona negativamente con el consumo. El valor ideal de FDN para lograr un máximo consumo de materia seca y una máxima producción animal, fluctúa entre 25-36%. En el pasto maralfalfa, FDN supera el 50% en cualquiera de las tres frecuencias de corte, reflejando un incremento notable de FDN conforme aumenta la frecuencia de corte o la madurez del pasto. El kikuyo y/o el pasto miel, aprovechados a los 45 días, muestran respuestas parecidas a maralfalfa a los 60 días de aprovechamiento (Cuadro 13).

Cuadro 13. Promedios de FDN, FDA y lignina en tres intervalos de corte de maralfalfa, comparado con kikuyo o pasto miel en la parte media de la subcuenca del Río Quijos.

Frecuencia de corte o pastoreo	FDN, %	FDA, %	LIGNINA, %
Maralfalfa			
Corte a 30 días	57,5 b	37,9 b	4,7 a
Corte a 45 días	59,9 a	39,6 b	5,1 a
Corte a 60 días	60,9 a	41,2 a	5,1 a
Kikuyo o pasto miel			
Pastoreo a 45 días	61,2 a	39,9 b	5,0 a

Letras diferentes en sentido vertical, indican diferencias estadísticas, Tukey 5%.

La FDA por su parte, se compone de la fracción de celulosa + lignina, cuyo valor referencial en praderas de gran calidad es de 21 al 30% y 2.5 a 4% de Lignina de la fracción seca del forraje. Sin embargo, los porcentajes de FDA y Lignina obtenidos tanto en maralfalfa como en pasto miel y kikuyo son mucho más altos en esos intervalos de aprovechamiento.

El análisis de Energía Metabolizable (EM) y Digestibilidad in vitro de la materia seca que se expresa en el Cuadro 14, no revela claras diferencias conforme aumenta la edad de corte en el caso de maralfalfa. En cambio, kikuyo parece acercarse a valores superiores a ciertos valores ideales de 2.2-2.5 Mcal de EM y digestibilidades superiores a 65%, como es frecuente encontrar en praderas de clima temperado-frío (Grijalva, 2010).

Cuadro 14. Contenido de energía metabolizable y digestibilidad *in vitro* de la materia seca en pasto maralfalfa en varias frecuencias de corte y/o pastoreo en la parte media de la subcuenca del Río Quijos..

Frecuencia de corte o pastoreo	Energía metabolizable, Mcal/kg	Dig. <i>in vitro</i> de la M.S. %
Maralfalfa		
Corte a 30 días	1,82 a	53,9 a
Corte a 45 días	1,77 a	55,1 a
Corte a 60 días	1,78 a	52,4 a
Pasto miel		
Pastoreo a 45 días	1,77 a	51,9 a
Kikuyo		
Pastoreo a 45 días	2,13 a	61,9 b

Letras diferentes en sentido vertical, indican diferencias estadísticas, Tukey 5%.

Tanto el kikuyo como el pasto miel representan las mejores opciones disponibles actualmente en la subcuenca. Sin embargo, las características estoloníferas y rastreras del kikuyo son atributos de la adaptación de kikuyo a las laderas en las partes media y alta de la subcuenca que contribuyen a proteger el suelo de la erosión, que en otras pasturas no estoloníferas ocurriría por causa de las intensas precipitaciones y por el efecto del pisoteo del ganado (Grijalva, 2011).

Pasto miel por su parte, creciendo en sitios abrigados como Baeza-Cosanga, muestra múltiples limitaciones en su crecimiento, cuyas causas primarias derivan de las condiciones de alta humedad del suelo, llegando incluso al nivel de encharcamiento durante los meses de precipitación cuando no se hacen prácticas de drenajes, y lógicamente el pisoteo del ganado que contribuirían a una mayor sedimentación y disminución de la capacidad de retención de agua.

En contraste, maralfalfa a pesar de ser una alternativa forrajera nueva de mayor precocidad y capacidad de acumulación de biomasa, acusa mayor vulnerabilidad que los restantes pastos, porque justamente por esos atributos señalados, requiere importantes aplicaciones de abonos para persistir en el tiempo, y tales condiciones no son comunes en la subcuenca, a no ser que se utilice fertilizantes fósiles de alto costo por unidad de biomasa producida. Adicionalmente, el uso del pasto maralfalfa como especie de corte en aquellos sitios abrigados del valle como Cuyuja, Baeza, Cosanga, Borja, Sumaco, Sardinias y el Chaco; requiere mayor cantidad de mano de obra para cortar y transportar la biomasa, por lo tanto, solo podría ser rentable en sistemas de producción con un bajo costo de oportunidad de la mano de obra y en épocas secas prolongadas. Pero, en la zona no existen meses "ecológicamente secos".

A medida que se incrementa el costo del jornal, la producción de leche requerirá sistemas de producción que aumenten la eficiencia de la mano de obra con base en manejo de pastoreos rotacionales, de tal modo que maximicen la captura de radiación solar para lograr mayores índices de área foliar a través de descanso y fertilización.

5.4. Impactos de la frecuencia e intensidad de pastoreo sobre la productividad animal

Tanto *la intensidad como la frecuencia de pastoreo* producen diferentes impactos en el comportamiento de las plantas forrajeras, siendo lo más frecuente esperar cambios en la composición botánica de las praderas e inclusive, la desaparición de especies apetecidas y de mayor valor nutritivo, aumento de la compactación del suelo con cargas altas, dado que el efecto de los animales se refleja en una disminución de la aireación del suelo e infiltración del agua, lesiones mecánicas a las plantas por pisoteo, alteración de la estructura del suelo húmedo por el pisoteo constantes, alteración en el crecimiento normal de las especies debido a la presencia de deyecciones sólidas y líquidas por interferencia del paso de la luz.

Los Cuadros 15y 16 demuestran que la carga animal en las ganaderías con mano de obra familiar son tan bajas como 0.78-0.90 UA ha⁻¹, contrariamente, las ganaderías con mano de obra contratada, soportan cargas de 1,21 a 1,26 UA ha⁻¹, lo cual refleja que conforme aumenta el nivel de intensificación mediante mejores prácticas de manejo de pasturas, mejora la capacidad de carga animal y la productividad. No obstante, cuando la superficie del predio es de tamaño considerablemente superior, aún con ciertas prácticas que sugieren un nivel medio de intensificación, la producción de leche tiende a ser baja; debido probablemente a un bajo inventario del hato bovino.

Cuadro 15. Producción de leche (litros día⁻¹ ha⁻¹) en sistemas ganaderos de la subcuenca del Río Quijos.

Tipología de predios ganaderos	Superficie de la finca, ha	Pasturas, ha	Carga animal, UA/ha	Leche, l/ha/día
Mano de obra familiar, baja intensificación	27	19,7	0,78	2,3
Mano de obra familiar, media intensificación	89	65	0,90	1,0
Mano de obra contratada, media intensificación	33	28,8	1,21	3,5
Mano de obra contratada, alta intensificación	42	42	1,26	7,1

Fuente: Programa Nacional de Forestería, INIAP 2010.

La incorporación de esos elementos tecnológicos de manejo y utilización de praderas en los sitios con mayores ventajas y menos restricciones, diferentes del páramo, explican la mayor producción de leche, tal como puede evidenciarse en el Cuadro 15 y Cuadro 16. También es posible evidenciar que en la tipología con mano de obra familiar, el tamaño del predio es un factor que limita el uso de tecnologías, es decir, a mayor superficie, menor inversión en la ganadería. Contrariamente, en los predios con uso de mano de obra contratada, la productividad es proporcional al uso de tecnología, cuyos resultados se ven reflejados en los beneficios netos que pueden duplicar y aún triplicar (Cuadro 17) cuando se utilizan prácticas de manejo de pasturas y animales durante el pastoreo, lo cual se atribuye a un mayor eficiencia de uso del espacio en las ganaderías que utilizan múltiples prácticas de mejoramiento de pasturas y la ganadería

Cuadro 16. Acumulación de biomasa y capacidad de carga animal de tres sistemas pastoriles basados en kikuyo y pasto miel en tres escenarios de intensificación en la subcuenca del Río Quijos.

Variable	Sistema de pradera		
	pasto miel		Kikuyo
	Escenario de intensificación		
	Baja	Media	Alta
MS acumulada, kg ha ⁻¹ año ⁻¹	5200	12000	17600
Tasa de crecimiento, kg MS ha ⁻¹ día ⁻¹	21	49	33
Frecuencia de pastoreo, días	60	45	24
Intensidad de pastoreo, días	5	2-3	1
Eficiencia de pastoreo, % de la biomasa	60	65	65
Capacidad de carga animal, UAha ⁻¹	0,90	2,1	3,1

Fuente, Data-Pasturas. Programa Nacional de Forestería del INIAP. 2011-2012.

UA: animal tipo de 400 kg de peso vivo, cuyo consumo de materias seca por días es del 2,5% del peso

Cuadro 17. Beneficios Netos provenientes de la actividad ganadera según tipología de productor en la subcuenca del Río Quijos.

Tipología de predios ganaderos	Producción, Litros ha ⁻¹ día ⁻¹	Beneficios netos, US\$ ha ⁻¹ día ⁻¹
Mano de obra familiar y baja intensificación	2,3	0,92
Mano de obra contratada y alta intensificación	15,2	6,8

Fuente: Programa Nacional de Forestería, INIAP 2011.

5.5. Capacidad de carga animal y sostenibilidad ecosistémica en los páramos

La realidad mencionada en párrafos anteriores en los ambientes más abrigados de la subcuenca, contrasta ampliamente con aquella del ecosistema páramo alto (4000-4800 msnm) y del sub-páramo de pajonal (3700-4000 msnm), ambos sobre el límite superior del bosque húmedo Montano Alto (Pillajo, 2011), en los entornos de Papallacta y Oyacachi.

Una primera aproximación muestra que los servicios ecosistémicos más importantes del páramo para beneficio de la sociedad son la capacidad de almacenar carbono, la capacidad de regular la hidrología, la riqueza biológica o biodiversidad, la provisión de forraje y los valores culturales asociados al páramo. El servicio ecosistémico de producción de biomasa, en este caso forraje para animales en pastoreo, es posiblemente el servicio más usado por la gente que vive no solamente en los sitios más bajos sino también en el propio páramo a lo largo de las dos áreas protegidas: Antisana y Parque Nacional Cayambe-Coca que circundan a la subcuenca del Río Quijos.

La capacidad de carga animal en un ecosistema natural como el páramo, puede ser definida como la máxima cantidad de ganado que puede soportar una superficie determinada sin que afecte la funcionalidad del ecosistema. La capacidad de carga normalmente se estima en función de la producción de forraje, ya que por tal definición, el objetivo principal es optimizar la producción ganadera sin degradar la pradera.

Esa variable normalmente está influenciada por la disponibilidad de materia seca, por las características bioclimáticas, especialmente la temperatura y precipitación total y distribución anual y radiación solar, por la composición botánica que determina la calidad del forraje, por la *condición y tendencia* de la pradera, el aprovechamiento de las partes de las plantas forrajeras y por la topografía del terreno. También, la demanda forrajera está influenciada por el tipo de animal, la especie y el estado fisiológico de estos, además de los otros componentes de la dieta.

Esa complejidad asociada a las características de la pradera y del animal, determinan que el manejo de la carga animal debería ser lo más flexible y variable posible durante el año y se deberían realizar ajustes de carga de acuerdo a las condiciones del sitio.

Por el efecto ya conocido del pisoteo de las vacas sobre la compactación de suelo y cambios en la estructura de suelo y vegetación (Grijalva, et al., 2010), el uso del páramo para fines ganaderos no beneficia su capacidad de regulación hídrica (Ecopar, 2010). Cualquier carga animal en el páramo tiene un impacto negativo sobre este servicio ecosistémico y para asegurarlo, lo óptimo es una carga de

cero. Sin embargo, hasta cierto nivel de presencia de ganado, en sitios menos vulnerables, el efecto es mínimo y determinar la capacidad de carga es cuestión de identificar el umbral con que las funciones hídricas sean significativamente afectadas (compactación medible, disminución de vegetación notable, indicios de erosión por pisoteo). Además, se debe considerar el terreno como un factor clave: ciertos sitios que son fundamentales para la regulación hídrica (humedales, pantanos, fragmentos de bosques, riberas de ríos) deben permanecer sin ganado mientras que otros (planicies bien drenadas) pueden soportar mayor presión de uso (Ecopar, 2010).

Las opciones de pastizales en la subzona alta asociada al ecosistema de páramo se basan en una comunidad vegetal natural compuesta de pasto plumilla u holco (*Holcus lanatus*), en asociación con otras especies nativas propias de estas condiciones, entre esas, la paja de páramo (*Stipa lchu*), género *Calamagrostis*, género *poaceae*, (*lupinus pubescens*), (*rumex tolimensis*) y (*rumex crispus*), (*Alchemilla orbiculata*), género *agrostis* entre otras especies de pajonales; la mayoría con características nutritivas bajas. Este tipo de pastizales, convencionalmente denominados como praderas, son utilizadas estratégicamente por los comuneros del Tambo y Jamanco y otros productores marginales y de subsistencia que tienen lotes colindantes con las reservas, para alimentación del ganado seco y animales de descollo, sin ninguna práctica tecnológica adicional al pastoreo (Arévalo, et al., 2008).

En este ecosistema de páramo o subpáramo con características de pajonales, donde se evidencia la intervención y alteración de la condición natural con animales bovinos y ovinos en los entornos altos de Papallacta y Oyacachi, se estima que la carga animal no supera 0,7 UA ha⁻¹, pudiendo variar entre 0,23 a 1,0 UA ha⁻¹. Eso significa que se requiere al menos 2 a 3 has para sustentar una cabeza adulta bovina. En consecuencia, esa comunidad vegetal jamás podría ser una alternativa exitosa para el desarrollo de la ganadería bovina u ovina (Cuadro 18).

Cuadro 18. Carga animal y capacidad de carga real en páramos versus sitios de mejor condición para el desarrollo de la ganadería.

Ecosistema	Capacidad de carga animal, UA ha ⁻¹	Carga actual, UA ha ⁻¹
Páramos (3700 o más msnm)	0,23	0,1-0,33
Subpáramos (3400-3700 msnm) de pradera natural con predominio de pajonal en laderas	1,1	0,65-0,75
Sitios semiplanos, a menos de 3200 msnm, uso en pasturas mejoradas del tipo rye grass	2,5-3,1	1,2

Fuente: Data pasturas y sistemas, Programa Nacional de forestería, INIAP 2006-2012.

Otros datos proponen una capacidad de carga de 0,1 unidad bovina adulta por hectárea, aunque en paisajes con cierta aptitud de ganado pero mayor vulnerabilidad (áreas en recuperación de quema, arbustales, frailejonales) la capacidad es más baja (0,05 UBA/ha) mientras que en otras áreas o páramos que tienden a convertirse en praderas y potreros sembrados, la capacidad puede ser mayor (hasta 1,0 UBA/ha). En la realidad pueden existir muchas variaciones locales o conocimiento adicional que pueden implicar variaciones sobre estas cifras (Ecopar, 2010; Castillo, 1992).

5.6. Impacto del nivel de intensificación de la ganadería sobre emisiones de gases efecto invernadero.

La producción de metano (CH_4) por los rumiantes se deriva de manera natural del proceso digestivo en estos, pero constituye una pérdida de energía y contribuye a las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), variable que está influenciada por varios factores, entre los que destacan: el consumo de alimento, composición y digestibilidad de la dieta y el procesamiento previo del alimento.

A la luz de esos conceptos, una de las estrategias para mitigar las emisiones de CH_4 es la manipulación dietética-nutricional, la cual parece ser la de mayor potencial, simplicidad y factibilidad. Así, se percibe como urgente la necesidad de que los ganaderos tengan acceso a tecnologías que les permitan reducir las emisiones de GEI de una manera segura y económicamente efectiva, tal cual se evidencia en el siguiente Cuadro 19, donde un cambio en el sistema de pastoreo tradicional basado en gramíneas del tipo kikuyo y/o pasto miel, a otro donde se incluye leguminosas como lotus o tréboles y el componente leñoso arbóreo y/o arbustivo; y mucho mejor aún si se utiliza además alimentos balanceados de alta densidad calórica ($3200 \text{ kcal de energía metabolizable kg de MS}^{-1}$) pueden reducir significativamente la emisión de CH_4 por los rumiantes y sus probables efectos sobre el calentamiento y el cambio climático global, y así representar una alternativa para mitigación. Siendo así, en el contexto de estudio se evidencian resultados alentadores de las alternativas silvopastoriles en este propósito de reducir emisiones de gases efecto invernadero. Cuanto mayor es la eficiencia de utilización de la pradera, lo cual se consigue al incorporar leguminosas, y la sucesiva inclusión de alimentos energéticos, menor será el impacto de GEI al ambiente.

Cuadro 19. Efecto de la digestibilidad, Consumo, producción de leche, capacidad de carga animal sobre emisiones de CH₄ en varios escenarios de intensificación en la subcuenca del Río Quijos.

Variable	Sistema de uso		
	Pastoreo tradicional	Semi-intensivo Silvopastoril	Intensivo pastoreo más concentrado
Digestibilidad de la MS, %	55	58	62
Consumo de MS, kg día ⁻¹	8,0	8,8	10
Consumo de energía, MJ día ⁻¹	147,6	163,3	184,5
Producción de leche, l ha ⁻¹ año ⁻¹	1392	2345	3370
Emisión de CH ₄ , g día ⁻¹	200	175	170
Emisión de CH ₄ , g kg MS ⁻¹ día ⁻¹	25,3	21,2	17,0

MJ= Mega Jouls. MS= Materia Seca

Fuente: Data-pasturas. Programa Nacional de Forestería, INIAP 2010-2012.

Pastoreo tradicional= pastoreo rotacional de kikuyo/pasto miel

Sistemas semi-intensivo= Técnica silvopastoril en cerca viva: (82% kikuyo + 10% lotus) + 3% arbustivas forrajeras y árboles maderables

Sistema intensivo= Pastoreo en rotación diaria: 80% pasto miel + 20-30% lotus+ alimento concentrado

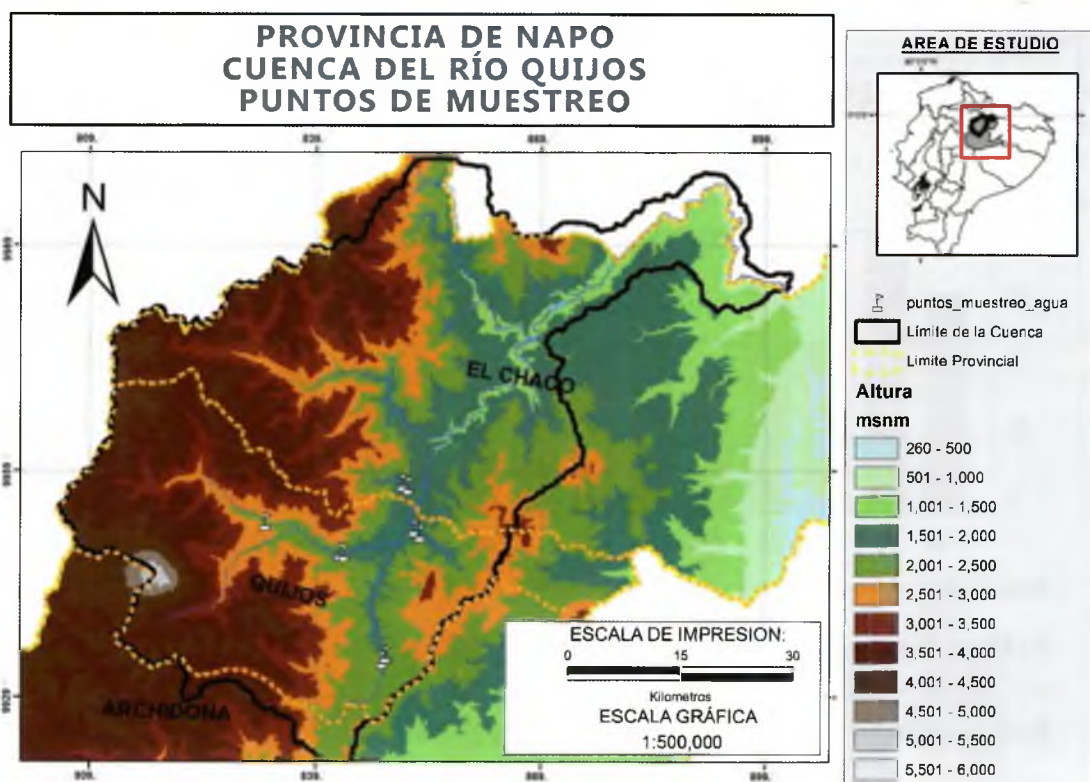
Elaboración y análisis: J.Grijalva, 2012-2013.

5.7. Impactos de las prácticas ganaderas sobre la calidad de ambientes acuáticos

La ganadería manejada en forma “sostenible”, debe permitir la conservación y mejoría de las fuentes de agua en los niveles local y regional, tanto en su cantidad mediante la regulación de caudales, como en su calidad para ser empleada en las actividades humanas y para albergar una biota saludable. Así, esta parte del documento analiza en base de datos registrados in situ, los impactos de la ganadería sobre la calidad de los ambientes acuáticos más próximos.

5.7.1. Análisis de macro-invertebrados

La calidad del agua depende básicamente del uso, y los requerimientos de calidad de agua varían en cada caso. No se puede hablar de agua de “buena calidad” o de “mala calidad” sin considerar su uso, pues el agua que puede ser “buena” para la agricultura, pero puede ser “mala” para actividades recreativas, dependiendo de cada tipo de uso que se haga de este recurso.



Mapa 9. Puntos de muestreo de agua en varios predios ganaderos para determinar presencia de macro-invertebrados en la subcuenca del Río Quijos.

Fuente: INIAP-GIZ. Archivo Programa de Forestería. File/monitoreo de agua/. 2011.

Se utilizó dos índices de calidad de agua: el índice de abundancia ETP (Gráfico 8) y el índice de sensibilidad BMWP/Col, adaptado por Roldán (2003) (Gráfico 9). Esos indicadores biológicos guardan correspondencia con aquellos utilizados y sugeridos por la Confederación Hidrográfica del Ebro (CHE) para la determinación del estado ecológico en ríos que aparecen listados en el Cuadro 20. Se muestran los umbrales utilizados por la CHE para determinar si el nivel de calidad del agua cumple los requisitos mínimos de acuerdo con lo indicado en la Directiva Marco del Agua.

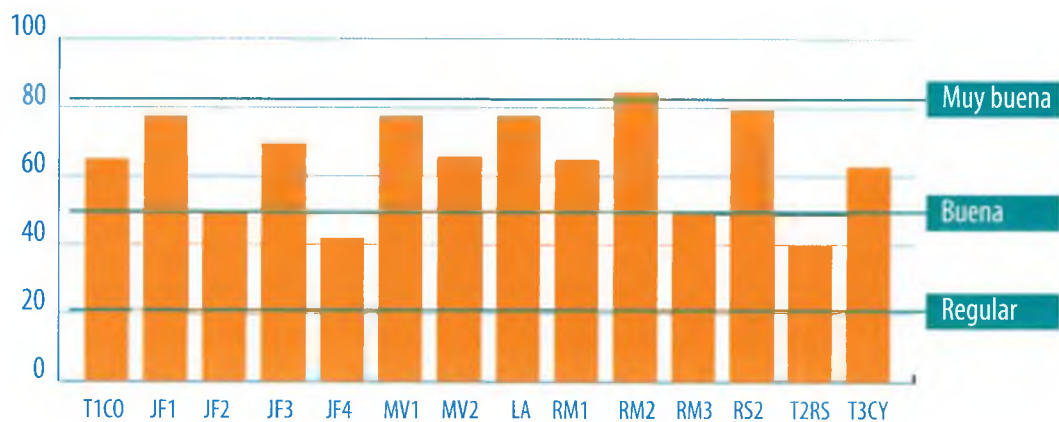
Cuadro 20. Indicadores biológicos utilizados para determinar el estado ecológico de los ríos

Indicador	Umbrales de calidad
IBMWP (Macro-invertebrados)	Aguas contaminadas IBMWP menor o igual a 60 Aguas no contaminadas IBMWP mayor a 60
IPS (Diatomeas)	Calidad mala: IPS menor a 17 Calidad buena: IPS mayor o igual de 17
IVAM (macrófitos)	Calidad mala: IVAM menor a 4.5 Calidad buena: IVAM mayor o igual a 4.5

Fuente: Confederación Hidrográfica del EBRO.

Gráfico 8. Índice ETP en varios puntos de muestreo de agua en predios ganaderos de la Subcuenca del Río Quijos.

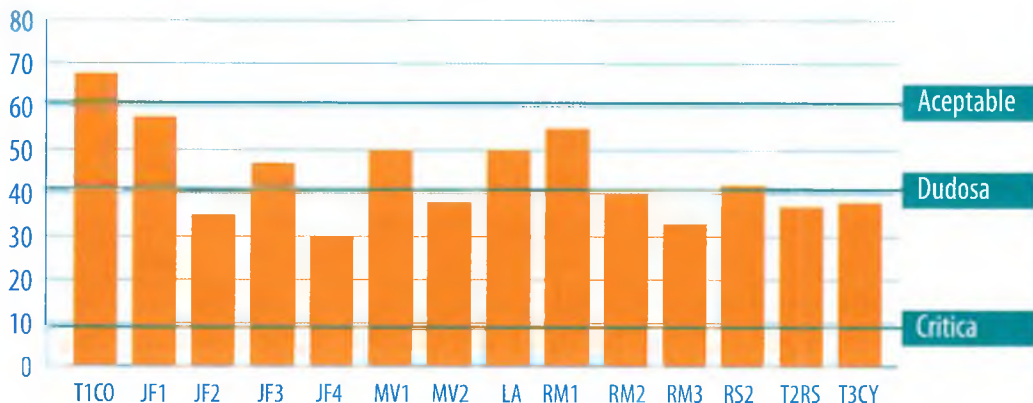
Índice ETP en la Subcuenca del Río Quijos



Fuente: Estudio de macro-invertebrados en la subcuenca del Río Quijos. Bautista Rojas, 2011.

Gráfico 9. Índice BMWP en varios sitios de muestreo de agua en predios ganaderos la Subcuenca del Río Quijos

Índice BMWP en la subcuenca del Río Quijos



Fuente: Estudio de macro-invertebrados en la subcuenca del Río Quijos. Batista Rojas, 2011.

En base de los resultados mostrados en los Gráficos 8 y 9, la calidad del agua en los sitios de muestreo del sector de Baeza es en general BUENA según el índice de Abundancia ETP, y según el índice de sensibilidad BMWP/Col es DUDOSA; es decir, supone que se trata de aguas moderadamente contaminadas con alguna fuente.

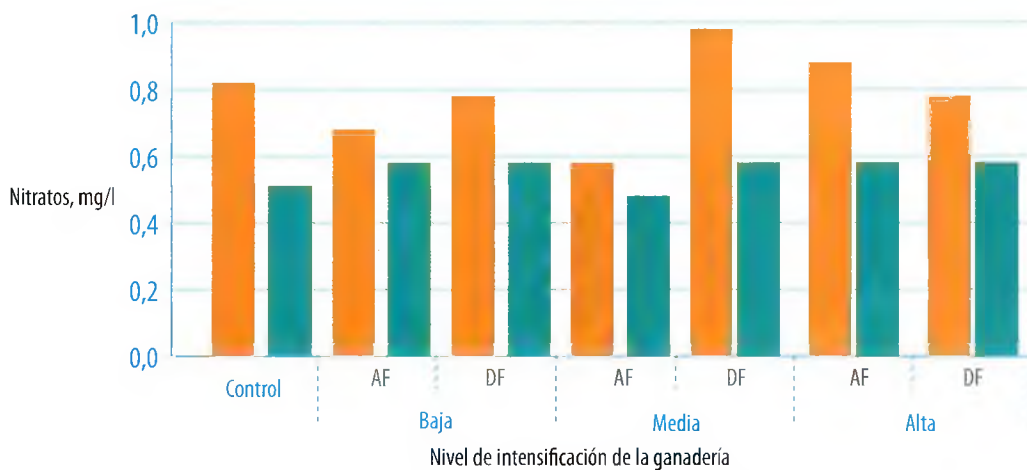
Un total de 17 familias de macro-invertebrados se encontraron y registraron en los sitios de muestreo, lo cual sugiere la existencia de un medio de vida moderadamente contaminado, pues la mayoría de familias de macro-invertebrados son poco tolerantes a la contaminación: Baetidae, Hidrobiosidae, Hidrobiopsichidae, Leptoceridae, Perlidae, Chironomidae, Blepharoceridae, Simuliidae, Miscidae, Tabanidae, Ceratopogonidae, Corydalidae, Tubificidae, Elmidae, Scirtidae, Hyalelidae y Gordiidae. Esas familias corresponden a ocho órdenes, entre los que se encuentran: Ephemeroptera, Tricoptera, Plecoptera, Coleoptera, Diptera, Annelida, Gordioidea y Amfhyopoda.

5.7.2. Análisis físico-químico-microbiológicos

Los Nitratos (Gráfico 10) se encuentran dentro de rangos permisibles para consumo humano (10 mg/l) y para fines de preservación de fauna silvestre (60 mg/l). En el caso de N amoniacal (Gráfico 11), el valor permisible para consumo humano debe ser menor a 1,0 mg/l. Nótese los valores de control tomados en el agua para consumo humano, en varios sitios cercanos a las ganaderías de estudio.

Gráfico 10. Contenido de Nitratos en cursos de agua que reciben flujos probables de Sólidos y líquidos provenientes de la ganadería en pastoreo en Quijos, según nivel de intensificación.

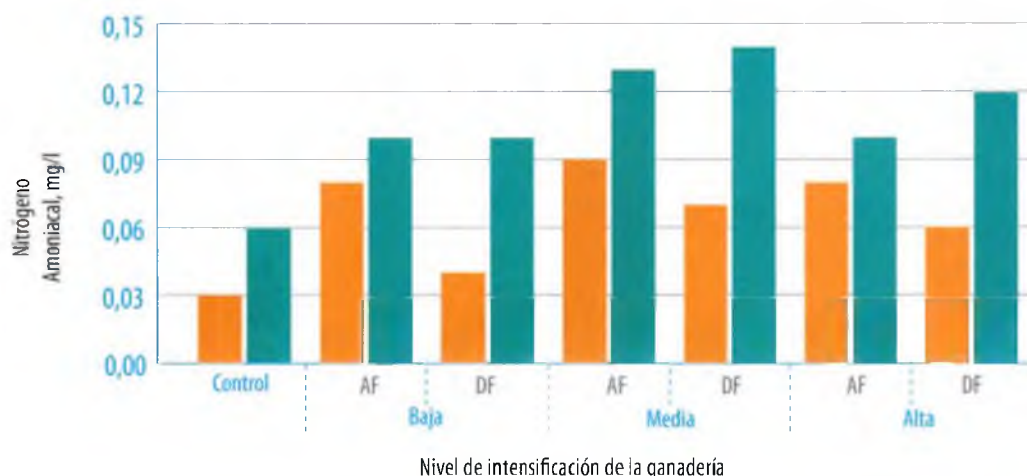
(AF y DF= Muestras antes y después de la finca. Control: muestras de agua de consumo humano)



Fuente: LASA, 2011 Informe de monitoreo y análisis físico-químico-microbiológico en la subcuenca del Río Quijos.

Gráfico 11. Contenido de Nitrógeno amoniacal en cursos de agua que reciben flujos probables de sólidos y líquidos provenientes de la ganadería en pastoreo en Quijos, según nivel de intensificación.

(AF y DF= Muestras antes y después de la finca. Control: muestras de agua de consumo humano)



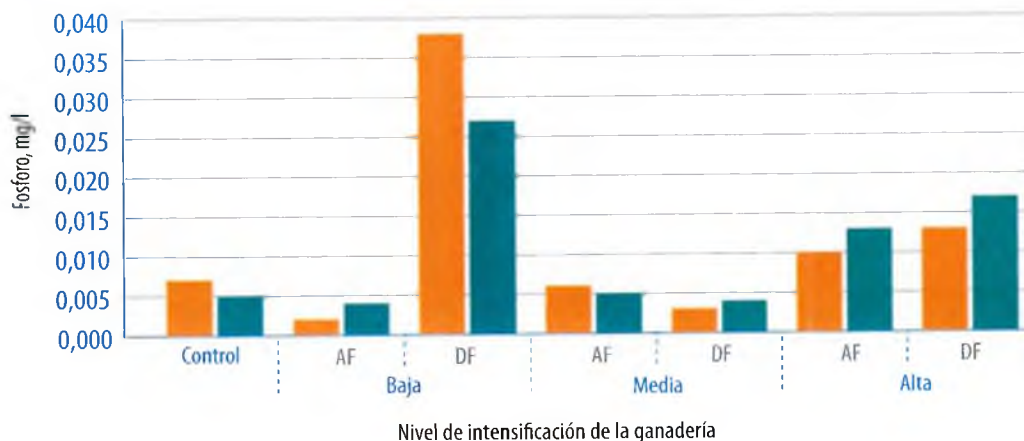
Fuente: LASA, 2011 Informe de monitoreo y análisis físico-químico-microbiológico en la subcuenca del Río Quijos.

En el caso del fósforo y fosfatos que se describen en los siguientes Gráficos 12 y 13, no se reportan fuentes de control. Sin embargo, los niveles encontrados parecen de poca significación en todos los niveles de intensificación, a pesar de que el valor en sistemas extensivos con baja tecnología, aparece en mayor magnitud respecto de los sistemas que usan algún grado de tecnología.

De igual forma, el análisis de NH_4 no refleja impactos importantes de la actividad ganadera proveniente de las excretas o líquidos animales, lo cual hace presumir que se debe al bajo inventario de ganado que se evidencia en Quijos, aún en los sistemas de mayor intensificación donde las praderas soportan mayor carga animal.

Gráfico 12. Contenido de fósforo en cursos de agua que reciben flujos probables de Sólidos y líquidos provenientes de la ganadería en pastoreo en Quijos, según nivel de intensificación.

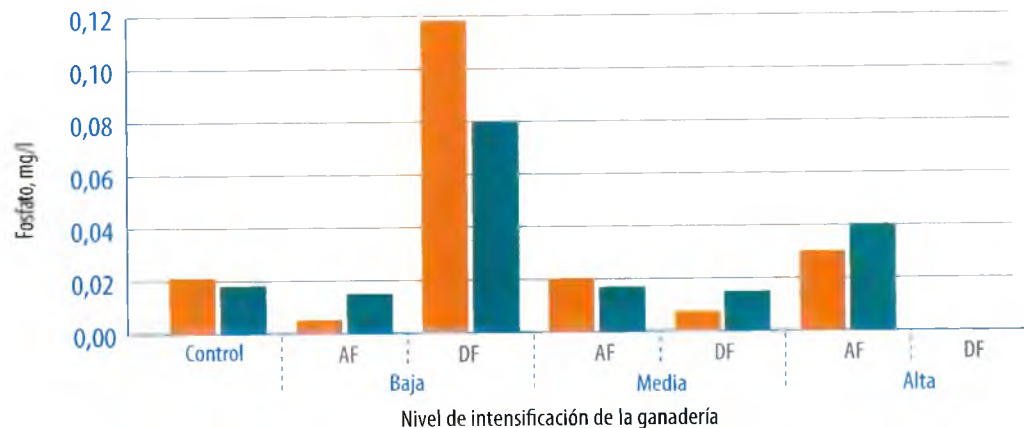
(AF y DF= Muestras antes y después de la finca. Control: muestras de agua de consumo humano)



Fuente: LASA, 2011 Informe de monitoreo y análisis físico-químico-microbiológico en la subcuenca del Río Quijos.

Gráfico 13. Contenido de fosfatos en cursos de agua que reciben flujos probables de sólidos y líquidos provenientes de la ganadería en pastoreo en Quijos, según nivel de intensificación.

(AF y DF= Muestras antes y después de la finca. Control: muestras de agua de consumo humano)

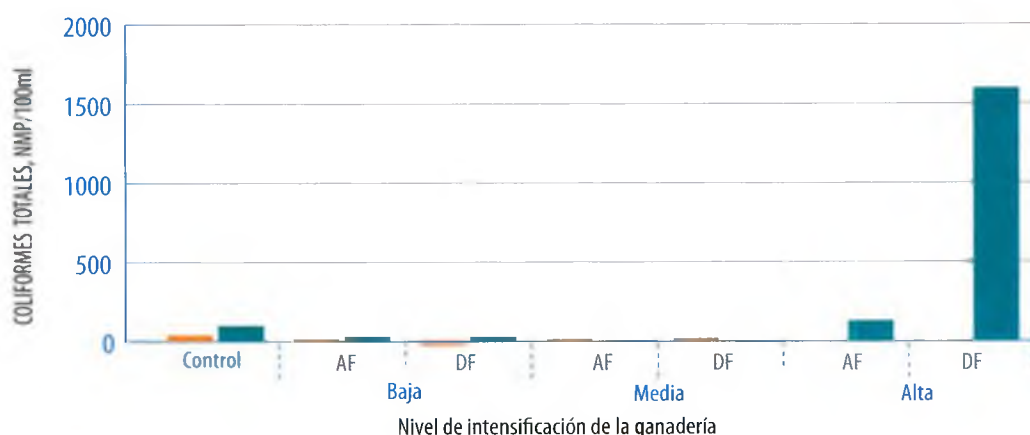


Fuente: LASA, 2011 Informe de monitoreo y análisis físico-químico-microbiológico en la subcuenca del Río Quijos.

En cuanto a la presencia de coliformes totales y fecales (Gráfico 14 y 15), el valor permisible del primero para consumo humano es de 3000 nmp/100 ml, y de 600 nmp/100 ml para coliformes fecales. Los datos que se registraron en los sistemas de estudio, están muy por debajo de esas cifras referenciales. Sin embargo, los sistemas de alta intensificación acusan mayores aportes de coliformes totales y fecales que el resto de sistemas, lo cual puede interpretarse como un aporte de la actividad humana que eliminaría fecas a los ríos más cercanos.

Gráfico 14. Contenido de coliformes totales en cursos de agua que reciben flujos probables de Sólidos y líquidos provenientes de la ganadería en pastoreo en Quijos, según nivel de intensificación.

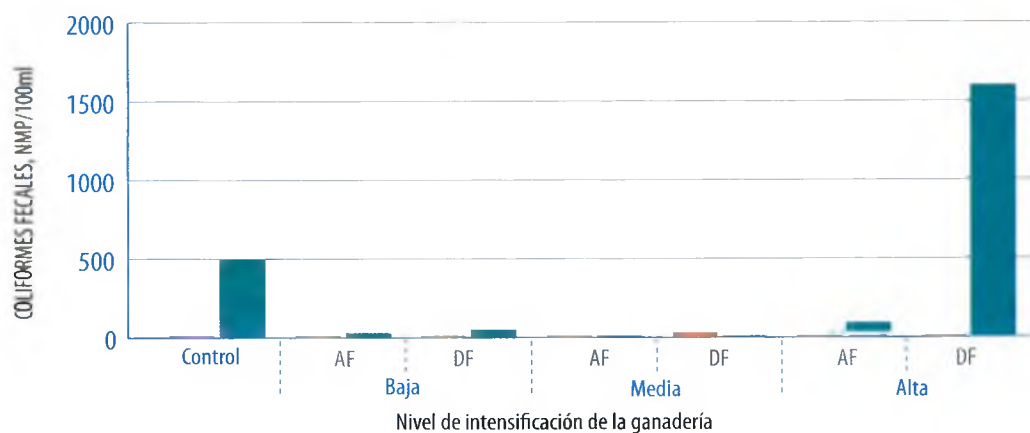
(AF y DF= Muestras antes y después de la finca. Control: muestras de agua de consumo humano)



Fuente: LASA, 2011 Informe de monitoreo y análisis físico-químico-microbiológico en la subcuenca del Río Quijos.

Gráfico 15. Contenido de coliformes fecales en cursos de agua que reciben flujos probables de Sólidos y líquidos provenientes de la ganadería en pastoreo en Quijos, según nivel de intensificación.

(M1AF y M2DF= Muestras antes y después de la finca. Control: muestras de agua de consumo humano)



Fuente: LASA, 2011 Informe de monitoreo y análisis físico-químico-microbiológico en la subcuenca del Río Quijos.

El análisis de manganeso muestra valores menores a 0,1 mg/l en todos los sitios de muestreo. A concentraciones mayores a ese valor, las características organolépticas del agua son afectadas. Bario por su parte, se presenta en valores muy variables, en un rango que va de menos 0,001 hasta 0,429 mg/l. Un valor máximo permisible es de 0,7 mg/100 ml (0,007/l).

Cadmio se ha encontrado valores menores de 0,002 mg/l. Valores mayores al límite permisible es de 0,003 o más, lo cual puede estar relacionado con erosión de depósitos naturales. Cobre es menor a 0,01 mg/l. A concentraciones mayores a 1 mg/l, afecta la calidad organoléptica del agua, que puede estar relacionado con erosión de depósitos naturales.

Mercurio ha sido encontrado menor a 0,0004 mg/l. Un valor máximo permisible equivale a 0,001 mg/l y podría deberse a erosión de depósitos naturales y a filtraciones de tierras de cultivo. Plomo arroja valores menores a 0,02 mg/l. la OMS recomienda 0,01 mg/l, sin embargo, aún se admite un valor de 0,03 mg/l como límite permisible. Los niveles de sólidos totales disueltos equivalen a 68 mg/l en todos los sitios de muestreo. El valor máximo permisible es de 1000 mg/l.

Por los resultados, la calidad del agua de los sitios de muestreo es o permanece sin mayor alteración en su calidad. Eso puede ser interpretado en términos de que la ganadería en la Subcuenca esencialmente *no muestra una actividad intensiva* basada en altas cargas animales que pudieran alterar la calidad de las fuentes de agua. De hecho, la carga animal en las ganaderías con mano de obra familiar son tan bajas como 0.78-0.90 UA ha⁻¹, contrariamente, las ganaderías con mano de obra contratada pueden soportar cargas de 1,21 a 1,26 UA ha⁻¹.

6. LECCIONES APRENDIDAS

El enfoque *trans-disciplinario* utilizado en este trabajo, muestra la valiosa contribución de las comunidades locales acerca de sistemas integrados *Cultivos-Ganadería-Silvicultura* para el desarrollo, y lo que se puede hacer para optimizar el potencial de tales sistemas a través de la intensificación sostenible de la producción para aliviar la pobreza, reducir impactos ambientales y generar conectividad de paisaje en la subcuenca del Río Quijos.

El análisis de relaciones entre intensificación y conservación muestra que la mayoría de especies silvestres son poblaciones vulnerables y en riesgo, debido a la sucesiva transformación del espacio de áreas próximas a los bosques para dar lugar a una ganadería convencional. La intensificación de la producción, parece ser un elemento que potencialmente aportaría a la conservación.

Un panorama general de alta fragilidad se evidencia en el recurso suelo que limita una óptima producción primaria tanto de pastos como de cultivos y producción de leche y ganancia de peso animal. La fertilización como elemento de intensificación es una prioridad, por cuanto lograr un incremento significativo en la producción de forraje a causa del uso de fertilizantes y enmiendas, mejoraría ostensiblemente la capacidad de carga animal y la producción secundaria.

Frente al bajo inventario de ganado existente en la subcuenca y en toda la Amazonía, la decisión de importar ganado de otras zonas del país no es un reto fácil de ejecutar, pues el lento crecimiento del hato nacional determina que los sistemas locales crezcan lentamente en base de sus propios crecimientos obtenidos con tecnologías sencillas y sin explotar nuevas tecnologías disponibles. Eso resulta que tanto privada como socialmente sea menos rentable trasladar animales a la Amazonía en cuyo caso, parece más fácil incrementar la oferta forrajera que incrementar el crecimiento del hato.

Sin embargo, la introducción de nuevas pasturas como es el pasto maralfalfa, solamente podría ser rentable en sistemas de producción con un bajo costo de oportunidad de la mano de obra y en épocas secas prolongadas. Pero, a medida que se incrementa el costo del jornal, la producción de leche requiere sistemas de producción que aumenten la eficiencia de la mano de obra con base en manejo de pastoreos rotacionales que maximicen la captura de radiación solar, para lograr mayores índices de área foliar.

Cualquier carga animal en el páramo acusa un impacto negativo sobre el servicio ecosistémico de regulación hídrica; y por lo tanto, lo óptimo es una carga animal igual a cero. Sin embargo, en sitios menos vulnerables, el efecto podría ser menor, o mínimo, siempre y cuando no se afecten las funciones hídricas a causa del efecto del pisoteo de los animales.

La actividad ganadera manejada en forma "sostenible", debe permitir la conservación y mejoría de las fuentes de agua en los niveles local y regional, tanto en su cantidad mediante la regulación de caudales, como en su calidad para ser empleada en las

actividades humanas y para albergar una biota saludable. Así, aparentemente la calidad del agua de los sitios con uso ganadero permanece sin mayor alteración, lo cual puede ser interpretado en términos de que la ganadería en la subcuenca esencialmente no es una actividad intensiva basada en altas cargas animales que pudieran alterar la calidad de las fuentes de agua.

Los resultados de este trabajo vistos en su globalidad, permiten inferir que en toda la región amazónica ecuatoriana es posible liberar al menos un 25% del área actual utilizada con pasturas para dedicarlas potencialmente a la producción agroforestal (*árboles-cultivos, árboles-pasturas*). Por otra parte, se precisa una mejora genética de los hatos y el desarrollo de tipos raciales con mayor conversión alimenticia, así como un cambio en el sistema de pastoreo tradicional basado en gramíneas tipo C-4 a otro donde se exploren otras gramíneas y leguminosas tipo C-3, además del componente leñoso con valor maderable o de uso múltiple, y especies arbustivas con aptitud forrajera. Si a estas decisiones se suma el uso de alimentos con alto valor energético, se podría reducir significativamente las emisiones de CH₄ provenientes de la fermentación entérica y sus probables efectos sobre el calentamiento y el cambio climático global, y dar cuenta de las alternativas silvopastoriles como estrategias prioritarias para adaptación y mitigación.



REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Albuja, L. y Arcos, R. *Lista de mamíferos actuales del Ecuador*. Politécnica 27 (4) Biología 7: pp. 7-33. 2007.
- AME, 2006. *Plan de desarrollo estratégico cantonal El Chaco*. 150 p.
- Andino, M., V. Arévalo, J. Grijalva. 2002. *Informe de investigación del estudio multitemporal de cambios en la vegetación natural y uso de la tierra en el cantón Quijos de la provincia del Napo*, Ecuador. Proyecto IAI/NSF "Ganadería, uso de la tierra y deforestación en zonas amazónicas de Brasil, Perú y Ecuador". EESC-INIAP. 35 p.
- Arévalo, Venus 2009. *Chakras, bosques y Ríos. El entramado de la Biocultura amazónica*. Publicación miscelánea N°148. INIAP. Editorial Abya-Yala, Quito, Ecuador. 137 p.
- Arévalo V., M. Andino y J. Grijalva. 2008. *Geopolítica y transformaciones agrarias. El Valle de del Quijos en la Amazonía Ecuatoriana*. Publicación miscelánea N° 142, INIAP, Quito, 102 p.
- Ariel, A.R y Sanzetenea, E.S. 2008. *Variaciones fenológicas de especies de podocarpaceas en estación seca de los Yungas* (Cochabamba, Bolivia). *Ecología en Bolivia*, Vol43(1), 16-28.
- Baquero, F., Sierra, R., L. Ordoñez, M. Tipàn, L. Espinosa, M. B. Rivera y P. Soria. 2004. *La Vegetación de los Andes del Ecuador. Memoria explicativa de los mapas de vegetación: potencial y remanente a escala 1:250.000 y del modelamiento predictivo con especies indicadoras*. EcoCiencia/CESLA/Corporación EcoPar/MAG SIGAGRO/CDC - Jatun Sacha/División Geográfica - IGM. Quito.
- Barrera P y J. Grijalva, 2011. *Informe final forestal*. Proyecto PC-Quijos, INIAP-GIZ.
- Bautista Rojas, K. 2011. *Informe final de la calidad de agua (monitoreo biológico) en la Subcuenca del Río Quijos*. Proyecto PC-Quijos. INIAP-GIZ. Riobamba, octubre 2011.
- Burbano, J. 2012. *Mapas de base de la subcuenca del Río Quijos*. Archivos digitales SIG-GIZ.
- Cañadas, L. 1983. *El Mapa Bioclimático y Ecológico del Ecuador*. Programa Nacional de Regionalización Agraria. MAG / Banco Central del Ecuador, Quito, Ecuador.
- Castillo, C. 1992. *Evaluación de la pradera nativa del páramo Moyocancha con diferente carga animal en ovinos*. II Fase. Tesis de grado. Ingeniera Zootecnista. ESPOCH. Riobamba, Ecuador. pp 95-96
- ECOPAR, 2010. *Determinación de la Capacidad de Carga y Recuperación después de quema en los Diferentes Tipos de Páramo de los Predios Incluidos en el Programa Socio Bosque*.
- Espinoza, José. 2008. *Distribución, uso y manejo de los suelos en la región Andina*. Conferencia Magistral en el XI Congreso de la Ciencia del Suelo. Quito-Ecuador. 10 p.
- ESTRADA, R. 2010. *Precio sombra de la conservación de la selva en la amazonia ecuatoriana. El caso de la conservación del hábitat del oso de anteojos (Tremarctos ornatos) en la cuenca del río Quijos*. Armenia, mayo de 2010.
- FAO, 2008. *Perfil para el cambio climático*. 25 p.
- FAO, 2010 a. *Sistematización de buenas prácticas para la Gestión de Cuencas Hídricas en los municipios de Quijos y El Chaco*, Napo. 93 p.
- FAO, 2010 b. TCP/RLA/3217 TCP/RLA/3112. *Asistencia a los países andinos en la reducción de riesgos y desastres en el sector agropecuario. Sistematización de buenas prácticas para la gestión de cuencas hídricas en los municipios de Quijos y El Chaco – Napo*.

FAO, IICA, IFAD, EMBRAPA. 2010. *Memorias de la "Consulta de sistemas integrados cultivos-ganadería para el desarrollo* (Consultation of integrated Crops-Livestock System for development). 23-26 de marzo 2010. Sete Lagoas- Brasil.

Ferreira, L. y J.F. Tourand. 2002. *Caracterizacáo e dinâmica dos sistemas de producao agrícola nas frentes pioneiras ao longo do Arco de Desmatamento da Amazonia*. 1ras. Jornadas Amazónicas. UnB-CDS. Brasília. 3-7 junho 2002.

Flores S., M. Bustamante, G. Remache, I. Goldstein y J. Camacho. *Parques en Peligro. El conflicto oso andino-ganado: Aplicación del modelo conceptual para la conservación de especies paisaje al caso del oso andino*.

Freile, J. F. y T. Santander. 2005. *Áreas importantes para la conservación de las aves en Ecuador*. Pp. 367 – 368. En Birdlife International y Conservation International. *Áreas importantes para la conservación de las aves en los Andes tropicales: sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad*. Quito, Ecuador: Birdlife International (Serie de Conservación de Birdlife N° 14).

Fournier, L. 1974. *Un método cuantitativo para la medición de características fenológicas en árboles*. Revista Interamerica de Ciencias Agrícolas - Turrialba. Vol. 24, No. 4; p. 422-423.

Fournier, L. 1976. *Observaciones fenológicas en el bosque húmedo premontano de San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica*. Revista Inter America de Ciencias Agrícolas Turrialba. Vol. 26, No. 1; p. 54-59.

Fournier, L. y C. Charpantier. 1975. *El tamaño de la muestra y la frecuencia de las observaciones en el estudio de las características fenológicas de los árboles tropicales*. Revista Inter America de Ciencias Agrícolas Turrialba. Vol. 25, No. 1; p. 45-48.

GIZ, 2013. *Mapas de clima en la subcuenca del Río Quijos*. Documentos de trabajo.

Gómez, M. 2010. *Fenología reproductiva de especies forestales nativas presentes en la jurisdicción de CORANTIOQUIA, un paso hacia su conservación*. Volumen I. Restrepo, Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia, CORANTIOQUIA. 228 p.

Grijalva, J., S. Guamán. 2010. *Sistemas silvopastoriles y ganadería sostenible en la subcuenca del Río Quijos*. Informe de avance de tesis de grado. INIAP, 25 p.

Grijalva J., C. Gavilanes. 2010. *GTZ e INIAP impulsan iniciativa para adaptación al Cambio Climático. Caso de la Sub-cuenca Río Quijos*. Revista Huellas del Sumaco. Edición N° 4. P 18-21.

Grijalva, J. V. Arévalo y Ch. Wood. 2004. *Expansión y trayectorias de la ganadería en la Amazonía.: Estudio en el Valle de Quijos y Piedemonte, en selva alta del Ecuador*. Publicación Miscelanea N° 125. INIAP. Quito. 201 p.

Grijalva, Jorge. 2010. *Praderas para el Ecuador*. Universidad Central del Ecuador e INIAP. Publicación inédita. 200 p.

Grijalva, J., 2010. *Informe de avance (agosto a diciembre 2010). Proyecto PC-Quijos*, INIAP-GIZ.

Grijalva, J. 2012. *Informe anual 2012 del Programa Nacional de Forestería*. INIAP, 90 p.

Grijalva, J., J. Riofrío, R. Ramos. 2012. *Informe técnico de proyecto PC-Prevalece: Cambios climáticos y sistemas agroforestales en los andes ecuatorianos*. INIAP, 50 p.

Grijalva, J., M. Hidalgo. 1995. *Manual de producción y utilización de praderas en al región interandina*. INIAP, Quito 55 p.

Guamán, Santiago 2010. *Caracterización de los sistemas ganaderos en el Valle de Quijos, Provincia del Napo*. Tesis de grado previa a la obtención del título de Médico Veterinario Zootecnista. Universidad Nacional de Loja. 120 p.

Guerra F. y J. Grijalva, 2011. *Informe técnico de fauna*. Proyecto PC-Quijos, INIAP-GIZ.

Hecht, S.B. 1986. *Environment, development in the Eastern Amazon: evaluation of a development policy*. Ph.D. Thesis. University of California, Berkeley.

Ibrahim, M.; C. Vilanueva y J. Mora, *Traditional and improved silvopastoral systems and their importance in sustainability of livestock farms*. In Mosquera-Losada, M. R.; Rigueiro-Rodríguez, A.; McAdam, J. (Ed.). *Silvopastoralism and sustainable land management: International Congress on Silvopastoralism and Sustainable Management, 2004, Lugo, Spain*. Proceedings. Oxfordshire: CABI International, 2005. p.13-18.

Iniciativa amazónica. 2008. *Contexto del Consorcio Iniciativa amazónica*. 4 p.

INPOFOS. 1997. *Manual Internacional de Fertilidad de Suelos*. Primera impresión en español mayo 1997.

LASA, 2011. *Monitoreo y análisis físico-químico-microbiológico en las sub-cuencas del río Quijos*. Informe de evaluación, septiembre 2011. LASA-GIZ, octubre 2011.

Larrea, M. 2009. *Definición de especies como objetos de conservación en áreas seleccionadas de la Reserva de Biosfera Sumaco (RBS) y otras áreas protegidas*, Napo Ecuador. Programa GESOREN/Programa ECOBONA.

MAE, 2002. *Plan de Manejo de la Reserva Ecológica Antisana*. Elaborado por la Fundación Antisana con auspicio de la Empresa Municipal de alcantarillado y Agua Potable de Quito, EMAAP-Q y del Proyecto Bio-reserva del Cóndor. QUITO, ECUADOR. 2002

MAE, 2011. *Estimación de la Tasa de Deforestación del Ecuador continental*.

MAE, 2010. *Inventario de Gases de efecto invernadero en el Ecuador*. 60p.

Michel, G.-A.; V. D. Nair; P.K.R. Nair. 2007. *Silvopasture for reducing phosphorus loss from subtropical sandy soils*. *Plant and Soil*, v. 297, n. 1-2, p. 267-276.

Morin, E. 1984. *Ciencia con Conciencia*. Ed. Antrophos, Barcelona.

Ordóñez, L., M. Arbeláez., L. Prado. (Com-Ed). 2004. *Manejo de Semillas Forestales nativas de la Sierra del Ecuador y Norte del Perú*. ECOPAR – FOSEFOR- Samiri, Quito – Ecuador. 151p.

Perz, S.G., C.E. Aramburú, Y J. Bremne. 2003. *Cambios poblacionales y uso del suelo en la cuenca amazónica: Una comparación entre Brasil, Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela*. En Aramburú. C, y E.Garlad (edit). *Amazonía: Procesos demográficos y ambientales*. Lima-Perú.

Pezo D., M. Ibrahim. 1999. *Sistemas Silvopastoriles*. Segunda Edición. Turrialba Costa Rica. 275 p.

Pillajo, P. 2011. *Plantas de Papallacta*. Imprenta Inkprima. Quito.

Programa Nacional de Forestería. 2010. *Informe técnico de actividades 2010*. 56 p.

Ramírez, P. 1996. *Diagnóstico del Sector Agro-productivo de la Región Amazónica Ecuatoriana: sub-sector pecuario*. ECORAE. 120 p.

RCA-Construcciones y Consultorías, 2011. *Informe del Plan de Desarrollo Agro-productivo del Cantón el Chaco. Diagnóstico socioeconómico de las áreas de influencia del proyecto Coca Codo Sinclair*. 38 p.

Ridgely R. and P. Greenfield. 2001. *The birds of Ecuador*. Volume II Field Guide. Cornell University Press. Hong Kong.

Riofrío, J. 2011. *Mapas de cambios de uso en Quijos*. Informe técnico. INIAP, Programa nacional de Forestería. 12 p.

Sierra, R. (Ed.), 1999. *Propuesta Preliminar de un sistema de Clasificación de Vegetación para el Ecuador*

Esta publicación se basa en los resultados de un proceso participativo de análisis del impacto de las prácticas agrícolas asociadas a la actividad ganadera en la subcuenca del Río Quijos de la Amazonía ecuatoriana y su relación con las poblaciones locales quienes aportaron con su conocimiento y experiencia a la investigación y dieron cuenta de la aplicación de un enfoque trans-disciplinario en la acción, para el diseño e implementación de alternativas de integración Cultivos-Arboles-Pasturas y Ganadería, destacando las alternativas silvopastoriles como una propuesta prioritaria de uso sostenible de la tierra en la cuenca amazónica, cuyos atributos y capacidad de absorber cerca de dos terceras partes del carbón emitido por el ganado bovino contribuyen a sustentar la hipótesis de que la recuperación e intensificación de pasturas son las mejores estrategias para aumentar la unidad animal por hectárea, y por lo tanto, podrían contribuir a reducir los efectos de cambios climáticos globales.

Jorge Grijalva O.



giz



Ministerio
de Agricultura, Ganadería,
Acuicultura y Pesca



ISBN 978-9942-07-529-1



9 789942 075291