CATIE Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
Tropical Agricultural Research and Higher Education Center

PROGRAMA DE EDUCACIÓN PARA EL DESARROLLO Y LA CONSERVACIÓN

ESCUELA DE POSGRADO

Relación entre la diversidad de Herpetofauna en sistemas silvopastoriles, la calidad del agua y el bienestar de los productores en el municipio de Matiguás (Matagalpa, Nicaragua)

Tesis sometida a consideración de la Escuela de Posgrado, Programa de Educación para el Desarrollo y la Conservación del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza como requisito para optar por el grado de:

Magister Scientiae en Agricultura Ecológica

Por

Mario Javier Gómez Martínez

Turrialba, Costa Rica, 2007

Esta tesis ha sido aceptada en su presente forma por el Programa de Educación para el Desarrollo y la Conservación y la Escuela de Posgrado del CATIE, y aprobada por el Comité Consejero del estudiante como requisito parcial para optar por el grado de:

***Magister Scientiae* en Agricultura Ecológica**

FIRMANTES:

Fabrice DeClerck, Ph.D.
Consejero Principal

Isabel A. Gutiérrez Montes, Ph.D.
Miembro del Comité Consejero

Tamara Benjamin, Ph.D.
Miembro del Comité Consejero

Fernando Casanoves, Ph.D.
Miembro del Comité Consejero

Glenn Galloway, Ph.D.
Decano de la Escuela de Posgrado

Mario Javier Gómez Martínez
Candidato

DEDICATORIA

In memoriam de mi padre Mario Gómez

A mi madre Aida … voraz la tristeza la abrasó

Y a mi esposa Liliana … por tu amor suspiro

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Fabrice DeClerck, por ser un excelente consejero y amigo durante el tiempo de estadía en Costa Rica y Nicaragua. También por mostrarme que los resultados ("*resultos*") son más que números y letras, al buscar la aplicación y solución directa a los problemas planteados.

A la Dra. Isabel Gutiérrez por su apoyo, dedicación, amistad y alegría ilimitada e incondicional brindada, además por los aportes y enseñanzas que enriquecieron este documento y que permitieron ver la unión entre lo biológico y lo social.

A la Dra. Tamara Benjamin por aceptar ser parte del Comité Consejero, por sus correcciones y comentarios de calidad que refinaron este documento.

Al Dr. Fernando Casonoves por su empeño, paciencia y guía durante el análisis de la información colectada.

Al Bank Netherlands Partnership Program (BNPP) del Banco Mundial, por el apoyo financiero para esta investigación.

A Tropics Foundation-CATIE por la ayuda económica brindada.

A Marlon López, por el apoyo en campo y logística durante mi estadía en Matiguás.

A los funcionarios de NITLAPAN, Bismark y Alfredo, por ayudarme durante el reconocimiento y selección de las fincas y los productores.

A NITLAPAN por facilitarme la base de datos y otros apoyos logísticos.

Al biólogo Allan Gutiérrez, por acompañarme en la búsqueda de los herpetos y compartir sus conocimientos sobre este campo, nuevo para mi.

A mis compañeros Alejandra, Marcelo, Pipe y Marvelú por ayudarme a comprender la cultura nicaragüense y hacer más amena la estadía en Matiguás

A las familias Alas Martínez y Martínez Salinas, por su hospitalidad y ayuda que desde mi llegada hicieron sentir que sus casas eran mi casa.

A los habitantes de Matiguás ("Matigüacito") por su colaboración, hospitalidad, amistad y por permitirnos entrar en sus hogares.

A los productores involucrados en el proyecto por su disponibilidad, colaboración e información brindada durante la investigación.

A las entidades estatales y ONG por la información facilitada.

A Ricky, "El Rapaz", por la asesoría y puntos de vista críticos a mis planteamientos.

Al dueto mexicano Toño y BeTico por las horas de esparcimiento y habladas de carreta en los momentos de estrés; al "libertino reformado" Milton por transmitir su fé y devoción; a Delia y al resto de los compañeros de la promoción 2006-2007 del programa de Maestría del CATIE, por las vivencias durante estos dos años.

BIOGRAFÍA

El autor nació en Venadillo (Tolima, Colombia) el 7 de septiembre de 1976. Se graduó en la Universidad del Tolima en 2001 en la Facultad de Ciencias, del programa de Biología. Trabajó cerca de dos años en el Laboratorio de Entomología y fue miembro del Grupo de Investigación de Moscas de las Frutas de la Universidad del Tolima, posteriormente fue el Director del Programa de Biología, cargo que ocupó hasta días antes de iniciar sus estudios en enero de 2006 en el área de Agricultura Ecológica en el CATIE, donde obtiene el grado de *Magíster Scientae* en el año 2007.

CONTENIDO

DEDICATORIA III
AGRADECIMIENTOS IV
BIOGRAFÍA V
CONTENIDO VI
RESUMEN X
SUMMARY XII
ÍNDICE DE CUADROS XIV
ÍNDICE DE FIGURAS XVI
LISTA DE UNIDADES, ABREVIATURAS Y SIGLAS XVIII
1 INTRODUCCIÓN 1
1.1 Objetivos del estudio 3
1.1.1 Objetivo general 3
1.1.2 Objetivos específicos 3
1.2 Hipótesis del estudio 3
1.3 Preguntas de investigación 4
2 MARCO CONCEPTUAL 5
2.1 La herpetofauna 5
2.1.1 Características 5
2.1.2 Ecología 6
2.1.3 Disminución de poblaciones 7
2.2 Implicaciones de la ganadería sobre la biodiversidad 7
2.3 Importancia de los sistemas silvopastoriles y su relación con la biodiversidad 9
2.4 Biodiversidad y bienestar de los productores 10
2.4.1 Capital natural y servicios del ecosistema. 11
2.5 Bibliografía 12
3 DIVERSIDAD DE LA HERPETOFAUNA EN FINCAS GANADERAS DEL MUNICIPIO DE MATIGUÁS – NICARAGUA 18
3.1 Introducción 19

3.2 Materiales y métodos 20
3.2.1 Área de estudio 20
3.2.1.1 Usos de suelo estudiados 21
3.2.2 Muestreo de los reptiles y anfibios 21
3.2.3 Determinación de especies 23
3.2.4 Variables del microhábitat 23
3.2.5 Variables del hábitat 23
3.2.6 Muestreo de la calidad de agua y macroinvertebrados 24
3.2.7 Análisis de los datos 25
3.3 Resultados 26
3.3.1 Aspectos generales 26
3.3.2 Composición de la herpetofauna entre hábitat 28
3.3.3 Distribución vertical, sustrato y actividad utilizados por la herpetofauna 36
3.3.4 Distribución de anfibios y reptiles desde la fuente de agua hacia la pastura 38
3.3.5 Eficacia de las trampas de cobertura 40
3.3.6 Relación entre la calidad de agua, macroinvertebrados y herpetofauna 40
3.4 Discusión 41
3.4.1 Composición de la herpetofauna 41
3.4.2 Riqueza, abundancia y diversidad de reptiles y anfibios 43
3.4.3 Distancia a la fuente de agua 44
3.4.4 Condiciones ambientales, calidad de agua, macroinvertebrados 46
3.5 Conclusiones 46
3.6 Recomendaciones 47
3.7 Bibliografía 47
4 PERCEPCIÓN LOCAL SOBRE LA RELACIÓN ENTRE EL AGUA Y LA HERPETOFAUNA CON EL BIENESTAR DE LOS PRODUCTORES EN FINCAS GANADERAS DEL MUNICIPIO DE MATIGUÁS, NICARAGUA 52
4.1 Introducción 53
4.2 Materiales y métodos 54
4.2.1 Descripción del área de estudio 54
4.2.2 Percepción comunitaria del agua y la biodiversidad 55
4.2.3 Sistematización de la información secundaria 56

4.2.4 Identificación y selección de los productores *56*
4.2.5 Entrevistas Semiestructuradas y Grupos Focales *57*
4.2.6 Análisis de los datos *59*
4.3 Resultados y discusión 59
4.3.1 Grupos de productores y capitales *59*
4.3.2 Capital Natural *61*
4.3.2.1 Percepción de la calidad y cantidad del agua 61
4.3.2.2 Efectos de la ganadería y la agricultura sobre calidad de las fuentes de agua 62
4.3.2.3 Estrategias de conservación 65
4.3.3 Capital Humano *67*
4.3.3.1 Calidad del agua y salud de la familia 67
4.3.3.2 Capacitación en manejo del agua y biodiversidad 68
4.3.4 Capital Social *69*
4.3.4.1 Trabajo comunitario y calidad del agua 69
4.3.4.2 Toma de decisiones en la finca 71
4.3.5 Capital Político *72*
4.3.5.1 Legislación e institucionalidad 72
4.3.6 Capital Financiero *75*
4.3.6.1 Incentivos y conservación del agua 75
4.3.6.2 Inversión y gastos relacionados con disponibilidad de agua 77
4.3.6.3 Accidentes ofídicos 78
4.3.7 Capital Cultural *80*
4.3.7.1 Usos de la herpetofauna 80
4.3.7.2 Cacería y comercialización de la herpetofauna 82
4.3.7.3 Conocimiento de la herpetofauna 83
4.3.7.4 Creencias populares sobre la herpetofauna 85
4.3.7.5 Sistemas silvopastoriles 89
4.3.7.6 Localización de agua a través de la técnica del “posero” 89
4.3.8 Capital Construido *91*
4.3.8.1 Infraestructura y tecnologías relacionadas con la conservación y mejoramiento de la calidad del agua 91
4.4 Conclusiones 95

4.5 Recomendaciones 96
4.6 Bibliografía 98
5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES FINALES 103
ANEXOS 106

RESUMEN

En el municipio de Matiguás (Nicaragua) se realizó una investigación enfocada en relacionar la calidad del agua y la herpetofauna presente con el uso de suelo y bienestar de los productores. Para ello, se muestrearon los anfibios y reptiles en transectos (50m x 4 m) paralelamente a distancias fijas desde la fuente de agua (0 m, 10 m, 20 m y 40m), cubriendo los hábitat de bosque ribereño-pasturas con alta densidad de árboles (n=6), bosque ribereño-pasturas con baja densidad de árboles (n=3), sin bosque ribereño-pasturas con alta densidad de árboles (n=3) y sin bosque ribereño-pasturas con baja densidad de árboles (n=3) en fincas ganaderas. Adicionalmente como segunda estrategia de muestreo se emplearon trampas de cobertura repartidas en los transectos. Producto del muestreo se encontraron 582 individuos. Correspondiendo los anfibios a 20 especies, distribuidas en 6 familias y 10 géneros (56% de los individuos totales) y los reptiles a 33 especies de 9 familias y 29 géneros (44% de los individuos totales). Se logró representar con el muestreo realizado el 92%, 915% y 88% de las especies estimadas con Bootstrap, Chao2 y ICE respectivamente. El mayor número de especies únicas de reptiles (12) y anfibios (4) fue representado en el hábitat de bosque ribereño-pasturas con alta densidad de árboles. El análisis de rarefacción indicó para anfibios que al muestrear aproximadamente 48 individuos, la riqueza de especies del bosque ribereño-pasturas con baja densidad de árboles es significativamente mayor a los hábitat sin bosque ribereño con pasturas de alta y baja densidad, y mayor que el bosque ribereño-pasturas con alta densidad de árboles. El análisis de complementariedad mostró que los hábitat con especies de reptiles y anfibios más similares son sin bosque ribereño-pasturas con alta densidad de árboles y sin bosque ribereño-pasturas con baja densidad de árboles, y los más diferentes son el bosque ribereño-pasturas con alta densidad de árboles y sin bosque ribereño-pasturas con baja densidad de árboles. La abundancia y riqueza en reptiles y anfibios es altamente significativa para la distancia desde la quebrada ($p<0.0001$). Se encontró que los transectos ubicados sobre el margen de la quebrada (distancia 0) presentan la mayor abundancia de reptiles y anfibios. También se realizaron entrevistas semiestructuradas, a productores ganaderos (pequeños, medianos y grandes) con el fin de conocer su percepción sobre la calidad del agua y la biodiversidad y la relación con su bienestar. Los indicadores

fueron enmarcados en los capitales de la comunidad. Se realizaron entrevistas a las instituciones relacionadas con la temática. La información se trianguló por medio de talleres con grupos focales y el análisis de información adicional existente en la base de datos del proyecto GEF-SPP. Los resultados en la parte social, reportan que los diferentes tipos de productores no presentan diferencias significativas ($p<0.05$) en el índice por capitales, teniendo una percepción muy similar en cuanto a la biodiversidad y la calidad del agua. Se reporta una marcada ausencia de instituciones que promueven y financian proyectos para la conservación, almacenamiento y transporte del recurso hídrico en la zona. Los productores entrevistados señalan el uso de la herpetofauna como medicinal y alimenticio así como controladores biológicos. La gran mayoría de los entrevistados afirma que los sistemas silvopastoriles favorecen la calidad del agua y la herpetofauna presente en las fincas ganaderas. Se encontró un conocimiento local en la identificación de agua en subsuelo así como en usos tradicionales de las diferentes especies de fauna.

Palabras claves: anfibios, bosques ribereños, capitales de la comunidad, conocimiento local, pasturas arboladas, reptiles, trampas de cobertura, transectos.

SUMMARY

This document presents results from five months field investigation of reptile and amphibian biodiversity in the pasture dominated landscape of Matiguás, Nicaragua. Field work included dry, transitional dry-wet and wet seasons of year 2007. Main objective of our study was to define existent relationship between water quality and the herpetofauna in the region to dominant landuses in the region. Our secondary objective was to understand how land use, particularly the loss of trees in pasture and riparian forests, impacts human welfare though losses in water quality. We sampled amphibians and reptiles within fixed distance line transects that ran parallel to riparian zones. Each plot was comprised for four transects placed a 0, 10, 20 and 40 m from the riparian zone. The plots were place in four habitat types: (1) riparian forest-pasture with high tree density, (2) riparian forest-pasture with low tree density, (3) non-riparian forest-pasture with high tree density (n=3), and non-riparian forest-pasture with low tree density in silvopastoral farms. In addition, we used board tramps as a complementary sampling method. Through both methods we registered a total of 582 individuals. We identified a total of 324 amphibian individuals belonging to 20 species, six families and 10 genera. We also identified 258 reptiles belonging to 33 species, nine families and 29 genera. Fifty-six percent of the individuals captured were amphibians and 44% were reptiles.

We used nonparametric estimators to calculate the total species richness likely to be encountered locally. The Bootstrap estimate determined that we had captured 92% of the total species richness, and ICE estimated that we had captured 88% of the local species richness. Because of uneven sampling of the riparian treatment and other treatments we used rarefaction analysis to compare treatments. The rarefaction analysis indicated that the land use with the greatest amphibian diversity was riparian forest with low tree density. Amphibian diversity in this landuse was significantly greater than in all other landuses. Analysis of species composition between the landuses indicated that herpetofauna composition was most similar non-riparian forest-pasture with high tree density and non-riparian forest-pasture with low tree density. Composition was equally similar in the riparian forest-pasture with high tree density and non-riparian forest-pasture with low tree density.

The most consistent result found in all treatments was that reptile and amphibian diversity and abundance decrease with distance from the riparian zone.

For the social component of our study we conducted 59 semi-structured interviews with farmers who manage silvopastoral systems on their farms. The objective of these interviews was to understand local perceptions on water quality and biodiversity and to determine whether farmers can establish connections between the protection of riparian zone and water quality and therefore their own welfare. In addition, we conducted interviews with local institutions involved in the management of biodiversity and water in the study area. We used the community capitals framework (CCF), which divides community capitals into seven distinct categories to understand these relationships. Interview responses were incorporated into a quantitative index of each capital, and differences were analyzed using ANOVA. This information was triangulated with results obtained through workshops (focus groups) conducted in the zone and by analyzing additional data (secondary data) previously collected by the GEF-Silvopastoril project. The results of the ANOVA demonstrate that there are no significant differences between farmer type (small, medium and large) and perceptions regarding water quality. Our interviews do show however that there is a lack of institutions that promote and finance projects related to water conservation, storage, and quality in Matiguás. Farmers interviewed mentioned that herpetofauna are mainly use as a source of medicines, food, and as biorregulators for agriculture system. Most farmers acknowledge that silvopastoral systems improve water quality and the herpetofauna conservation on cattle farms.

Keywords: amphibians, community capitals framework, cover traps, local knowledge, pastures, reptiles, riparian forests transects, tree pastures.

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Variables ambientales a lo largo de 30000 m^2 de transectos en paisajes ganaderos del municipio de Matiguás, Nicaragua. 22

Cuadro 2. Número de especies e individuos registrados por familias de reptiles y anfibios encontrados en las jornadas de muestreo en fincas ganaderas en el Municipio de Matiguás, Matagalpa, Nicaragua. 27

Cuadro 3. Riqueza observada y estimada de anfibios y reptiles en quince parcelas del paisaje agrícola del municipio de Matiguás, Nicaragua. 28

Cuadro 4. Especies de anfibios únicas, compartidas y complementariedad entre cuatro hábitat en fincas ganaderas del municipio de Matiguás, Nicaragua. 29

Cuadro 5. Distribución de anfibios y reptiles en quebradas con bosques ribereños y sin bosque ribereño, pasturas con alta densidad y baja densidad de árboles en paisajes ganaderos de Matiguás, Nicaragua. 31

Cuadro 6. Especies de reptiles únicas, compartidas y complementariedad entre cuatro hábitat en fincas ganaderas del municipio de Matiguás, Nicaragua. 31

Cuadro 7. Marco de los Capitales y ejes temáticos usados con los productores ganaderos del municipio de Matiguás, Nicaragua 58

Cuadro 8. Indicadores que conforman el tema de percepción de la cantidad del agua del capital natural en productores ganaderos del municipio de Matiguás, Nicaragua. 65

Cuadro 9. Indicadores que conforman el tema de estrategias de conservación del agua y la biodiversidad del capital natural en productores ganaderos del municipio de Matiguás, Nicaragua. 67

Cuadro 10. Indicadores que conforman los temas de calidad del agua y salud de la familia y capacitación en manejo del agua y biodiversidad del capital Humano en productores ganaderos del municipio de Matiguás, Nicaragua. 69

Cuadro 11. Indicadores del capital social que conforman los temas de trabajo comunitario y calidad del agua en el manejo del agua y la biodiversidad en productores ganaderos del municipio de Matiguás, Nicaragua. 71

Cuadro 12. Indicadores del capital social que conforman la toma de decisiones en la finca en relación al manejo del agua y la biodiversidad por productores ganaderos del municipio de Matiguás, Nicaragua. 72
Cuadro 13. Indicadores que conforman los temas de legislación e institucionalidad del capital político en productores ganaderos del municipio de Matiguás, Nicaragua. 74
Cuadro 14. Indicadores que conforman los temas de incentivos y conservación del agua y accidentes ofídicos en el capital financiero de productores ganaderos del municipio de Matiguás, Nicaragua. 80
Cuadro 15. Nombres comunes de especies de reptiles y anfibios usados por los productores ganaderos del municipio de Matiguás, Nicaragua. 84
Cuadro 15 (continuación). Nombres comunes de especies de reptiles y anfibios usados por los productores ganaderos del municipio de Matiguás, Nicaragua. 85
Cuadro 16. Indicadores que conforman el capital cultural en productores ganaderos del municipio de Matiguás, Nicaragua. 91
Cuadro 17. Indicadores que conforman el capital construido en productores ganaderos del municipio de Matiguás, Nicaragua. 94

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Curvas de acumulación de especies en quince parcelas del paisaje agrícola del municipio de Matiguás, Nicaragua. a) anfibios, b) reptiles. [1]Número de especies observadas de Mao Tau, [2]estimadores de riqueza no paramétricos, [3]especies únicas, [4]especies duplicadas. 30

Figura 2. Curva de acumulación de especies basada en rarefacción de la riqueza observada con intervalos de confianza para los hábitat [1]bosque ribereño-pasturas con alta densidad de árboles(●), [2]bosque ribereño-pasturas con baja densidad de árboles(▼), [3]sin bosque ribereño-pasturas con alta densidad de árboles(■), [4]sin bosque ribereño-pasturas con baja densidad de árboles(♦) en el municipio de Matiguás, Nicaragua. a) anfibios y b) reptiles. . 33

Figura 3. Curvas de rango-abundancia para el ensamblaje de anfibios (a) y reptiles (b) en los hábitat (●) bosque ribereño y pasturas con alta densidad de árboles, (■) bosque ribereño y pasturas con baja densidad de árboles, (▲) sin bosque ribereño y pasturas con alta densidad de árboles, (♦) sin bosque ribereño y pasturas con baja densidad de árboles en el municipio de Matiguás, Nicaragua. Los códigos de las especies se indican en el Anexo 1. Por cada hábitat la abundancia relativa de cada especie (ni/N) fue graficada contra el rango de especies ordenado desde el más al menos abundante. 34

Figura 4. Comparación de las medias (±EE) de la riqueza (a) y abundancia (b) de especies de reptiles y anfibios de cada hábitat estudiado [1]bosque ribereño-pasturas con alta densidad de árboles, [2]bosque ribereño-pasturas con baja densidad de árboles, [3]sin bosque ribereño-pasturas con alta densidad de árboles, [4]sin bosque ribereño-pasturas con baja densidad de árboles en el municipio de Matiguás, Nicaragua. 35

Figura 5. Comparación de las medias (±EE) del índice de Simpson (a) y Shannon (b) de cada hábitat estudiado [1]bosque ribereño-pasturas con alta densidad de árboles, [2]bosque ribereño-pasturas con baja densidad de árboles, [3]sin bosque ribereño-pasturas con alta densidad de árboles, [4]sin bosque ribereño-pasturas con baja densidad de árboles en el municipio de Matiguás, Nicaragua 37

Figura 6. Distribución vertical de las capturas de las especies (a) e individuos (b) de anfibios y reptiles en 15 hábitat de fincas ganaderas del municipio de Matiguás, Nicaragua. 37

Figura 7. Medias (±EE) de la abundancia (a) y la riqueza (a) en anfibios (●) y reptiles (▼) en cuatro transectos ubicados desde la fuente de agua en fincas ganaderas del municipio de Matiguás, Nicaragua. 38
Figura 8. Distribución de las medias (±) de la abundancia (a) y la riqueza (b) desde las fuente de agua (quebrada) hacia la pastura en los hábitat en fincas ganaderas del municipio de Matiguás, Nicaragua. Bosque ribereño-pasturas con alta densidad de árboles (●), bosque ribereño-pasturas con baja densidad de árboles (▲), sin bosque ribereño-pasturas con alta densidad de árboles (■), sin bosque ribereño y pasturas con baja densidad de árboles (♦).. 39
Figura 9. Temperatura y humedad relativa media externa e interna en trampas de cobertura en cuatro hábitat de fincas ganaderas del municipio de Matiguás, Nicaragua. Bosque ribereño-pasturas con alta densidad de árboles, [2]bosque ribereño-pasturas con baja densidad de árboles, [3]sin bosque ribereño-pasturas con alta densidad de árboles, [4]sin bosque ribereño-pasturas con baja densidad de árboles. 40
Figura 10. Aporte de cada capital al Indice General según la tipología de los productores ganaderos en el municipio de Matiguás, Nicaragua. 61
Figura 11. Percepción de la relación entre calidad de agua y biodiversidad y los capitales de los productores ganaderos en el municipio de Matiguás, Nicaragua. 61
Figura 12. Herbicidas empleados por los productores del municipio de Matiguás. a) Recipientes ubicados sobre la pared de un tanque de almacenamiento de agua, durante las prácticas de aplicación de estos químicos sobre los poteros. b) Envase de herbicida encontrado en el cauce de una quebrada después de su utilización (Fotos M. Gómez-Martínez). 63
Figura 13. Entidades que conforman el marco institucional de la problemática del agua y la biodiversidad según los productores ganaderos en el municipio de Matiguás, Nicaragua.. 74
Figura 14. Incentivos y ayudas mencionadas por los productores ganaderos del municipio de Matiguás que podrían ser brindadas por las instituciones o proyectos para la conservación, cuidado y mejoramiento de las fuentes de agua para consumo humano y animal. 75
Figura 15. Usos y creencias de la herpetofauna por productores ganaderos del municipio de Matiguás, Nicaragua. 88

LISTA DE UNIDADES, ABREVIATURAS Y SIGLAS

BNPP: *Bank-Netherlands Partnership Program*

BR: Quebradas con bosque ribereño.

CATIE: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.

CONABIO: Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad.

DBO: Demanda Bioquímica de Oxigeno.

DQO: Demanda Química de Oxigeno.

DFID: *Departament for Internacional Development*

EE: Error estándar

ENACAL: Empresa nacional de acueductos y alcantarillados.

FAO: *Food and Agricultura Organization of the United Nations.*

FONDEAGRO: Fondo de Desarrollo Agropecuario

GEF: Global Environment Facility

GEF-SSP: Proyecto Enfoques Silvopastoriles para el Manejo Integrado de Ecosistemas

ICRAF: *Internacional Center for Research in Agroforestry*.

INEC: Instituto Nacional de Estadística y Censos de Nicaragua.

INETER: Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales.

INTA: Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria

MAGFOR: Ministerio Agropecuario Forestal

MARENA: Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales de Nicaragua.

NITLAPAN: Instituto de Investigación y Desarrollo.

SANEBAR: Saneamiento Básico Rural

PADA: Pasturas con alta densidad de árboles.

PBDA: Pasturas con baja densidad de árboles.

SBR: Quebradas sin bosque ribereño.

SSP: Sistemas silvopastoriles.

UCA: Universidad Centroamericana.

1 INTRODUCCIÓN

Nicaragua presenta un patrimonio fuerte en diversidad biológica y cultural, favorecido por una gran variedad de hábitat y un número apreciable de variantes florísticas y faunísticas (Walsh 1999), que se vinculan a pisos altitudinales localizados en las tres regiones naturales que dividen el país (Región Pacífica, Central y del Atlántico) (INETER 2006). Otro aspecto destacado son las áreas para conservación (18.2% del territorio nacional), que se enmarcan dentro de la figura de Áreas Protegidas (MARENA 2002) y representan 2.16 millones de hectáreas (Rodríguez 2005). También posee otros ecosistemas de alto valor en biodiversidad como son los humedales costeros y lacustres, los arrecifes coralinos y los mejores bancos de pastos submarinos en la región Caribe (Zuñiga 1999).

No obstante, la riqueza biológica de Nicaragua ha sido sometida a depredaciones sucesivas (Walsh 1999), producto de la actividad económica que se ha fundamentado en los recursos naturales[1], considerada desordenada y con pocos criterios de sostenibilidad que permitan un aprovechamiento duradero de la biodiversidad (MARENA 2002). Como resultado, muchas regiones de Nicaragua son transformadas en agropaisajes (matriz de potreros o cultivos anuales) producto de la deforestación y fragmentación de los bosques, quedando de forma dispersa pequeños parches remanentes de bosques, franjas angostas de bosques de galería o ribereños y árboles dispersos (Sánchez-Merlos et ál. 2005a).

Los agropaisajes Nicaragüenses y específicamente los agroecosistemas deben atender la demanda de alimentos que requiere el país con una población estimada de 5.420.098 habitantes para el 2005 (INEC 2005). Las principales necesidades nutricionales son proteínas preferiblemente de origen animal, siendo esta demanda el principal factor responsable en la expansión de la producción ganadera (FAO 2005). Prueba de ello es la evolución del desarrollo agrícola y ganadero que ha tenido Nicaragua, caracterizado por la incorporación de áreas extensas, 6.3 millones de hectáreas, en un corto período (1960 – 1998) (Sáenz 1999).

Sin embargo, dependiendo del tipo de manejo de las fincas ganaderas hay posibilidades interesantes para la conservación las cuales deben ser exploradas con el fin de proyectar las actividades productivas de manera sostenible y compatible con las iniciativas conservacionistas (Naranjo 2003). En este sentido, los sistemas silvopastoriles (SSP) pueden

[1] Aproximadamente una tercera parte del Producto Interno Bruto (PIB) es atribuible a los productos provenientes de los rubros de la silvicultura, agricultura, pesca y actividad pecuaria; y éstos a su vez dependen de la producción de agua y el mantenimiento de los suelos y los bosques (MARENA 2002).

ser una alternativa que garantice la producción ganadera amigable con el ambiente, y favorezca el mantenimiento de la diversidad biológica y la prestación de servicios ambientales (Dagang y Nair 2003, Pagiola et ál. 2004).

Producto de la adopción de los SSP, los productores ganaderos cada vez reconocen más el valor de los árboles en sus fincas y los beneficios de mantenerlos en los potreros, ya que constituyen una fuente de postes, madera y leña, que proveen frutos para los animales (Villacís et ál. 2003, Esquivel et ál. 2003) y servicios como la sombra (Betancourt et ál. 2003), el aumento potencial de la conectividad de los paisajes y el movimiento de animales silvestres (Harvey et ál. 2003, Chacón y Harvey 2006). Estas prácticas pueden tener gran valor en conservación de los recursos naturales e incidencia, indicando el bienestar de los productores en sistemas productivos como los del municipio de Matiguás en Nicaragua, que se caracterizan por presentar gran parte de la superficie destinada a la ganadería de doble propósito, como también el manejo de árboles en potreros (Betancourt et ál. 2003). Sin embargo, la problemática del impacto de la ganadería al agua, la falta de motivación de los productores en la toma de conciencia y decisiones que favorezcan el manejo de las microcuencas (Chará 2003), y la necesidad de realizar estudios en fauna de la zoogeografía Centroamericana (Köhler 2003) son débilmente estudiadas y conocidas.

La presente investigación se enfocó en analizar y demostrar la relación existente entre la biodiversidad y los principales usos del suelo y SSP, con la calidad del agua y el bienestar de los productores del municipio de Matiguás (Matagalpa, Nicaragua). Para ello se realizó un muestreo de anfibios y reptiles, identificando las especies con potencial de indicadores biológicos, que brindan información rápida y fácil para los productores sobre la calidad de los ecosistemas y el efecto que están provocando las prácticas ganaderas sobre la biodiversidad en Matiguás. Sumado a esto, se identificaron las diferentes percepciones y manejos que los productores (propietarios y trabajadores) le están dando a las distintas fuentes de agua, tanto de consumo animal como humano, y las estrategias que emplean para enfrentar las condiciones climáticas, especialmente el verano prolongado.

Como resultado de lo anterior se entendió cómo las prácticas de manejo producto de los SSP afectan (de manera positiva o negativa) la biodiversidad y el bienestar de los productores. Además de conocer la percepción que tienen los diferentes productores (pequeños, medianos y grandes) sobre la importancia de conservar y realizar prácticas ganaderas amigables con el ambiente.

1.1 Objetivos del estudio

1.1.1 Objetivo general

Analizar la relación existente entre la diversidad de la herpetofauna presente en los principales usos del suelo y SSP, con la calidad del agua y el bienestar de los productores en la microcuenca del Río Paiwitas y la cuenca del Río Bul Bul en el municipio de Matiguás (Matagalpa, Nicaragua).

1.1.2 Objetivos específicos

- Caracterizar las fuentes de agua para consumo humano y animal según el uso del suelo.
- Relacionar la calidad del agua y herpetofauna con el uso de suelo y actividades productivas durante las estaciones seca y lluviosa.
- Identificar la posible relación entre SSP, la biodiversidad y el bienestar de los productores en la zona.
- Conocer la percepción de los productores acerca de las fuentes de agua y la biodiversidad.

1.2 Hipótesis del estudio

- A mayor composición florística, mejor es la calidad en las fuentes de agua para consumo humano.
- Las características espaciales de los diferentes hábitat influyen sobre la biodiversidad, riqueza y abundancia de las especies de anfibios y reptiles.
- La calidad en las fuentes de agua es afectada según el uso de suelo y las actividades productivas durante las estaciones seca y lluviosa.
- Existe una relación positiva entre los SSP, la diversidad en la herpetofauna y el bienestar de los productores.
- Los productores conocen la problemática del agua e identifican posibles soluciones.

1.3 Preguntas de investigación

- ¿La calidad de las fuentes de agua para consumo humano y animal se relaciona directamente con los usos del suelo que las rodean?
- ¿Los diferentes usos del suelo pueden afectar la diversidad de especies de reptiles y anfibios?
- ¿Los productores desarrollan estrategias productivas para afrontar la época de verano?
- ¿El bienestar de los productores se ve favorecido por la calidad del agua reflejada en las especies de reptiles y anfibios presentes en estos hábitat?
- ¿La herpetofauna presente en las fincas tiene algún significado o importancia para la comunidad?
- ¿Los productores identifican los principales contaminantes y los problemas relacionados con las fuentes de agua, como también posibles soluciones a los mismos?
- ¿Los productores identifican la importancia de los SSP en conservación de la biodiversidad?

2 MARCO CONCEPTUAL

2.1 La herpetofauna

Dentro del grupo de los vertebrados, los anfibios y reptiles (herpetofauna) están presentes en todos los continentes y grandes islas, excepto el continente Antártico (Matton 2000). La herpetofauna se representa aproximadamente por 9.850 especies (Leenders 2001). La clase anfibia contiene cerca de 400 especies de salamandras (orden Caudata), 3967 especies de ranas y sapos (orden Anura) y 155 de especies de cecilias (orden Gymnophiona) (Lee 2000), existiendo desde hace unos 350 millones de años (Matton 2000).

El inventario de la herpetofauna Nicaragüense aún se encuentra muy lejos de ser completo, comparado con los demás países Centroamericanos. Hasta el 2004 se reportaron para el país 232 especies de anfibios y reptiles (Köhler 2003, Köhler et ál. 2004), además se encuentran en confirmación *Oedipina cf. Pseudouniformis y Norops cf. Lemurinus* (Quintana 2005). Adicionalmente, existe relativamente poca información sobre su relación con la vegetación y otros organismos que permanecen en los paisajes agrícolas, así como la contribución de los distintos tipos de cobertura arbórea a la conservación de la biodiversidad (Hernández et ál. 2003, Sánchez-Merlos et ál. 2005b).

2.1.1 Características

Los anfibios poseen una piel húmeda, desnuda y con glándulas (mucosas y granulares). Estas estructuras les ayudan a conservar la humedad, permitiendo la respiración cutánea, así como de protección por la secreción de compuestos venenosos (Prohl 1997). Sin embargo, esta condición de permeabilidad los hace muy vulnerables, ya que su piel delgada permite absorber rápidamente los contaminantes, igual situación se presenta en los huevos, quienes carecen de toda protección (Matton 2000).

La biología reproductiva de algunos anfibios de Costa Rica se aleja un poco de la dependencia hacia cuerpos de agua permanentes y se dirige hacia un incremento en la territorialidad. Este comportamiento se asocia a varios rasgos adaptativos específicos como el cuidado paterno, el paso de oviparidad a la viviparidad y un desarrollo directo sobre la tierra (Scott y Limerick 1991). En general la mayoría de las especies poseen un ciclo de vida completo y bifásico (Scott y Limerick 1991, McDiarmid 1994, Leenders 2001).

En este sentido, Fredericksen y Fredericksen (2001) encontraron, en un bosque tropical húmedo en Bolivia, que los cuerpos de agua temporales (charcas) son utilizados por algunas especies (*Bufo typhonia* y *Epipidobates pictus*) para la postura de huevos y durante sus estados larvales; e incluso los machos de *E. pictus* vigilan las charcas y cuando la calidad es afectada, los machos transportan en su dorso los renacuajos hasta otros cuerpos de agua. En Colombia, estudios de anuros en un bosque de niebla, mostraron que la diferencia en el número y abundancia de especies está sujeta al cambio de tipo de vegetación usado como microhábitat y su proximidad o lejanía de los fuentes de agua (Arroyo et ál. 2003).

2.1.2 Ecología

En general los anfibios pueden ser utilizados como bioindicadores de la calidad de los ecosistemas o al menos con el nicho ecológico que ocupan (Echegaray y Hernando 2004). Estudios han sido realizados para aislar e identificar *Salmonella anterica* "serovers" presente dentro de la herpetofauna de vida libre en el cantón de Indiana en Pennsylvania (Chambers y Hulse 2006). Así mismo, en el centro de España investigaciones determinaron en anfibios y reptiles la tasa de recuperación y serotipos de *Salmonella* (Briones et ál. 2004).

Algunas especies de Herpetos son muy sensibles a los compuestos nitrogenados que son lixiviados desde las tierras agrícolas fertilizadas (Matton 2000). Larvas de dos especies de salamandras (*Ambystoma maculatum* y *Ambystoma apacum*) fueron afectadas negativamente (reducción de la sobrevivencia y metamorfosis) al ser expuestas a dosis del insecticida Carbaryl (Metts et ál. 2005). El efecto de este insecticida también se estudió en comunidades de anuros, encontrándose que las diferencias en las condiciones bióticas influyen en la potencia del carbaryl sobre las larvas, siendo afectados más fuertemente los renacuajos en estanques de baja densidad poblacional (Boone y Semlitsch 2001).

Otro aspecto importante de la mayoría de los anfibios en el trópico, es que pueden presentar más actividad en la noche, como respuesta adaptativa para evitar las altas temperaturas del día; cada grupo natural presenta un rango de tolerancia térmica, adaptación comportamental y fisiológica (Herrera et ál. 2004). Esto les permite a los anfibios y los reptiles habitar en pasturas, en el borde o al interior del bosque y en ambientes fragmentados, respondiendo de diversas y complejas maneras a los cambios en el microhabitat (Urbina-Cardona et ál. 2006). Así, Gutiérrez-Lamus et ál. (2004) encontraron que las especies comunes y abundantes en un área ocupan el bosque cultivado, mientras que las especies raras

(poca abundancia) sólo se registran en el borde de los bosques o en el interior del bosque nativo.

2.1.3 Disminución de poblaciones

Entre los parásitos que afectan a los anfibios se han encontrado virus (Iridovirus) y hongos como el *Batrachochytrium dendrobatidis* (Longcore et ál. 1999 citados por Santos 2004) que se presume sea el agente causal en la declinación de algunas poblaciones de estos vertebrados en el mundo (Young et ál. 2001). Las declinaciones de los anfibios ocurren en todos los continentes, aunque no todas las especies de anfibios están declinando (Lips et ál. 2003). Young et ál. (2001) señalan que en Latinoamérica se reportan pocos estudios bien documentados sobre esta declinación poblacional. Los mismos autores resaltan que las disminuciones en Centroamérica han ocurrido en áreas con elevaciones mayores a los 500 m y en los Andes en áreas de más de 1000 m, afectando a 30 géneros y nueve familias de anfibios.

Así mismo, los cambios que ocurren en el microclima, vegetación y estructura después de la cosecha de la madera, y específicamente el clareado, crean condiciones de inestabilidad en la temperatura y la humedad para los anfibios (Russell et ál. 2004). Igualmente, los materiales de desalojo pueden alterar o destruir los cuerpos de agua (quebradas o charcas temporales), sumado a esto, el vertimiento de residuos sólidos y líquidos (aguas cloacales) contribuye a la perturbación de la herpetofauna (Izquierdo et ál. 2000), lo que dificulta la permanencia y reclutamiento de las especies (Herrera et ál. 2004). Justamente, hay que estudiar los cambios en el hábitat y las prácticas de los diferentes sistemas productivos que puedan afectar a las poblaciones de anfibios y reptiles, tales como las prácticas ganaderas.

2.2 Implicaciones de la ganadería sobre la biodiversidad

La mayor amenaza a los bosques tropicales del mundo no la constituye la sobre-explotación, sino la conversión a otros usos, resultado de la subutilización del bosque, ya que los propietarios privados perciben pocos beneficios del manejo forestal. Ellos ven mayores posibilidades en la habilitación de tierras para pastizales y la consiguiente producción

ganadera (Murgueitio 2003) en áreas poco aptas, con ecosistemas sumamente frágiles y escasamente estudiados (Abarca 1997).

Según la FAO (2005) la cubierta forestal en Centroamérica se reducirá en 1.2 millones de hectáreas hacia el año 2010. La ampliación de los pastizales afectará especialmente a la cubierta forestal en la región noroccidental de Nicaragua y en el centro de Panamá, donde se encuentra el denominado Corredor Biológico Mesoamericano, considerado como el tercer espacio en importancia mundial por su biodiversidad (Sáenz 1999, Murgueitio 2003). La magnitud con que este proceso se ha realizado en América Latina condujo en décadas pasadas al señalamiento internacional de la ganadería como una gran amenaza ecológica del bosque tropical (Abarca 1997, Murgueitio 2003).

Los enfoques tradicionales de reconversión hacia las pasturas a menudo no son sostenibles dado que después de un período inicial de rendimientos altos, la fertilidad del suelo se agota y disminuye la cobertura de arvenses. Esta pérdida de cobertura resulta en erosión del suelo, contaminación de las fuentes de agua y del aire, disminución de biodiversidad, degradación de paisajes e ingresos bajos para los productores, lo que se traduce en la persistencia de la pobreza y en mayor presión para desmontar áreas adicionales (Sánchez y Rosales 2003).

En el caso de Matiguás el paisaje es altamente fragmentado y los potreros ocupan el 68.2% del área. Sin embargo, la diversidad florística es alta (180 especies arbóreas) lo que representa el 10% del total de las especies reportadas para Nicaragua. No obstante es probable que la abundancia de algunas especies disminuya o se hayan perdido debido a la fuerte deforestación y la actividad ganadera, quedando un paisaje dominado por especies generalistas de áreas abiertas y perturbadas (Sánchez-Merlos et ál. 2005a).

Situación similar ocurre en la zona de Rivas, al sur del país, donde el paisaje de bosque seco es altamente fragmentado y con un estimativo de la mitad de las especies originales. Otros factores importantes que ejercen presión sobre la escasa diversidad florística y animal son el fuego y el pastoreo, que disminuyen la regeneración natural de los árboles en los potreros (Sánchez-Merlos et ál. 2005b).

La destrucción de la capa boscosa y posterior reemplazo por pasturas en las zonas ribereñas trae efectos dañinos para las características fisicoquímicas y biológicas del agua, ya que se elimina la sombra sobre los cuerpos de agua (aumentando su temperatura y evaporación), se disminuye el aporte de hojarasca (impidiendo la creación de sitios de refugio

o alimento para organismos vertebrados e invertebrados), provoca pérdida en las características estructurales de las quebradas (aguas lentas) y erosión e inestabilidad en las orillas con aportes altos de sedimentos (Charrá 2003). Davis et ál. (2003) recomiendan la utilización de programas de biomonitoreo por medio de macroinvertebrados en cuerpos de agua intermitentes con ecosistemas de bosque de galería (ribereño) e influencia de sistemas ganaderos.

Así mismo, la deforestación no solo afecta el área próxima al sitio explotado, sino que tiene una gran importancia a nivel global por las emisiones de gases (CO_2 y N_2O) a la atmósfera (Abarca 1997). En relación con el carbono en los sistemas ganaderos, las pasturas ayudan a aumentar su emisión, debido a la alta tasa de crecimiento y a la deposición constante en el suelo en forma de materia orgánica producto del pastoreo, así como también a la descomposición de raíces y la proliferación de microorganismos descomponedores que aprovechan los estímulos de N en el sistema (fertilizantes, heces y orina). En esta emisión de CH_4 influye el manejo de las fincas, la calidad de las pasturas consumidas, el suplemento y el número de animales y sus características genotípicas (Montenegro y Abarca 2002).

Tomando en cuenta las anteriores consideraciones, es importante desarrollar explotaciones agropecuarias que promuevan la mejora de los pastos, el cultivo de plantas forrajeras y la plantación de árboles, para ofrecer mayores beneficios socioeconómicos y oportunidades para la conservación de la biodiversidad (sitios de refugio), al tiempo que el medio ambiente local y global se beneficia a través de la creación de reservas estables de carbono (Griffith 2000, FAO 2005,). Dentro de estos sistemas agropecuarios se reconocen a los sistemas agroforestales, particularmente los sistemas silvopastoriles, como una alternativa de producción agropecuaria ambiental y socialmente sostenibles (ICRAF 2005).

2.3 Importancia de los sistemas silvopastoriles y su relación con la biodiversidad

De acuerdo con Wallace et ál. (2005) la agroforestería y en general las practicas utilizadas en su implementación, traen potenciales beneficios como la diversificación de la producción para el mejoramiento en la utilización de los recursos naturales. De esta diversificación se deriva otra serie importante de beneficios que incluyen la conservación del suelo en términos de protección contra la erosión, el mejoramiento o mantenimiento de la

fertilidad del suelo, la conservación del agua y su eficiente uso, proporcionando también las funciones ambientales requeridas para la sostenibilidad.

Los sistemas agroforestales se definen como un sistema de uso del suelo en los cuales se integran especies leñosas (árboles, arbustos, palmas, bamboos), cultivos agrícolas (leñosos o herbáceos), animales o ambos, en cualquier forma de arreglo espacial o secuencia temporal (ICRAF 2005). En este contexto, surgen los sistemas silvopastoriles integrando árboles en la producción ganadera, para generar múltiples propósitos incluyendo el mejoramiento del suelo, sombra, forraje, frutas, madera, hábitat y conectividad para fauna entre otros (Betancourt et ál. 2003, Dagang y Nair 2003, Esquivel et ál. 2003, Harvey et ál. 2003, Villacís et ál. 2003, Chacón y Harvey 2006). No obstante, hay que conocer las interacciones que se generan, para garantizar el éxito en el funcionamiento de estos sistemas (Mahecha 2002).

García (2005) resalta la importancia de la presencia de charcas de agua (temporales o permanentes) producto de la compactación del suelo por la actividad ganadera, como sitios de reproducción y elementos importantes en la conservación de la diversidad de anuros en el paisaje silvopastoril. En estudios realizados al ecotono (pastura, borde de bosque e interior de bosque), se encontró que las pasturas pueden proveer sitios de cría artificiales para anfibios (debido a los cuerpos de agua temporales que resultan en época de lluvias), aunque esto no necesariamente deba considerarse como un hábitat ideal para la reproducción y el mantenimiento de anfibios, ya que se encontró una baja riqueza y un bajo número de individuos, en comparación con el borde e interior del ecotono; sin contar que se debe estudiar otros usos de suelo como cercas vivas, bosque ribereños, parches de bosque y los árboles dispersos (Urbina-Cardona et ál. 2006).

2.4 Biodiversidad y bienestar de los productores

La diversidad biológica comprende la totalidad de los genes, las especies y los ecosistemas de una región y que en su conjunto integran la biosfera característica de nuestro planeta, así como sus procesos ecológicos y evolutivos fundamentales (Isik et ál. 1997). La agricultura y la silvicultura representan para las comunidades tentativamente el potencial de uso de los paisajes locales (diversidad biológica) donde se extraen valores (sea en la forma de plantas cultivadas y animales domesticados, sea por el aporte de productos e insumos de las

especies silvestres) y se mantienen las comunidades humanas (rurales, suburbanas y urbanas), dando como resultado una variedad de agroecosistemas (Flora 2001).

Sin embargo, estos agroecosistemas no emergen de manera natural por la relación de paisajes con potencial productivo y las comunidades humanas, sino que están mediados por la cultura y la tecnología (Flora 2001). Además, se fundamentan en la agrobiodiversidad, que se refiere al conjunto de especies de plantas, animales y microorganismos que existen e interactúan dentro de un agroecosistema, así como todos aquellos elementos bióticos y abióticos que ofrecen servicios ecológicos (Letourneau y Altieri 1999).

Con el objetivo de comprender la dinámica que presentan las comunidades humanas, surgen publicaciones que estudian y aplican el Marco de los Capitales de la Comunidad ("Community Capitals Framework") (Flora 2001, Flora 2004, Flora et ál. 2004, Emery y Flora 2006). En este sentido, Emery y Flora (2006) proponen una manera de analizar los esfuerzos de la comunidad y las ofertas de desarrollo económico desde una perspectiva de sistemas, identificando los activos en cada capital (existencias), los tipos de capital invertido (flujo), la interacción entre los capitales, y los impactos que resultan a través de capitales.

Para ello, se presta atención a los siete tipos de capital: natural (aire, suelo, agua, paisaje, biodiversidad), cultural (cosmovisión, lenguaje, rituales, cultivos tradicionales, vestido), humano (autoestima, educación, habilidades, salud), social (liderazgo, grupos, redes de puente, redes de apego, confianza, reciprocidad), político (inclusión, voz, poder), financiero (ingresos, riqueza, seguridad, crédito, inversiones) y construido (sistemas de agua, alcantarillados, centros de salud), que al estar equilibrados y de forma sinérgica dan como resultado ecosistemas sanos, economías regionales vibrantes, equidad social y empoderamiento por parte de las comunidades; en general, se ofrece un nuevo punto de vista para el análisis holístico de los cambios de las comunidades (Flora et ál. 2004, Emery y Flora 2006).

2.4.1 Capital natural y servicios del ecosistema.

El capital natural se refiere a las partidas de recursos naturales de las que se derivan los flujos de recursos y servicios útiles en materia de medios de vida (NRFC 2005), consta de tres componentes principales: recursos no renovables, que son extraídos de los ecosistemas; recursos renovables que son para consumo humano, son producidos y mantenidos por los procesos y funciones de los ecosistemas; y los servicios ambientales (Berkes y Folke 1993).

Constanza et ál. (1997) consideran los servicios de los ecosistemas como el flujo de materiales, energía, e información desde las existencias del capital natural, que se combinan con los servicios de la manufactura y el capital humano, dando como resultado la regulación de gases, clima, disturbios y agua; fuentes de agua; control de la erosión y retención de la sedimentación; formación del suelo; ciclaje de nutrientes; tratamientos de basuras; polinización; refugio; producción de alimentos; materiales primas; recursos genéticos; recreación; y culturales.

No obstante, solo las entradas desde la sociedad se incluyen en los costos de la agricultura tradicional, mientras las entradas desde la naturaleza (servicios de los ecosistemas) no son tenidas en cuenta (Zhu Wan-bin et ál. 2006). Investigaciones sobre el capital natural en recientes años pueden exponer el valor real de estas entradas naturales y su contribución al valor económico total del planeta y su aporte directo o indirecto al bienestar humano (Constanza et ál. 1997).

El bienestar de productores rurales depende del balance y la sinergia entre los diferentes capitales comunitarios, haciendo énfasis en el capital natural (biodiversidad y agua). Es por ello, que un deterioro en este capital (pérdida de los componentes de la biodiversidad y contaminación del agua) puede afectar la calidad de vida de muchísimas personas, ocasionando el aumento de la pobreza en el campo, grandes fenómenos migratorios y contaminación entre otros. Lo anterior surge en buena parte como consecuencia de ecosistemas agotados, contaminados o explotados más allá de su posible recuperación (CONABIO 2006).

2.5 Bibliografía

Abarca, S. 1997. Ganadería de carne amiga del ambiente y los bosques: una alternativa de producción sostenible. Agronomía Costarricense 21(2):285-298.

Arroyo, S.; Jerez, A.; Ramírez-Pinilla, M. 2003. Anuros de un bosque de niebla de la Cordillera Oriental de Colombia. Caldasia 25(1):153-167.

Berkes, F.; Folke, C. 1993. A systems perspective on the interrelationships between natural, human-made and cultural capital. Ecological Economics 5(1):1-8.

Betancourt, K.; Ibrahim, M.; Harvey, CA.; Vargas, B. 2003. Efecto de la cobertura arbórea sobre el comportamiento animal en fincas ganaderas de doble propósito en Matiguás, Matagalpa, Nicaragua. Agroforestería de las Américas 10(39-40):47-51.

Boone, M.; Semlitsch, R. 2001. Interactions on fan insecticida with larval density and predation in experimental amphibian communities. Conservation Biology 15(1):228-238.

Briones, V.; Téllez; S.; Goyache, J.; Ballesteros, C.; Lanzarot, M.; Domínguez, L.; Fernández-Garayzábal, J. 2004. *Salmonella* diversity associated with reptiles and amphibians in Spain. Enviromental Microbiology 6(8):868-871.

Chacón, M.; Harvey, C. 2006. Live fences and landscape connectivity in a neotropical agricultural landscape. Agroforestry Systems 68:15-26.

Chambers, D.; Hulse, A. 2006. *Salmonella* serovars in the herpetofauna of Indiana Country, Pennsylvania. Applied and Enviriomental Microbiology May.:3771-3773.

Chará, J. 2003. Manual para la evaluación biológica de ambientes acuáticos en microcuencas ganaderas. CIPAV. Cali, CO. 76 p.

CONABIO **(**Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad). 2006. Capital natural y bienestar social. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, D.F. 76 p.

Constanza, R.; d´Arge, R.; DeGroot, R.; Farber, S.; Grasso, M.; Hannon, B.; Limburg, K.; Ñame, S.; O´Neill, R.; Paruelo, J.; Raskin, R.; Sutton, P. 1997. The value of the world´s ecosystem services and natural capital. Nature 387:253-260.

Dagang, A.; Nair, P.K.R. 2003. Silvopastoral research and adoption in Central America: recent findings and recommendations for future directions. Agroforestry Systems 59:149-155.

Davis, S.; Golladay, S.; Vellidis, G.; Pringue, C. 2003. Macroinvertebrate biomonitoring in intermittent coastal plain streams impacted by animal agriculture. J. Environ. Qual. 32:1036-1043.

Echagaray, J.; Hernando, A. 2004. Amenazas de los anfibios. Sustrae 67:50-52.

Emery, M.; Flora, C. 2006. Spiraling-up: mapping community transformation with Community Capitals Framework. Journal of the Community Development Society. 37(1):19-35

Esquivel, R.; Ibrahim, M.; Harvey, C.; Villanueva, C.; Benjamin, T.; Sinclair, F. 2003. Árboles dispersos en potreros de fincas ganaderas en un ecosistema seco de Costa. Agroforestería de las Américas 10(39-40):24-29.

FAO. 2005. La ganadería extensiva destruye los bosques tropicales en Latinoamérica (en línea). Consultado 5 Oct. 2006. Disponible en http://www.fao.org/newsroom/eS/news/2005/102924/index.html

Flora, C. 2001. Interactions between agroecosytems and rural communities. CRC press. US. 273 p.

Flora, C. 2004. Social aspects of small water systems. Journal of Contemporary Water Research & Education. 128:6-12.

Flora, C.; Flora, J.;Fey, W. 2004. Rural communities. Westview Press. US. 372p.

Fredericksen, N.; Fredericksen, T. 2001. Impactos del aprovechamiento forestal selectivo en poblaciones de anfibios de un bosque tropical húmedo de Bolivia. USAID/Bolivia. Santa Cruz, BO. Documento Ténico no. 105. 20 p.

García, J.A. 2005. Incidencia de la cobertura arbórea sobe los ensamblajes de anuros en un paisaje silvopastoril de Río Frío, Costa Rica. Una perspectiva de hábitat y paisaje. Tesis Mag. Sc. Heredia, CR, Universidad Nacional. 91 p.

Griffith, D. 2000. Agroforestry: a Refuge for tropical biodiversity al ter fire. Conservation Biology 14(1):325-326.

Gutiérrez-Lamus, D.; Serrano, V.; Ramírez-Pinilla, M. 2004. Composición y abundancia de anuros en dos tipos de bosque (natural y cultivado) en la Cordillera Oriental colombiana. Caldasia 26(1):245-264.

Harvey, C.; Villanueva, C.; Villacís, J.; Chacón, M.; Muñoz, D.; López, M.; Ibrahim, M.; Gómez, R.; Taylor, R.; Martínez, J.; Navas, A.; Sáenz, J.; Sánchez, D.; Medina, A.; Vilchez, S.; Hernández, B.; Pérez, A.; Ruíz, F.; López, F.; Lang, I.; Kunth, S.; Sinclair, F. 2003. Contribución de las cercas vivas a la productividad e integridad ecológica de los paisajes agrícolas en América Central. Agroforestería de las Américas 10(39-40):31-39.

Hernández, B.; Maes, J. M.; Harvey, C.; Vílchez, S.; Medina, A.; Sánchez, D. 2003. Abundancia y diversidad de escarabajos coprófagos y mariposas diurnas en un paisaje ganadero en el departamento de Rivas, Nicaragua. Agroforestería de las Américas 10(39-40):93-102.

Herrera, A.; Olaya-M, L.; Castro-H, F. 2004. Incidencia de la perturbación antrópica en la diversidad, la riqueza y la distribución de *Eleutherodactylus* (Anura: Leptodactylidae) en un bosque nublado del suroccidente colombiano. Caldasia 26(1):265-274.

ICRAF (World Agroforestry Centre). 2005. Agroforestry glosary: agroforestry system (en línea). Consultado 10 de Oct. 2006. Disponible en línea en http://www.worldagroforestry.org/InformationResources/A-B.asp.

INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos). 2005. Cuadro de Cifras Oficiales Censo 2005 (en línea). Managua, NI. Consultado 5 Oct. 2006. Disponible en http://www.inec.gob.ni/censos2005/censo2005.htm

INETER (Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales). 2006. Caracterización geográfica del territorio nacional (en línea). Managua, NI. Consultado 5 Oct. 2006. Disponible en http://www.ineter.gob.ni/caracterizaciongeografica/capitulo2.html

Isik, K.; Yaltiur, F.; Akesen, A. 1997. Los bosques, la diversidad biológica y el mantenimiento del patrimonio natural. *In* XI Congreso Forestal Mundial. Actividad Forestal para un Desarrollo Sostenible: hacia el Siglo XXI. Natalia 2:15-35.

Izquierdo, J.; Nogales, F.; Yánez, A. 2000. Análisis herpetofaunistico de un bosque húmedo tropical en la Amazonía Ecuatoriana. Ecotropicos 13(1):29-42.

Köhler, G. 2003. Anfibios y reptiles de Nicaragua. Herpeton. Frankfurt. 208p.

Köhler, G.;Quintana, A.; Buitrago, F.; Diethert, H. 2004. New and noteworthy records of amphibians and reptiles from Nicaragua. Salamandra, Rheinbach 40(1):15-24

Lee, J. C. 2000. A field guide to the amphibians and reptiles of the Maya World. Cornell University Press. US. 402 p.

Leenders, T. 2001. A guide to amphibians and reptiles of Costa Rica. 305 p.

Letourneau, D. K.; Altieri, M. A. 1999. Environmental management to enhance biological control in agroecosystems. *In* Bellows, T.S; Fisher, T.W. eds. Handbook of Biological Control: Principles and Applications. San Diego US. p. 319-353.

Lips, K.; Reeve, J.; Witters, L. 2003. Ecological traits prediting amphibian population declines in Central America. Conservation Biology 17(4):1078-1088.

Mahecha, L. 2002. El silvopastoreo: una alternativa de producción que disminuye el impacto ambiental de la ganadería bovina. Rev. Col. Cienc. Pec. 15:226-231.

MARENA (Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales). 2002. Estrategia nacional de biodiversidad Nicaragua. Managua, NI. 96 p.

Matton, A. 2000. El declive de los anfibios. WorldWatch. July/August:10-21

McDiarmid, R. W. 1994. Diversidad e historia natural de los anfibios: una síntesis. En: Heyer, R. W., M. A. Donnelly, R. W. McDiarmid, L. C. Hayek y M. S. Foster (eds.). 1994. Medición y monitoreo de la diversidad biológica: métodos estandarizados para anfibios. Trad. E. Lavilla. Smithsonian Institution Press, Washington, D. C., 364 p.

Metts, B.; Hopkins, W.; Nestor, J. 2005. Interaction of an insecticide with larval density in pond-breeding salamanders (*Ambystoma*). Freshwater Biology 50:685-696.

Montenegro, J.; Abarca, S. 2002. Los sistemas silvopastoriles y el calentamiento global: un balance de emisiones. Agronomía Costarricense 26(1):17-24.

Murgueitio, E. 2003. Impacto ambiental de la ganadería de leche en Colombia y alternativas de solución (en línea). Livestock Research for Rural Development 15(10). Consultado 5 Nov. 2006. Disponible en http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd15/10/murg1510.htm

Naranjo, L. 2003. Sistemas agroforestales para la producción pecuaria y la conservación de la biodiversidad. En: Sánchez, M.D.; Rosales, M. 2003. Agroforestería para la producción animal en América Latina-II. Estudio FAO Producción Animal, no.155. 34 p.

NRFC (National Rural Funders Collaborative). 2005. Community Capitals, Capacity Building and Outcome Achievement. (en línea) Consultado 28 Oct 2006. Disponible en: http://www.nrfc.org/portal/alias__rainbow/lang__en-/tabID__3378/DesktopDefault.aspx.

Pagiola S.; Agostini, P.; Gobbi, J.; Deán, C.; Ibrahim, M.; Murgueitio, E.; Ramírez, E.; Rosales, M.; Ruíz, J. 2004. Pago por servicios de conservación de la biodiversidad en paisajes agropecuarios. Banco Mundial. 50 p.

Prohl, H. 1997. Anfibios de Hitoy Cerere, Costa Rica. Salamanca, CR. 66 p.

Quintana, A. 2005. Amphibian communities along an elevational gradient at the Cerro Saslaya National Park in the Bosawas Biosphere Reserve, Nicaragua. Doctoral Thesis. 171p.

Rodríguez, J. E. 2005. Centroamérica al límite forestal: desafíos para la implementación de las políticas forestales en el Istmo. San José, CR. UICN. p. 113-133.

Russell, K.; Bently, T.; Baughman, W.; Hanlin, H.; Ford, W. 2004. Responses of southeasterm amphibians and reptiles to forest management: a review. *In:* Rauscher, H.;

Johnsen, K. Eds. Southern forest sciencie: past, present, and future. Southerm Research Station. 408 p.

Sáenz, L. 1999. Usos de la tierra y producción. En: MARENA (Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales). Biodiversidad en Nicaragua: un estudio de país. Managua, NI. p. 91-143.

Sánchez, M.D.; Rosales, M. 2003. Agroforestería para la producción animal en América Latina-II. Estudio FAO Producción Animal, no.155. 34 p.

Sánchez-Merlos, D.; Harvey, CA.; Grijalva, A.; Medina, A.; Vilchez, S.; Hernández, B. 2005a. Diversidad, composición y estructura de la vegetación en un agropaisaje ganadero en Matiguás, Nicaragua. Revista de Biología Tropical 53(3-4):387-414.

Sánchez-Merlos, D.; Harvey, CA.; Grijalva, A.; Medina, A.; Vilchez, S.; Hernández, B. 2005b. Diversidad, composición y estructura de la vegetación en un paisaje fragmentado de bosque seco en Rivas, Nicaragua. Recursos Naturales y Ambiente 45:91-104.

Santos, G. 2004. Enfermedades infecciosas en poblaciones de anfibios. Biodiversitas Boletín Bimestal. UNAM. no.56:1-6.

Scott, N. J.; Limerick, S. 1991. Reptiles y Anfibios. En: Historia Natural de Costa Rica. Daniel H. Janzen. Ed.. Editorial Universidad de Costa Rica. 822 p.

Urbina-Cardona, J.; Olivares-Pérez, M.; Reynoso, V. 2006. Herpetofauna diversidad and microenviroment correlatos across a pasture-edge-interior econtone in tropical rainforest fragments in the Tuxtlas Biosphere Reserve of Veracruz, Mexico. Biological Conservation 132:61-75.

Villacís, J.; Harvey, C.; Ibrahim, M.; Villanueva, C. 2003. Relaciones entre la cobertura arbórea y el nivel de intensificación de las fincas ganaderas en Río Frío, Costa Rica. Agroforestería de las Américas 10(39-40):17-23.

Wallace, J. S.; Young, A.; Ong, C. K. 2005. The potential of agroforestry for sustainable land and water managent. *In:* Monell, A.; L. A. Bruijnzeel. Eds. Forest, water and people imm the sumid tropics: Past, Present and future hydrological Research for integrated land and water management. UNESCO. p. 652-670.

Walsh, B. 1999. Diversidad de ecosistema. En: MARENA (Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales). Biodiversidad en Nicaragua: un estudio de país. Managua, NI. p. 144-182.

Young, B.; Lips, K.; Rehacer, J.; Ibáñez, R.; Salas, A.; Cedeño, J.; Coloma, L.; Ron, S.; LaMarca, E.; Meyer, J.; Muñoz, A.; Bolaños, F.; Chávez, G.; Romo, D. 2001. Population declines and priorities for amphibian conservation in Latin America. Conservation Biology 15(5):1213-1223.

Zhu Wan-bin.; Qiu Hua-jiao.; Chang Xin.; Cheng Xu. 2006 The concept of agricultural productivity on ecosystem scale and its measurement. Agricultural Sciences in China 5(9):707-712.

Zúñiga, T. 1999. Diversidad de especies: fauna. En: MARENA (Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales). Biodiversidad en Nicaragua: un estudio de país. Managua, NI. p. 224-255.

3 DIVERSIDAD DE LA HERPETOFAUNA EN FINCAS GANADERAS DEL MUNICIPIO DE MATIGUÁS – NICARAGUA

Resumen

En el municipio de Matiguás (Nicaragua) se realizó una investigación enfocada en relacionar la calidad del agua y herpetofauna presente con el uso de suelo. Para ello, se muestrearon los anfibios y reptiles en transectos, que fueron recorridos por dos personas en jornadas diurnas y nocturnas quienes removieron e inspeccionaron el área hasta 2 m de altura. Los transectos se localizaron paralelamente a distancias fijas desde la fuente de agua (0 m, 10 m, 20 m y 40 m), cubriendo parcelas de 2500m^2 en los hábitat de bosque ribereño-pasturas con alta densidad de árboles, bosque ribereño-pasturas con baja densidad de árboles, sin bosque ribereño-pasturas con alta densidad de árboles y sin bosque ribereño-pasturas con baja densidad de árboles en fincas ganaderas durante las épocas seca y lluviosa. Adicionalmente, como estrategia de muestreo se emplearon 180 trampas de cobertura repartidas en los transectos. Se encontraron 582 individuos de 53 especies entre reptiles y anfibios. Correspondiente los anfibios a 20 especies, distribuidas en 6 familias y 10 géneros (56% de los individuos totales) y 33 especies de reptiles de 9 familias y 29 géneros (44% de los individuos totales). Se logró representar con el muestreo realizado el 92% de las especies estimadas con Bootstrap. El mayor número de especies únicas de reptiles (12) y anfibios (4) fue representado en el hábitat de bosque ribereño-pasturas con alta densidad de árboles. El análisis de rarefacción indicó para anfibios que al muestrear aproximadamente 48 individuos, la riqueza de especies del bosque ribereño-pasturas con baja densidad de árboles es significativamente mayor a los hábitat sin bosque ribereño con pasturas de alta y baja densidad, y mayor que el bosque ribereño-pasturas con alta densidad de árboles. El análisis de complementariedad mostró que los hábitat con especies de reptiles y anfibios más similares son sin bosque ribereño-pasturas con alta densidad de árboles y sin bosque ribereño-pasturas con baja densidad de árboles, y los más diferentes son el bosque ribereño-pasturas con alta densidad de árboles y sin bosque ribereño-pasturas con baja densidad de árboles. La abundancia y riqueza en reptiles y anfibios es altamente significativa para la distancia desde la quebrada ($p<0.0001$). Se encontró que los transectos ubicados sobre el margen de la quebrada (distancia 0) presentan la mayor abundancia de reptiles y anfibios. El número de

individuos disminuye a medida que aumenta la distancia desde la fuente de agua (10 m, 20m y 40 m).

Palabras claves: anfibios, bosques ribereños, pasturas arboladas, reptiles, sistemas silvopastoriles.

3.1 Introducción

Centroamérica por su ubicación geográfica es considerada el eslabón entre Norteamérica y Suramérica, esta característica le otorga a la región una diversidad biológica abundante, que se sustenta en ecosistemas como el bosque húmedo, bosque de pinos, bosque nuboso, bosque semicaducifolio, bosque de cactáceas, sabanas, pantanos y manglares (Köhler 2003a). Los países que están inmersos en esta zona contribuyen con la conservación de la biodiversidad, como el caso de Nicaragua que destinó el 18.2% del territorio nacional, enmarcado dentro de la figura de Áreas Protegidas (MARENA 2002) y que representa 2.16 millones de hectáreas (Rodríguez 2005). Esta riqueza biológica centroamericana incluye 537 especies de reptiles y anfibios, de las cuales 232 son reportadas para Nicaragua. Se estima que el inventario se encuentra muy lejos de ser completado en el país (Köhler 2003b, Köhler et ál. 2004).

La alta especificidad de la mayoría de las especies de anfibios y reptiles hace que sean abundantes en áreas con características muy particulares (Savage 2002), otorgándoles un estatus de vulnerabilidad en la mayoría de los casos (Swihart et ál. 2003). Se conoce que las principales causas de extinción de los anfibios y reptiles están asociados con el cambio en la estructura y composición de hábitat (Piha et ál. 2007), el cambio en los patrones climáticos (Russell et ál. 2004), la introducción de especies (Maerz et ál. 2005) y la contaminación ambiental (Young et ál. 2001, Lips et ál. 2005). En general la perturbación antropogénica de paisajes circundantes a humedales es considerada un factor en la declinación local y global de anfibios (Gray et ál. 2004). Es de anotar que las prácticas relacionadas con los modelos productivos ejercen fuerte presión sobre los recursos naturales y por ende en la herpetofauna (Pellet et ál. 2004).

En Nicaragua la riqueza de muchas regiones es transformada en agropaisajes (matriz de potreros o cultivos anuales) quedando de forma dispersa pequeños parches (remanentes de bosques), franjas angostas de bosques de galería (ribereños) y árboles dispersos (Sánchez-

Merlos et ál. 2005, Useche 2006). Lo anterior es producto de la actividad económica que se fundamenta en los recursos naturales (Walsh 1999). En el caso de la actividad ganadera fuertemente implementada en muchas regiones de Nicaragua, el tipo de manejo que los productores aplican en sus fincas trae posibilidades interesantes para la conservación que deben ser exploradas con el fin de proyectar las actividades productivas de manera sostenible y compatible con las iniciativas conservacionistas (Naranjo 2003). En este sentido, los sistemas silvopastoriles (SSP) pueden ser una alternativa que garantice la producción ganadera y el mantenimiento de la diversidad biológica y la prestación de servicios ambientales en los agroecosistemas (Dagang y Nair 2003, Pagiola et ál. 2004).

Son necesarios estudios que permitan conocer y entender: ¿cómo es la distribución y composición de la herpetofauna?, ¿cómo las prácticas agrícolas inciden sobre la dinámica de las poblaciones? y ¿cuáles podrían ser las especies y hábitat prioritarios para la conservación en estos agropaisajes?. Esta investigación busca proporcionar información sobre la composición y abundancia de la herpetofauna presente en la matriz agrícola altamente intervenida y presentar datos que ayuden a soportar el papel de los sistemas silvopastoriles en relación con la conservación de la diversidad biológica y el bienestar de los productores en paisajes ganaderos del municipio Matiguás, en Nicaragua.

3.2 Materiales y métodos

3.2.1 Área de estudio

La investigación se realizó en fincas ganaderas de las comarcas Paiwas, Las Minitas y El Bijagual en la vertiente del Atlántico del municipio de Matiguás, departamento de Matagalpa (Nicaragua). La zona presenta una topografía con un rango entre los 224 y 500 msnm, se localiza entre las coordenadas 85º y 27° de latitud norte, 12º y 50º de longitud oeste (Pérez et ál. 2006, Nitlaplan-UCA 2006). Posee un régimen de lluvias anuales que varía entre 1200 y 1800 mm, con una distribución de mayo a noviembre y temperatura media anual que oscila entre 30 y 32 ^{o}C (Ruíz et ál. 2005). La zona de vida según la clasificación del mapa de ecosistemas de Nicaragua es bosque semideciduo (Meyrat 2000) y presenta características de una zona de vida Bosque Húmedo Tropical (Holdridge 1978).

El municipio de Matiguás tiene una extensión de 1335 km^2 (Pérez et ál. 2006), se compone de una población de 41.127 habitantes, de los cuales 8.967 conforman el sector

urbano y 32.220 integran el sector rural, presentándose una densidad poblacional aproximada de 31 habitantes por km^2 (INEC 2005). El principal uso del suelo en Matiguás corresponde a la ganadería doble propósito con pastoreo extensivo (Betancourt et ál. 2003). Se caracteriza por encontrarse dominado por una matriz de pasturas abiertas que cubren el 56% del municipio, con 15% de pasturas arboladas, 11% de fragmentos de bosques, 7% de charrales, 3% de corredores ribereños, 2% de cercas vivas y 6% con otros usos de suelo (Useche 2006). La diversidad florística registrada es de 180 especies arbóreas en el paisaje, lo que representa el 37% de las especies conocidas para el norte y litoral atlántico, predominando especies generalistas de áreas abiertas o perturbadas (Sánchez-Merlos et ál. 2005).

3.2.1.1 Usos de suelo estudiados

Se estudiaron los usos de suelo de mayor implementación y representatividad en la zona, como también coberturas que pueden afectar la biodiversidad: pasturas con alta densidad de árboles (PADA), pasturas con baja densidad de árboles (PBDA), quebradas con bosque ribereño (BR) y quebradas sin bosque ribereño (SBR). Se combinaron entre ellos para formar los hábitat a muestrear (BR+PADA, n=6; BR+PBDA, n=3; SBR+PADA, n=3 y SBR+PBDA, n=3). Se identificaron ocho quebradas ubicadas en las microcuencas del Río Paiwitas y la cuenca del río Bul Bul, cuatro presentaron un flujo de agua permanente en época de verano, las restantes fueron quebradas intermitentes[2]. En total se tomaron 15 parcelas de 50 m de ancho por 50 m de largo (2500 m^2), ubicadas en forma perpendicular a la quebrada. Las parcelas se conformaron de cuatro transectos fijos de 50 m de largo y 4 m de ancho, el primer transecto fue sobre la quebrada y a 5 m del borde, los restantes se demarcaron paralelamente al cuerpo de agua, separados 10 m, 20 m y 40 m de la misma. Los sitios de muestreo (hábitat) fueron seleccionados teniendo en cuenta características como dosel, porcentaje de hojarasca, pendiente, densidad total y aparente, DAP y área basal (Cuadro 1).

3.2.2 Muestreo de los reptiles y anfibios

Para la obtención de los ejemplares de anfibios y reptiles se combinaron estrategias de muestreo (Arroyo et ál. 2003, Gutiérrez-Lamus et ál. 2004, Heyer et ál. 1994, Olney 2004, Rocha et ál. 2004,). Se aplicaron dos técnicas, el muestreo por transectos y la utilización de trampas de cobertura por parcela (Heyer at ál. 1994). Los transectos permitieron conocer la

[2] Quebradas que se secan en el verano.

composición y abundancia relativa de las especies en las diferentes coberturas estudiadas (Gutiérrez-Lamus et ál. 2004).

En cada transecto dos personas con un periodo de tiempo aproximado de dos horas parcela^{-1} persona^{-1}, en dos jornadas diarias, mañana (6:30 en adelante) y noche (18:30 en delante), sin repetir más de una jornada de muestreo y sin superar la distancia en cada transecto por día, recorrieron y buscaron de forma manual y activamente, con ayuda de ganchos herpetológicos, individuos que habitan sobre la vegetación, entre la hojarasca, alrededor de rocas, en cavidades y en la vegetación circundante hasta 2 m de altura desde el suelo. Se tuvo en cuenta que los muestreos fueran realizados por las mismas personas ya que el método de búsqueda está influenciado por la imagen de búsqueda del investigador (Urbina-Cardona y Londoño 2003). Además que no existieran grandes diferencias en las condiciones climáticas al momento del muestreo, ya que se podría dificultar las comparaciones (García-R et ál. 2005). El muestreo se realizó en los meses de abril a agosto, con una repetición cada mes, cubriendo el gradiente entre época seca hasta la época lluviosa.

La segunda estrategia de muestreo, consistió en trampas de cobertura diseñadas con láminas de playcem de 1.1 cm de espesor; cada trampa fue una lámina de 60 cm de ancho por 60 cm de largo (3600 cm^2). Se distribuyeron 12 láminas por parcela, ubicando tres láminas en distancias fijas a lo largo del transecto, en total se distribuyeron 180 láminas que cubrieron un área de 64.8 m^2 de suelo.

Cuadro 1. Variables ambientales a lo largo de 30000 m^2 de transectos en paisajes ganaderos del municipio de Matiguás, Nicaragua.

Variables	BR+PADA[1] (n=24)		BR+PBDA[2] (n=12)		SBR+PADA[3] (n=12)		SBR+PBDA[4] (n=12)		t-Test	p
	Media	D.E.	Media	D.E.	Media	D.E.	Media	D.E.		
Pendiente (%)	2.51	± 1.30	1.75	± 1.82	3.13	±1.61	1.44	± 0.94	5.80	0.0102
Hojarasca (%)	42.10	± 20.97	38.6	±20.7	46.6	± 22.89	22.64	± 10.01	7.19	0.0055
Cobertura dosel (%)	78.93	± 16.40	43.18	±27.82	66.33	± 17.29	30.72	± 23.26	5.02	0.0152
Densidad total	6.04	± 4.30	2.08	±3.23	3.25	± 2.42	0.25	± 0.60	2.39	0.0964
Densidad aparente	3.96	± 3.31	2.08	±3.23	2.33	± 1.87	0.25	± 0.60	2.84	0.0658
DAP	21.70	± 10.61	10.80	± 12.76	21.83	± 16.25	8.21	± 20.77	4.22	0.0230
Área basal	2202.36	±1778.20	11077.70	±1690.90	2333.75	± 4594.62	601.22	± 1137.59	3.66	0.0353

El valor de la media fue obtenido de los transectos en cada hábitat.
[1]Bosque ribereño-pasturas con alta densidad de árboles, [2] bosque ribereño-pasturas con baja densidad de árboles, [3] sin bosque ribereño-pasturas con alta densidad de árboles, [4] sin bosque ribereño-pasturas con baja densidad de árboles.

3.2.3 Determinación de especies

Los organismos fueron determinados en campo hasta especie utilizando la clave de Kőlher (2003b). Algunos ejemplares fueron temporalmente colectados y determinados utilizando las claves taxonómicas o registros para la zona (Ruíz 1996, Kőlher 1998, Savage 2002, Kőlher 2003a, Ruíz y Buitrago 2003). Los ejemplares (n = 3) que no pudieron ser determinados en campo fueron sacrificados, preservados y preparados según los métodos indicados por Heyer et ál. (1994) para su posterior identificación por el herpetologo Dr. Gustavo Adolfo Ruíz de la Universidad Autónoma de Nicaragua en Managua. Los restantes individuos fueron liberados a una distancia considerable del sitio de observación, inmediatamente después de ser registrados, esto con el fin de evitar recapturas y posibles sesgos al momento de analizar los datos. Un individuo de cada especie registrada se introdujo en una bolsa de tela rotulada para su posterior registro fotográfico.

3.2.4 Variables del microhábitat

Todos aquellos especímenes avistados en los transectos y capturados en las trampas de cada hábitat, se registraron en fichas de campo (Anexo 1 y Anexo 2) adicional a datos estandarizados sugeridos para la caracterización del microhabitat, como la altura de posición vertical o el estrato de percha (García-R et ál. 2005). También se registraron la actividad [llamado (LL), en amplexus (AMP), reposo (RP), saltando (SL), nadando (NAD), durmiendo (DOR), movimiento (MV), cortejo (COR)]; sustrato sobre el cual se encuentró [hoja (H), hojarasca (HOJ), roca (RC), rama (RM), fuste (F), tronco seco (TS), suelo (S), pasto (P), agua (AG), raíz (R), grieta (GR), trampa (TP)]; el estado de desarrollo (adulto o juvenil), así como la georreferenciación de los transectos. La medición de algunas de estas variables fue específica para la estrategia de muestreo en transectos y no aplica para los especímenes capturados en trampas.

3.2.5 Variables del hábitat

En cada transecto se ubicaron 5 puntos de evaluación, separados 10 m entre cada uno y a 5 m del borde. Para cada punto se midieron el porcentaje de hojarasca en el suelo (se utilizó un marco metálico de 0.25 m^2), la cobertura arbórea (se estimó con la ayuda de un densiómetro esférico cóncavo realizando cuatro lecturas dirigidas hacia los puntos

cardinales), el porcentaje de pendiente (se calculó con un clinómetro) y la estructura vertical del bosque; en esta última variable se utilizó la metodología reportada en la Guía para el Monitoreo Ecológico del Manejo Forestal en el Trópico Húmedo (WWF 2004). Los árboles con un diámetro a la altura del pecho (DAP) mayor a 10 cm localizados a lo largo de los transectos fueron medidos y su área basal calculada. En cada transecto se trabajó con un promedio de las lecturas por punto y a su vez los valores se estimaron a nivel de hábitat.

Adicionalmente, se tomó información general de la zona de estudio como precipitación (mm), humedad relativa (%), temperatura (^{o}C), altitud (msnm) y aspectos generales del uso de suelo en las fincas ganaderas. La temperatura del aire y la humedad relativa se registraron con un higrotermómetro digital a una altura de 150 cm del suelo (García-R et ál. 2005), al inicio y finalización de cada jornada de muestreo de los hábitat. Además, cada vez que se revisaron las trampas de cobertura, se tomó la temperatura y la humedad relativa interna y externa. En las mediciones externas se colocó el higrotermómetro a una altura de 150 cm desde la trampa. En las mediciones internas, se levantó muy ligeramente la lámina y se colocó en el centro el higrotermómetro. En ambos casos se dejó 30 segundos en reposo antes de tomar la medición.

3.2.6 Muestreo de la calidad de agua y macroinvertebrados

De las ocho quebradas seleccionadas para el presente estudio, se excluyeron dos por no ser utilizadas durante los años 2005 y 2006 por el proyecto "Enfoques Silvopastoriles para el Manejo Integrado de Ecosistemas" (GEF-SSP)[3] para realizar análisis *in situ* de oxígeno disuelto (mg/l), potencial hidrógeno (pH), temperatura (ºC), conductividad eléctrica (ms/cm), velocidad del caudal y muestreo de organismos bentónicos. Además análisis físico-químicos, bacteriológicos, Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) (mg/l), Demanda Química de Oxígeno (DQO) (mg/l), dureza total (mg/l), coliformes fecales (NMP/100ml), fosfatos (mg/l), nitratos (mg/l) y porcentaje de sólidos sedimentables. Los datos obtenidos por el Proyecto para las seis quebradas restantes, fueron empleados para correlacionarlos con la riqueza, abundancia y diversidad de anfibios y reptiles presentes en las quebradas.

[3] Proyecto ejecutado por CATIE, CIPAV y NITLAPAN-UCA en Costa Rica, Colombia y Nicaragua respectivamente y financiado por el GEF y el Banco Mundial.

3.2.7 Análisis de los datos

Se calculó el número de especies esperadas en todos los hábitat estudiados empleando tres estimadores de riqueza no paramétricos (ICE, Chao2 y Bootstrap) y se realizaron curvas de rarefacción para comparar la riqueza entre hábitat estudiados con diferente esfuerzo de muestreo, generadas con el método de rarefacción basado en muestras del programa EstimateS versión 8 (Colwell 2006). Se realizaron curvas de acumulación con los valores obtenidos de los estimadores de riqueza y se graficaron los *singletons* (especies únicas) y los *doubletons* (especies duplicadas) para determinar si las especies raras se redujeron a medida que el esfuerzo de muestreo se intensificó.

Para deducir qué tan representativo es el muestreo de la herpetofauna en las condiciones del presente estudio, se determinó el porcentaje de especies observadas que fueron capturadas utilizando los valores máximos de riqueza estimada por los estimadores de riqueza (Soberón y Llorente 1993). La complementariedad entre los sitios se calculó de acuerdo a lo descrito por Colwell y Coddington (1994)[4], quienes plantean que los valores obtenidos varían desde cero, cuando ambos sitios son idénticos en composición de especies, hasta uno, cuando las especies de los sitios son completamente distintas.

Para comparar los patrones de abundancia y uniformidad de las especies entre hábitat se emplearon curvas de rango-abundancia y se determinó si la distribución del arreglo de las abundancias de las especies se ajustaba a alguno de los modelos paramétricos básicos de diversidad: geométrico, logarítmico o log-normal (Ludwing y Reynolds 1988). Por cada hábitat se graficaron las especies en una escala logarítmica contra el rango de la especie, desde la más a la menos abundante (Urbina-Cardona et ál. 2006).

Se calculó la abundancia, riqueza y diversidad de los reptiles y anfibios por hábitat y para homogenizar el esfuerzo de muestreo, estas variables se tomaron para cada transecto. Se utilizaron los índices ecológicos modificados por Ludwig y Reynolds (1988) de Shannon ($e^{H'}$), donde H' es el índice de Shannon. El índice modificado indica el número de especies *abundantes* en la muestra. También se usó una modificación del índice de Simpson ($1/\lambda$), donde λ es en índice de Simpson. La modificación expresa el número de especies *más abundantes* en la muestra. El número de especies e individuos y los valores de los índices

[4] $C_{AB}=U_{AB}\ S_{AB}^{-1}$, donde C_{AB} es la complementariedad de los sitios A y B. U_{AB} es el número de especies únicas (U) a cualquiera de los dos sitios, siendo U_{AB} = a+b-2c. S_{AB} es la riqueza total (S) para ambos sitios combinados, siendo S_{AB} = a + b – c, donde a es el número de especies del sitio A y b el número de especies del sitio B, y c el número de especies en común entre los sitios A y B.

para cada taxa fueron transformados a Rangos, se estimó la media y se realizaron análisis de varianza (ANDEVA) calculados para cada uno de los cuatro hábitat, distancias desde las fuentes de agua, época, para identificar las interacciones entre los tipos de bosques y pasturas. También, se realizaron pruebas de comparación de medias (LSD) de los tratamientos analizados con un nivel de significancia del 5% (α=0.05).

Para determinar si las variables ambientales se correlacionan se hizo una análisis de correlación de Person. Además, para determinar si las variables ambientales difieren entre los bosques se utilizó una prueba de Chi². Los análisis estadísticos se realizaron a través del programa estadístico InfoStat Versión2007p. (Infostat 2007).

3.3 Resultados

3.3.1 Aspectos generales

Con un esfuerzo de muestreo de 300 horas hombre^{-1} y 30000 metros lineales recorridos (120000 m^2), se capturaron y/o avistaron 582 individuos de 53 especies entre reptiles y anfibios. Correspondiendo 20 especies de anfibios, distribuidas en 6 familias y 10 géneros (55.8% de los individuos totales) y 33 especies de reptiles en 9 familias y 29 géneros (44.2% de los individuos totales) (Cuadro 2, Anexo 3). Adicionalmente, se registraron fuera de las jornadas de muestreo 11 especies en 6 familias (colectas generales, Anexo 4).

Cuadro 2. Número de especies e individuos registrados por familias de reptiles y anfibios encontrados en las jornadas de muestreo en fincas ganaderas en el Municipio de Matiguás, Matagalpa, Nicaragua

ORDEN **Familia**	**Especies (#)**	**Individuos (#)**	**Porcentaje (%)**
CAUDATA			
Plethodontidae	1	1	0.2
ANURA			
Bufonidae	3	84	14.4
Centrolenidae	1	25	4.3
Leptodactylidae	6	72	12.4
Hylidae	5	35	6.0
Ranidae	4	102	17.5
SAURIA			
Teiidae	2	24	4.1
Gekkonidae	3	23	4.0
Iguanidae	7	168	28.9
Scincidae	2	16	2.7
Elapidae	1	3	0.5
Boidae	1	1	0.2
Viperidae	1	1	0.2
Xanthusiidae	1	1	0.2
Colubridae	15	26	4.5
TOTAL	53	582	100

Las curvas de acumulación de especies de anfibios para la riqueza observada (Sobs) y los estimadores de riqueza (Chao2 y Bootstrap) no alcanzaron la asíntota, solo el estimador de ICE presentó dicho comportamiento (Figura 1). Las especies únicas (*singletons*) tienden a incrementar, mientras que las especies duplicadas (*doubletons*) disminuyen a medida que se acumula el esfuerzo de muestreo. Las especies únicas y duplicadas representan el 20% de los anfibios encontrados. Al comparar la riqueza observada con los estimadores de Bootstrap, Chao2 y ICE, se logró representar con el muestreo realizado el 92%, 91% y 88% de las especies respectivamente (Cuadro 3).

Para reptiles, las curvas de acumulación de la riqueza observada y el estimador de riqueza Bootstrap no alcanzaron la asíntota (Figura 1). El estimador Chao2 logró la asíntota más rápidamente que el ICE. Este último estimador tendió a sobreestimar la riqueza casi por el doble, sin embargo se representó el 60% de las especies. Para el número de especies estimadas con Boostrap y Chao2 se representaron el 85% y 77% de la riqueza. También se observó en la curva que las especies únicas (*singletons*) tienden a disminuir, mientras que las

especies duplicadas (*doubletons*) aumentan a medida que se acumula el esfuerzo de muestreo. Se representaron el 36% y 24% de los reptiles en *singletons* y *doubletons* respectivamente (Cuadro 3). En general para anfibios y reptiles los estimadores reflejaron una mayor riqueza que la observada.

Cuadro 3. Riqueza observada y estimada de anfibios y reptiles en quince parcelas del paisaje agrícola del municipio de Matiguás, Nicaragua.

Estimador	**Anfibios**		**Reptiles**	
	Riqueza máxima	***Completeness***	**Riqueza máxima**	***Completeness***
Riqueza	20		33	
ICE	23	88%	55	60%
Chao2	22	91%	43	77%
Bootstrap	22	92%	39	85%
Singletons	3		12	
Doubletons	1		8	

3.3.2 Composición de la herpetofauna entre hábitat

De las 20 especies de anfibios reportadas, 4 fueron exclusivas del hábitat bosque ribereño y pasturas con alta densidad de árboles y una de bosque ribereño-pasturas con baja densidad de árboles. Los hábitat sin bosque ribereño-pasturas con alta densidad de árboles y sin bosque ribereño-pasturas con baja densidad de árboles no presentaron especies exclusivas (Cuadro 4). En total 17 especies fueron encontradas en bosque ribereño-pasturas con alta densidad de árboles, 14 en bosque ribereño-pasturas con baja densidad de árboles, 11 en sin bosque ribereño-pasturas con alta densidad de árboles y 9 en sin bosque ribereño-pasturas con baja densidad de árboles (Cuadro 5). El mayor porcentaje de recambio (63%) se presentó entre los hábitat de bosque ribereño-pasturas con alta densidad de árboles y sin bosque ribereño-pasturas con baja densidad de árboles, mientras que este último se complementa en un 33% con sin bosque ribereño-pasturas con alta densidad de árboles (Cuadro 4).

En reptiles, de las 33 especies capturadas, 12 fueron exclusivas en bosque ribereño y pasturas con alta densidad de árboles, 3 en bosque ribereño-pasturas con baja densidad de árboles y 2 en sin bosque ribereño-pasturas con baja densidad de árboles (Cuadro 6). El hábitat de bosque ribereño y pasturas con alta densidad de árboles presentó 25 especies, 13 especies el bosque ribereño-pasturas con baja densidad de árboles y sin bosque ribereño-pasturas con alta densidad de árboles y 12 sin bosque ribereño-pasturas con baja densidad de

árboles (Cuadro 5). La complementariedad en reptiles es muy similar a la de anfibios; en un 77% hay recambio entre bosque ribereño-pasturas con alta densidad de árboles y sin bosque ribereño-pasturas con baja densidad de árboles. Los sitios de mayor complementariedad (44%) son sin bosque ribereño-pasturas con alta densidad de árboles y sin bosque ribereño-pasturas con baja densidad de árboles (Cuadro 6).

Cuadro 4. Especies de anfibios únicas, compartidas y complementariedad entre cuatro hábitat en fincas ganaderas del municipio de Matiguás, Nicaragua.

Riqueza de anfibios	**BR+PADA[1]**	**BR+PBDA[2]**	**SBR+PADA[3]**	**SBR+PBDA[4]**
BR+PADA	4	**11**	**9**	**7**
BR+PBDA	*0.45*	1	**9**	**8**
SBR+PADA	*0.53*	*0.44*	0	**8**
SBR+PBDA	*0.63*	*0.47*	*0.33*	0

La diagonal en negrilla representa el número de especies únicas. El número de especies compartidas entre los hábitat se ubican en la parte superior derecha de la diagonal. Los valores en cursiva en la parte inferior izquierda de la diagonal corresponden a la complementariedad (El valor de 0 indica que ambos sitios son idénticos y 1, las especies en los dos sitios son diferentes). [1]Bosque ribereño-pasturas con alta densidad de árboles, [2]bosque ribereño-pasturas con baja densidad de árboles, [3]sin bosque ribereño-pasturas con alta densidad de árboles, [4]sin bosque ribereño-pasturas con baja densidad de árboles.

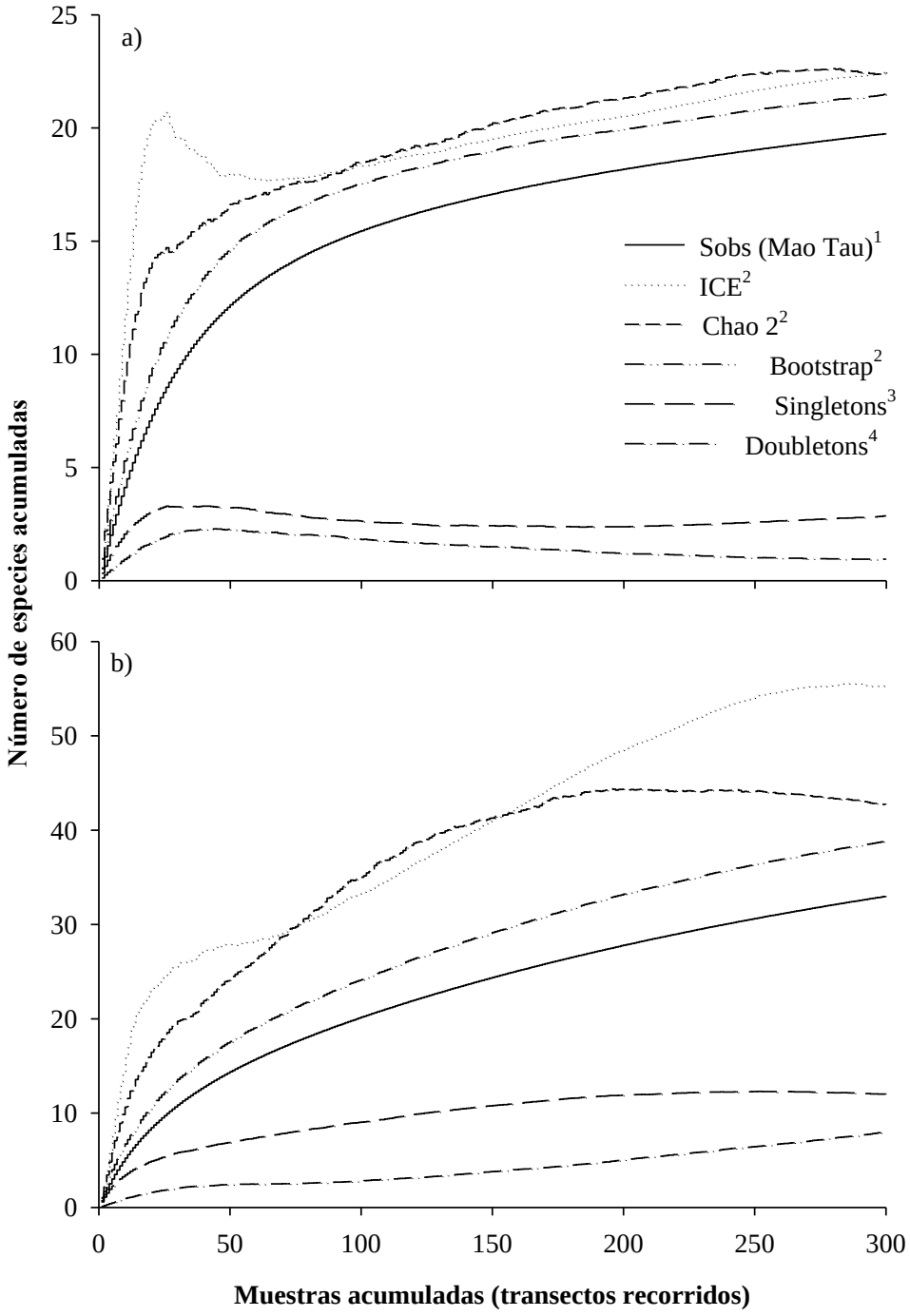


Figura 1. Curvas de acumulación de especies en quince parcelas del paisaje agrícola del municipio de Matiguás, Nicaragua. a) anfibios, b) reptiles. [1]Número de especies observadas de Mao Tau, [2]estimadores de riqueza no paramétricos, [3]especies únicas, [4]especies duplicadas.

Cuadro 5. Distribución de anfibios y reptiles en quebradas con bosques ribereños y sin bosque ribereño, pasturas con alta densidad y baja densidad de árboles en paisajes ganaderos de Matiguás, Nicaragua.

	Hábitat				Todos los hábitat
	BR+PADA[1] (n=6)	**BR+PBDA[2] (n=3)**	**SBR+PADA[3] (n=3)**	**SBR+PBDA[4] (n=3)**	
Anfibios					
Riqueza	17	14	11	9	20
S_{obs} SD (Mao Tau)[5]	±1.85	±2.26	±2.95	±2.25	±1.44
Abundancia	117	48	95	59	319
Reptiles					
Riqueza	25	13	13	12	33
S_{obs} SD (Mao Tau)	±3.04	±2.91	±2.89	±2.82	±3.09
Abundancia	126	37	67	33	263
Total					
Riqueza	42	27	24	21	53
S_{obs} SD (Mao Tau)	±3.55	±3.81	±3.95	±3.61	±3.43
Abundancia	243	85	162	92	582

[1]Bosque ribereño y pasturas con alta densidad de árboles, [2]bosque ribereño y pasturas con baja densidad de árboles, [3]sin bosque ribereño y pasturas con alta densidad de árboles, [4]sin bosque ribereño y pasturas con baja densidad de árboles, [5]desviación estándar de la riqueza esperada de Mao Tau.

Cuadro 6. Especies de reptiles únicas, compartidas y complementariedad entre cuatro hábitat en fincas ganaderas del municipio de Matiguás, Nicaragua.

Riqueza de reptiles	**BR+PADA[1]**	**BR+PBDA[2]**	**SBR+PADA[3]**	**SBR+PBDA[4]**
BR+PADA	12	**9**	**10**	**7**
BR+PBDA	*0.69*	3	**8**	**7**
SBR+PADA	*0.64*	*0.56*	0	**9**
SBR+PBDA	*0.77*	*0.61*	*0.44*	2

La diagonal en negrilla representa el número de especies únicas. El número de especies compartidas entre los hábitat se ubican en la parte superior derecha de la diagonal. Los valores en cursiva en la parte inferior izquierda de la diagonal corresponden a la complementariedad (rango de 0, ambos sitios son idénticos, a 1 cuando las especies en los dos sitios son diferentes). [1]Bosque ribereño-pasturas con alta densidad de árboles, [2]bosque ribereño-pasturas con baja densidad de árboles, [3]sin bosque ribereño-pasturas con alta densidad de árboles, [4]sin bosque ribereño-pasturas con baja densidad de árboles.

Para anfibios, las curvas de rarefacción indican que al muestrear aproximadamente 48 individuos, la riqueza de especies del bosque ribereño-pasturas con baja densidad de árboles es significativamente mayor a los hábitat sin bosque ribereño con pasturas de alta y baja

densidad, y mayor que el bosque ribereño y pasturas con alta densidad de árboles. Los hábitat sin bosque ribereño y pasturas con alta y baja densidad presentaron entre ellos una riqueza similar, sin embargo después de 50 individuos acumulados se observa que el hábitat sin bosque ribereño y pasturas con baja densidad de árboles alcanza la asíntota y su riqueza tiende a ser menor que los demás hábitat, indicando un cambio en el ensamblaje (Figura 2a).

Para reptiles, el análisis de rarefacción mostró que con 33 individuos muestreados no hay diferencias en la riqueza de los hábitat estudiados, no obstante se observa que la riqueza de especies del hábitat sin bosque ribereño y pastura con alta densidad de árboles es un poco menor y la pendiente de la curva tiende a disminuir a medida que aumentan los individuos muestreados. Lo contrario ocurre con el bosque ribereño y pasturas con alta densidad que a medida que aumentan los individuos acumulados (n=67) su riqueza es mayor que el hábitat sin bosque ribereño y pasturas con baja densidad de árboles (Figura 2b).

En anfibios, las pendientes de las curvas de rango abundancia (Figura 3a) son similares entre los hábitat bosque ribereño-pasturas con alta densidad de árboles y bosque ribereño-pasturas con baja densidad de árboles, comportamiento similar se presenta en los hábitat de sin bosque ribereño-pasturas con alta densidad de árboles y sin bosque ribereño-pasturas de baja densidad de árboles, reflejando un menor número de especies raras en los dos últimos hábitat. El patrón de distribución de la abundancia y el orden jerárquico de las especies se asemeja a un modelo de distribución de log-normal en los cuatro hábitat (Ludwing y Reynolds 1988). En el bosque ribereño-pasturas con alta densidad de árboles las especies más abundantes corresponden a *Hyalinobatrachium fleischmanni*, seguido de *Agalychnis callidryas* y *Bufo marinus.* Las especies comunes entre los hábitat fueron *B. marinus, Bufo valliceps, Leptodactylus melanonotus, Rana forreri y Rana vaillanti*, variando su ubicación jerárquica (rango abundancia, Figura 3a).

En la curva de rango abundancia para reptiles (Figura 3b) la pendiente es similar entre el bosque ribereño- pasturas con alta densidad de árboles y bosque ribereño-pastura con baja densidad de árboles y el mismo patrón jerárquico para las tres especies más abundantes (*Norops cupreus, Norops limifrons y Norops sericues*). En general las curvas de rango abundancia presentaron un modelo log-normal (Ludwing y Reynolds 1988), que indica la existencia de más especies raras y menor cantidad de las especies abundantes. El bosque ribereño-pastura con alta densidad de árboles mostró el mayor número de especies raras, principalmente de la familia Colubridae.

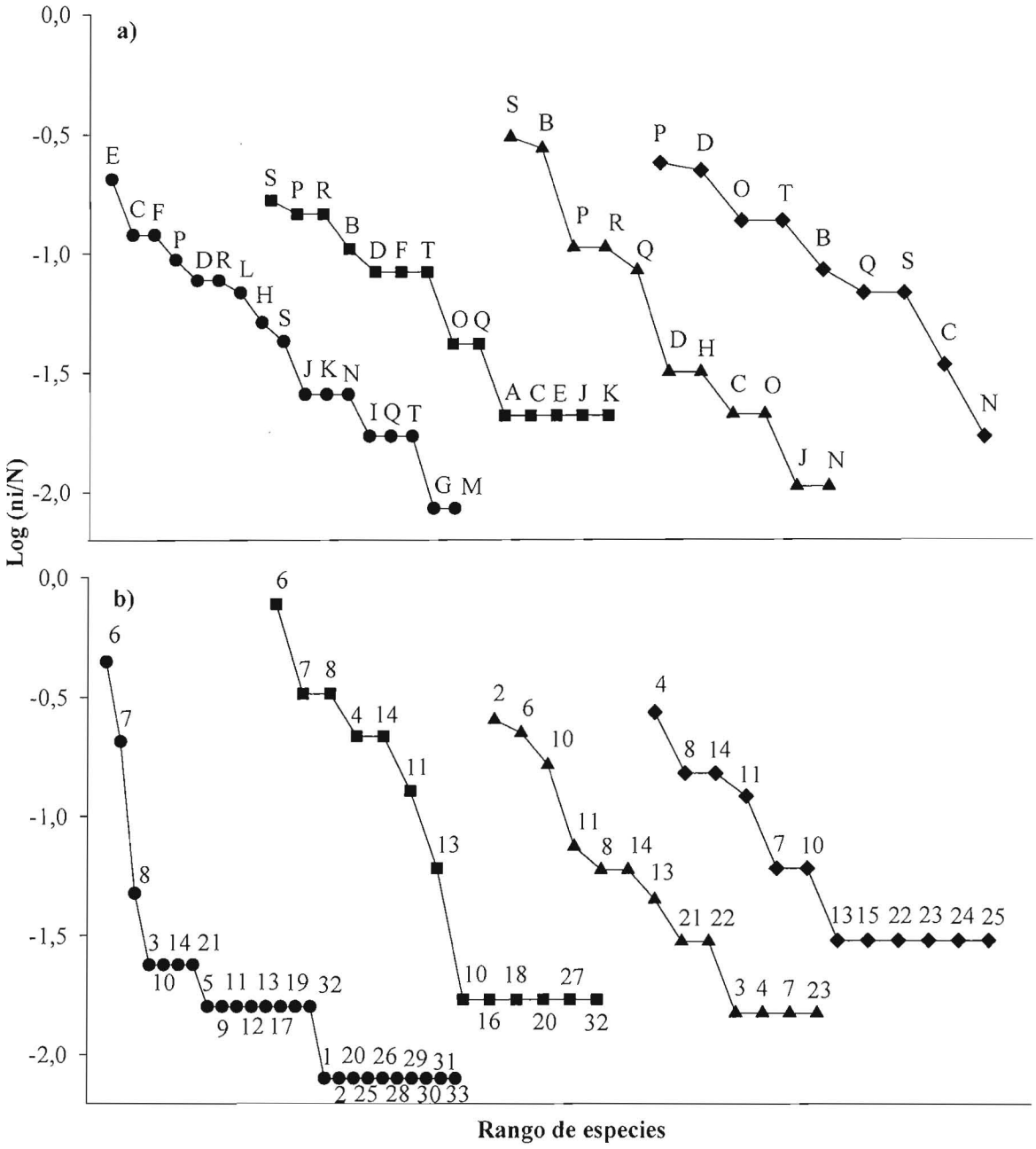


Figura 3. Curvas de rango-abundancia para el ensamblaje de anfibios (a) y reptiles (b) en los hábitat (●) bosque ribereño y pasturas con alta densidad de árboles, (■) bosque ribereño y pasturas con baja densidad de árboles, (▲) sin bosque ribereño y pasturas con alta densidad de árboles, (♦) sin bosque ribereño y pasturas con baja densidad de árboles en el municipio de Matiguás, Nicaragua. Los códigos de las especies se indican en el Anexo 1. Por cada hábitat la abundancia relativa de cada especie (ni/N) fue graficada contra el rango de especies ordenado desde el más al menos abundante.

En anfibios, la riqueza media (Figura 4a) no presentó diferencias significativas en el tipo de bosque (p=0.7756) y pastura (p=0.1348). Sin embargo, el bosque ribereño-pasturas

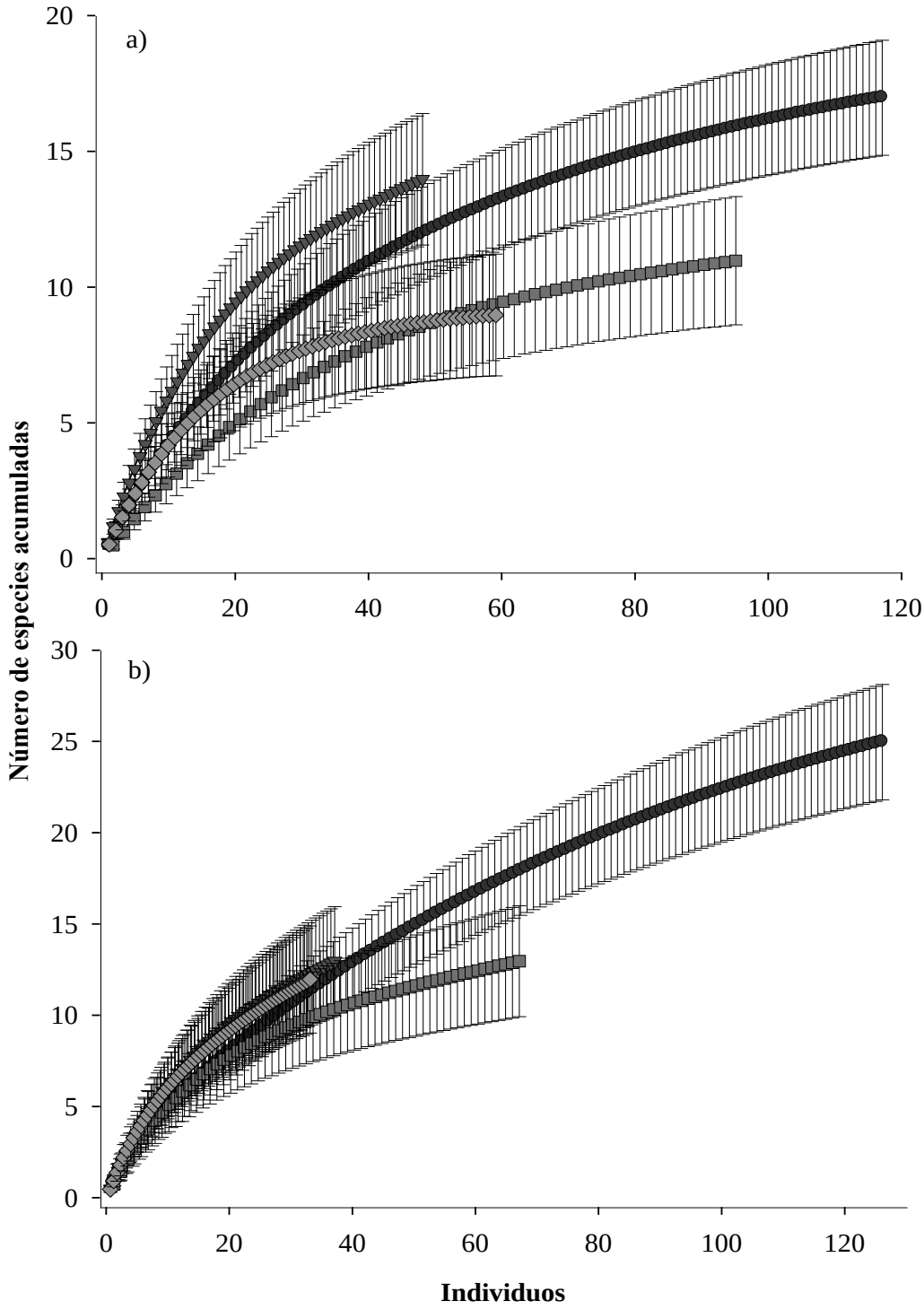


Figura 2. Curva de acumulación de especies basada en rarefacción de la riqueza observada con intervalos de confianza para los hábitat [1]bosque ribereño-pasturas con alta densidad de árboles(●), [2]bosque ribereño-pasturas con baja densidad de árboles(▼), [3]sin bosque ribereño-pasturas con alta densidad de árboles(■), [4]sin bosque ribereño-pasturas con baja densidad de árboles(♦) en el municipio de Matiguás, Nicaragua. a) anfibios y b) reptiles.

con baja densidad de árboles la riqueza (0.62 ± 0.11) presenta una tendencia mayor que en el hábitat bosque ribereño-pastura con alta densidad de árboles (0.49 ± 0.10). Para la abundancia media (Figura 4b) el mayor valor se presentó en el hábitat sin bosque ribereño-pastura con alta densidad de árboles (1.58 ± 0.54) y el menos abundante fue el bosque ribereño-pastura con baja densidad de árboles (0.80±0.17). La abundancia fue similar en el bosque (p=0.8013) y pastura (p=0.2198). La interacción fue nula entre el tipo de bosque y pastura para la riqueza (p=0.5170) y la abundancia (p=0.4932).

En reptiles, se encontraron diferencias en la riqueza (Figura 4a) para el tipo de pastura (p=0.0421), lo contrario sucede en el bosque (p=0.3139). La mayor riqueza se presentó en los hábitat de bosque ribereño-pasturas con alta densidad de árboles (0.85±0.08) y sin bosque ribereño-pasturas con alta densidad de árboles (0.77±0.13). La abundancia (Figura 4b) difiere según el tipo de pastura (p=0.0294), pero no en el tipo de bosque (p= 0.3388). Los hábitat sin bosque ribereño-pasturas con alta densidad de árboles y bosque ribereño-pasturas con alta densidad de árboles representaron la mayor abundancia (1.12±0.22 y 1.05±0.11 respectivamente), el hábitat sin bosque ribereño-pasturas con baja densidad de árboles fue el menos abundante (0.53±0.12). No se presentaron interacciones entre los hábitat para la riqueza (p=0.8511) y la abundancia (p=0.8511).

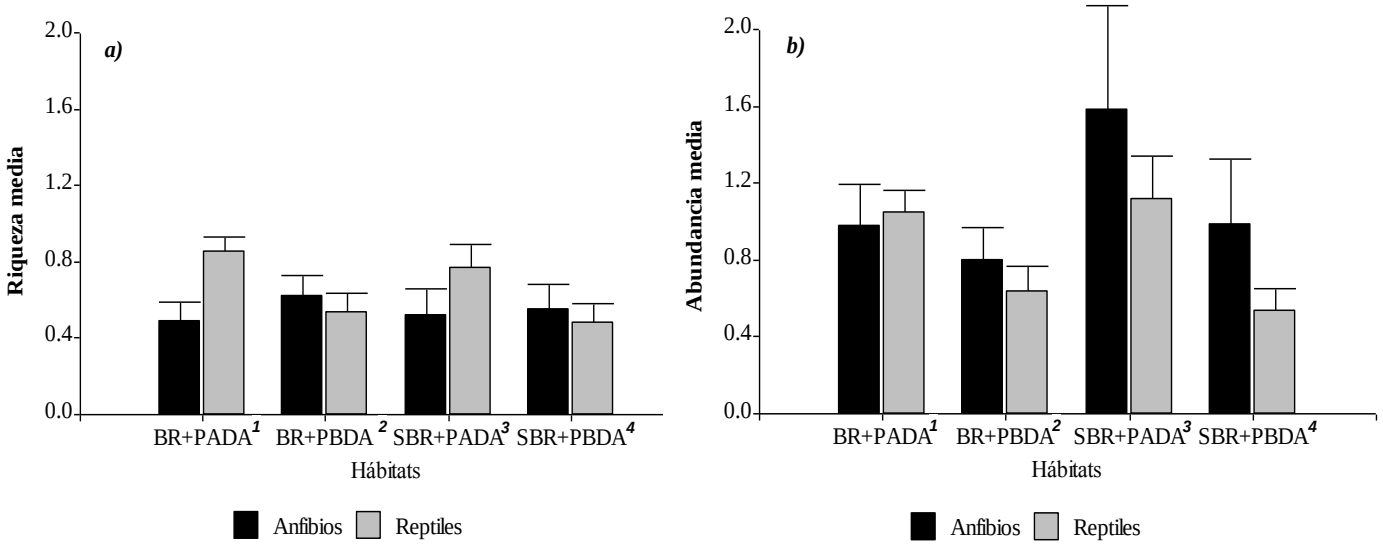


Figura 4. Comparación de las medias (±EE) de la riqueza (a) y abundancia (b) de especies de reptiles y anfibios de cada hábitat estudiado [1]bosque ribereño-pasturas con alta densidad de árboles, [2]bosque ribereño-pasturas con baja densidad de árboles, [3]sin bosque ribereño-pasturas con alta densidad de árboles, [4]sin bosque ribereño-pasturas con baja densidad de árboles en el municipio de Matiguás, Nicaragua.

En anfibios, el índice de Simpson (Figura 5a) no presentó diferencias entre el tipo de bosque (p=0.7744) y la pastura (p=0.1251). Sin embargo, el bosque ribereño-pastura con baja densidad de árboles (0.58±0.10) tendencia fue mayor que el hábitat sin bosque ribereño-pasturas con baja densidad (0.50±0.11), seguido del bosque ribereño-pastura con alta densidad de árboles (0.44±0.08) y sin bosque ribereño-pasturas con alta densidad de árboles (0.42±0.10). Igual comportamiento presentó el índice de Shannon (Figura 5b) donde el máximo valor fue para el bosque ribereño-pastura con baja densidad de árboles (0.60±0.11) y el más bajo en sin bosque ribereño-pasturas con alta densidad de árboles (0.48±0.09). No se encontraron diferencias entre el tipo de bosque (p=0.7153) y pasturas (p=0.1344). Para los índices de Simpson (p=0.5397) y Shannon (p=0.5596) no se presentaron interacciones entre los hábitat.

En reptiles, el índice de Simpson (Figura 5a) fue mayor en los hábitat de bosque ribereño-pasturas con alta densidad de árboles (0.82±0.08) y sin bosque ribereño pasturas con alta densidad de árboles (0.71±0.11) que en los hábitat de bosque ribereño-pasturas con baja densidad de árboles (0.51±0.09) y sin bosque ribereño-pasturas con baja densidad de árboles (0.48±0.09), mostrando diferencias significativas entre el tipo de pasturas (p=0.0443). El índice de Shannon (Figura 5b) presentó diferencias entre el tipo de pastura (p=0.0426). Los hábitat de bosque ribereño-pasturas con alta densidad de árboles y sin bosque ribereño-pasturas con alta densidad de árboles presentaron los valores más altos (0.83±0.08 y 0.73±0.12 respectivamente). No se encontró interacción entre el bosque y la pastura en los índices de Simpson (p=0.7525) y Shannon (p=0.7986).

3.3.3 Distribución vertical, sustrato y actividad utilizados por la herpetofauna

En anfibios, el 83% de los individuos y el 90% de las especies se distribuyeron en los primeros 20 cm de altura, de ahí en adelante disminuyeron la abundancia y la riqueza (Figura 6a,b). Además, se encontraron principalmente en el suelo (41%), hojas (14%), agua (14%) y hojarasca (13%), el restante 18% se localizó en pasto, ramas, troncos secos y trampas de cobertura. Las actividades más frecuentes al momento de la captura o avistamiento fueron el reposo (58%), saltando (16%) y llamado (12%). Actividades como movimiento, nadado, amplexos y dormida agruparon el 14% de los individuos.

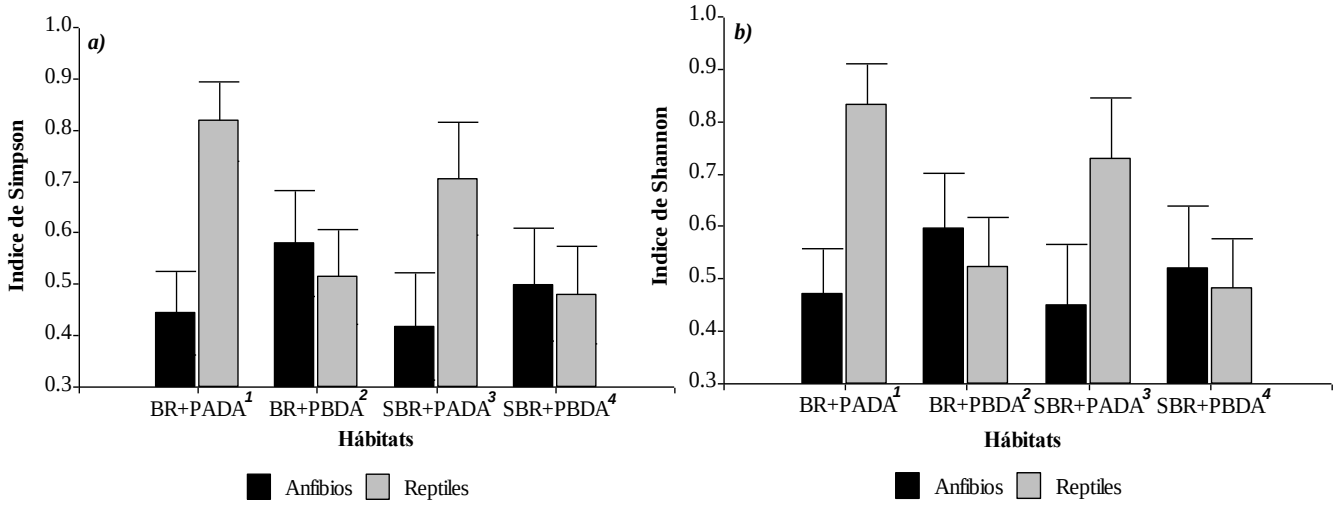


Figura 5. Comparación de las medias (±EE) del índice de Simpson (a) y Shannon (b) de cada hábitat estudiado [1]bosque ribereño-pasturas con alta densidad de árboles, [2]bosque ribereño-pasturas con baja densidad de árboles, [3]sin bosque ribereño-pasturas con alta densidad de árboles, [4]sin bosque ribereño-pasturas con baja densidad de árboles en el municipio de Matiguás, Nicaragua

En reptiles, el 56% de los individuos y el 85% de las especies se localizaron hasta los 20 cm de altura. Las observaciones fueron menores para alturas siguientes (Figura 6a,b). Los individuos se ubicaron principalmente en el fuste (19%), ramas (18%) y hojarasca (17%). En sustratos como el suelo, troncos secos, rocas, hojas, pasto, raíz y trampas de cobertura se agruparon el 46%. Las actividades asociadas a este grupo fueron el movimiento (51%), reposo (33%), dormidos (15%) y en cortejo (1%).

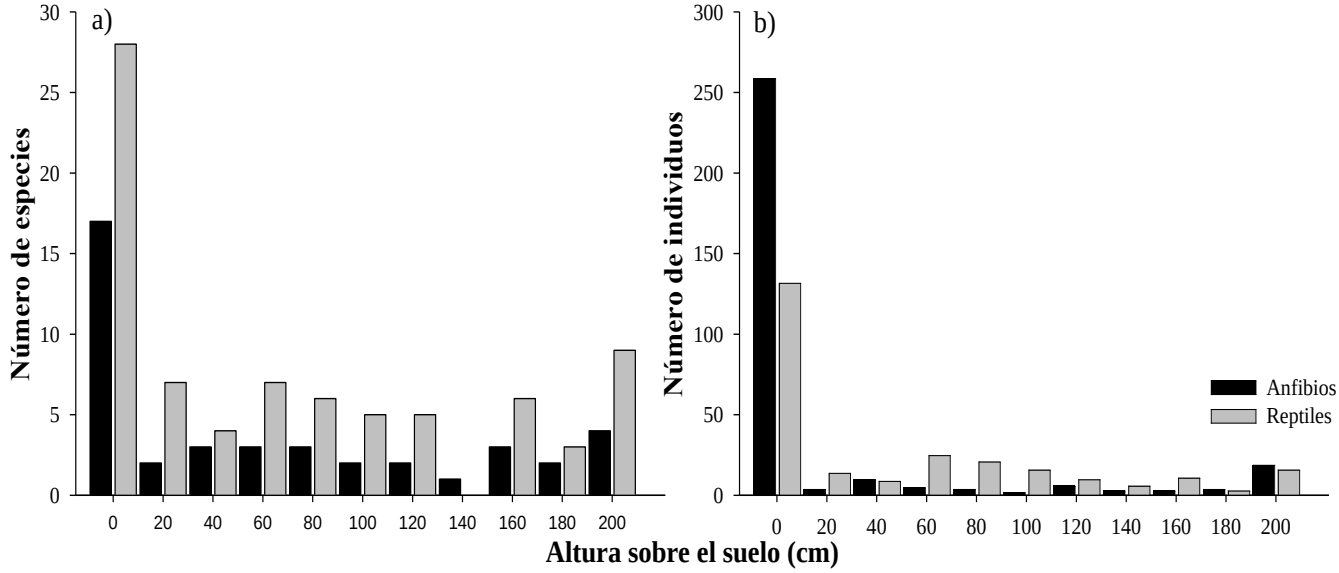


Figura 6. Distribución vertical de las capturas de las especies (a) e individuos (b) de anfibios y reptiles en 15 hábitat de fincas ganaderas del municipio de Matiguás, Nicaragua.

3.3.4 Distribución de anfibios y reptiles desde la fuente de agua hacia la pastura

La abundancia y riqueza en reptiles y anfibios es altamente significativa para la distancia desde la quebrada ($p<0.0001$). Se encontró que los transectos ubicados sobre el margen de la quebrada (distancia 0) presentan la mayor abundancia de herpetos. El número de individuos disminuye a medida que aumenta la distancia desde la fuente de agua (10 m, 20 y 40 m). La abundancia de anfibios (3.44±0.53) fue mayor que la de reptiles (1.72±0.19) sobre la quebrada, sin embargo se observa que en las distancias de 10 m y 20 m, es superior la abundancia de reptiles, siendo iguales a 40 m desde la fuente de agua. La riqueza de anfibios en la distancia 0, la tendencia fue mayor que en reptiles (1.55±0.17 y 1.29±0.12 respectivamente). No obstante, a partir de la distancia de 10 m el número de especies en reptiles fue superior al de anfibios, llegando a ser casi iguales a los 40 m (Figura 7).

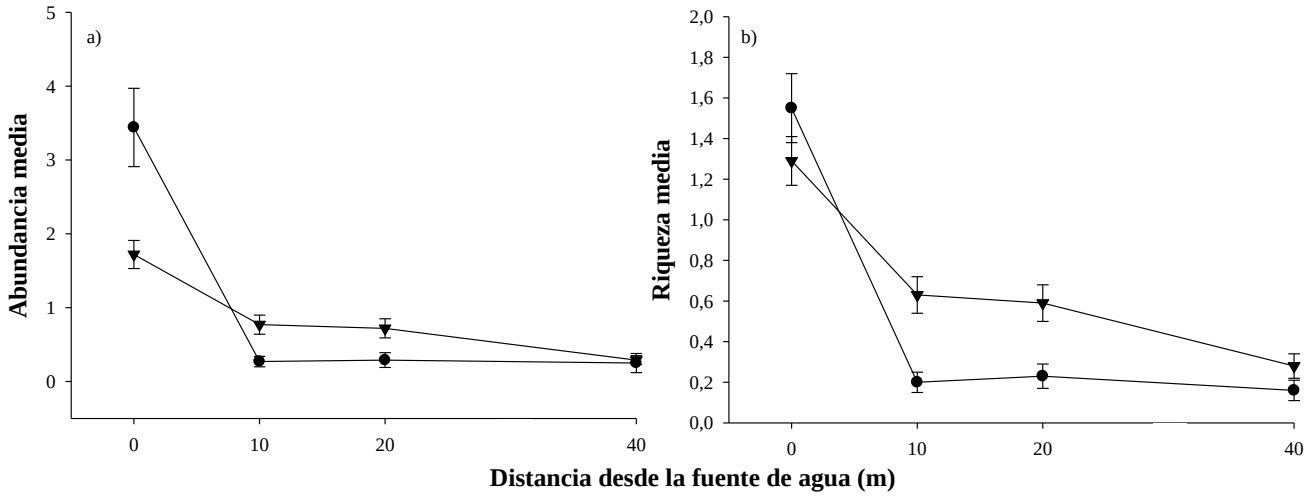


Figura 7. Medias (±EE) de la abundancia (a) y la riqueza (a) en anfibios (●) y reptiles (▼) en cuatro transectos ubicados desde la fuente de agua en fincas ganaderas del municipio de Matiguás, Nicaragua.

Se encontraron anfibios hasta los 40 m de distancia desde las quebradas. El hábitat sin bosque ribereño-pasturas con alta densidad de árboles presentó la mayor riqueza (1.73±0.42) y abundancia (5.87±1.79) en la distancia 0 y disminuyendo considerablemente a los 10 m (0.47±0.19 y 0.33±0.13, respectivamente), a partir de esta distancia no se encontraron anfibios para el hábitat. En el bosque ribereño-pasturas con alta densidad de árboles la riqueza y abundancia tiende a aumentar a medida que se incrementa la distancia desde la fuente de

agua. En los hábitat de pasturas con baja densidad de árboles, a 20 m la riqueza fue un poco mayor que en los hábitat de pasturas de alta densidad de árboles (Figura 8 a,b).

En reptiles, el bosque ribereño-pasturas con alta densidad de árboles a la distancia 0 presentó la mayor la riqueza (1.6±0.16) y abundancia (2.20±0.26). Sin embargo el hábitat sin bosque ribereño-pasturas con alta densidad de árboles presentó el segundo valor de abundancia (1.47±0.62), siendo constante hasta a los 10 m (1.27±0.49) y 20 m (1.20±0.37) desde la fuente de agua. En todos los hábitat la riqueza y la abundancia fueron menores a los 40 m (Figura 8 a,b).

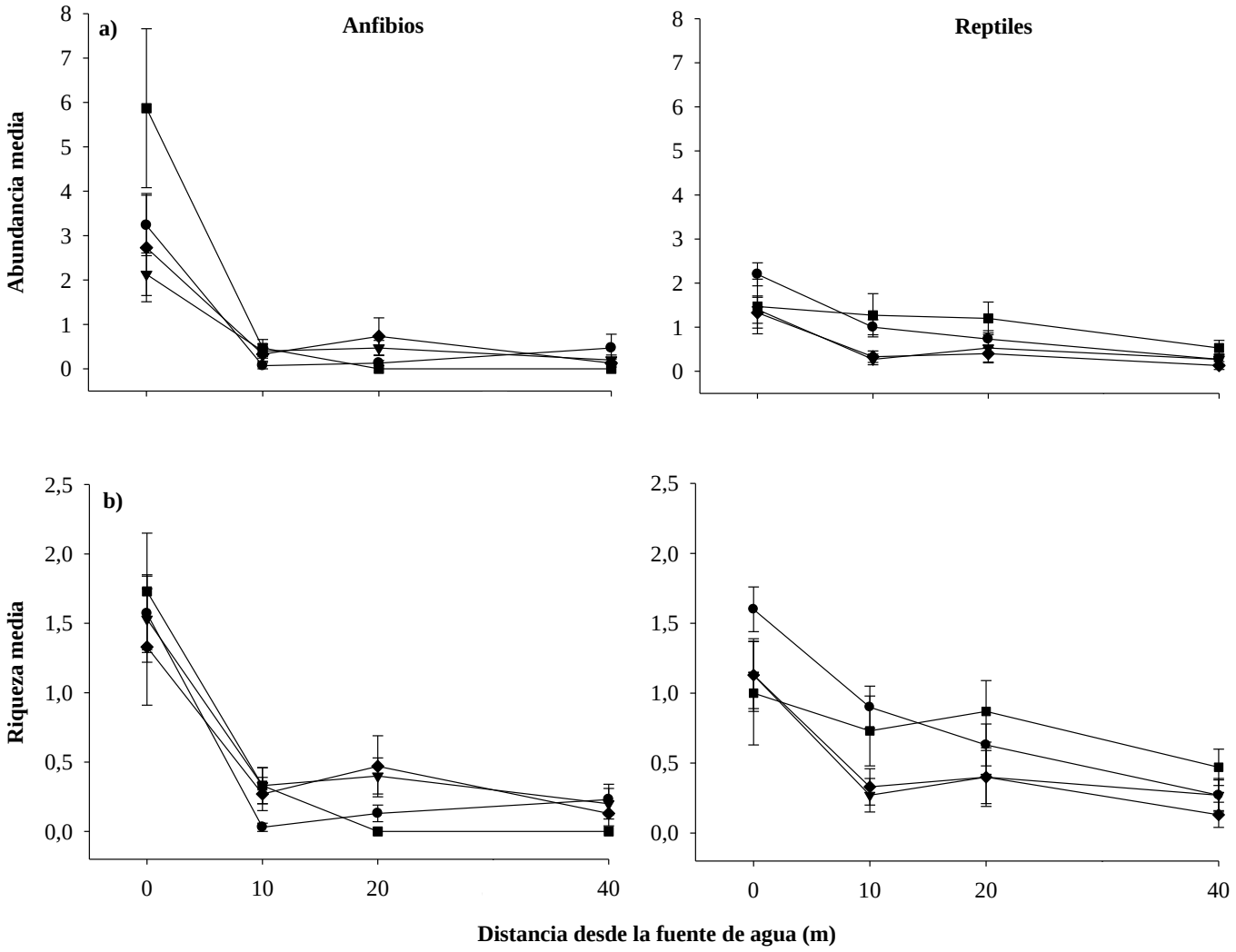


Figura 8. Distribución de las medias (±) de la abundancia (a) y la riqueza (b) desde las fuente de agua (quebrada) hacia la pastura en los hábitat en fincas ganaderas del municipio de Matiguás, Nicaragua. Bosque ribereño-pasturas con alta densidad de árboles (●), bosque ribereño-pasturas con baja densidad de árboles (▲), sin bosque ribereño-pasturas con alta densidad de árboles (■), sin bosque ribereño y pasturas con baja densidad de árboles (♦).

3.3.5 Eficacia de las trampas de cobertura

Las trampas de cobertura permitieron capturar 32 individuos correspondiendo al 5.5% del total de anfibios y reptiles reportados durante el estudio. En anfibios las trampas capturaron el 2.5% de los individuos, representados en tres especies (*Leptodactylus labialis, Bufo marinus y Bufo valliceps*). En reptiles presentaron el mayor porcentaje de captura, con el 9.2% de individuos de seis especies (*Ameiva undulata, Gymnophthalmus speciosus, Lepidophyma flavimaculatum, Mabuya unimarginata, Norops sericeus* y *Norops sericeus*). Es de anotar que el único espécimen de *L. flavimaculatum* reportado se capturó en una trampa. La temperatura promedio interna de las trampas (31.69 ^{o}C) fue muy similar a la temperatura promedio de los hábitat (31.80 ^{o}C), lo contrario sucede con la humedad relativa promedio que es mayor debajo de las trampas (76 %HR) que en los hábitat (69 %HR) (Figura 9).

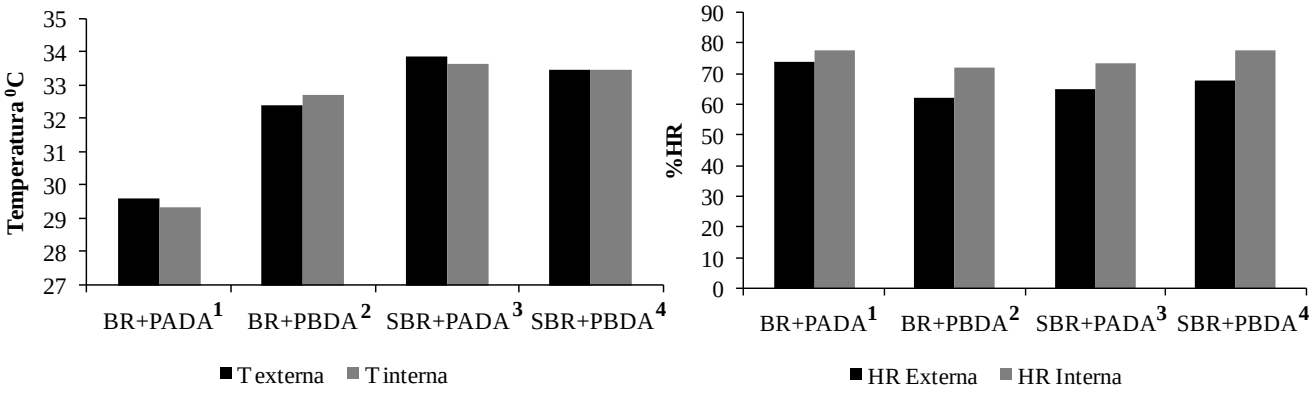


Figura 9. Temperatura y humedad relativa media externa e interna en trampas de cobertura en cuatro hábitat de fincas ganaderas del municipio de Matiguás, Nicaragua. Bosque ribereño-pasturas con alta densidad de árboles, [2]bosque ribereño-pasturas con baja densidad de árboles, [3]sin bosque ribereño-pasturas con alta densidad de árboles, [4]sin bosque ribereño-pasturas con baja densidad de árboles.

3.3.6 Relación entre la calidad de agua, macroinvertebrados y herpetofauna

Dentro de las variables estudiadas, el pH del agua de las quebradas se correlaciona de manera negativa con la abundancia (Pearson R= -0.55 p=0.06) y riqueza (Pearson R= -0.53 p=0.08) de anfibios. Indicando que a medida que aumenta el pH disminuyen las especies y el número de individuos encontrados. Para la riqueza de reptiles, los coliformes fecales (Pearson R= -0.63 p=0.07) se correlacionan de manera negativa. Los coliformes fecales podrían afectar de igual manera a las especies de reptiles presentes en las quebradas.

3.4 Discusión

Las estrategias de muestreo empleadas en los diferentes hábitat permitieron encontrar 53 especies entre anfibios y reptiles, representando el 22.9% del total de las especies (232) reportadas para Nicaragua (Köhler 2003b, Köhler et át. 2004), cifra considerable debido a lo fragmentado del paisaje en el Municipio de Matiguás (Sánchez-Merlos et ál. 2005). Sin embargo es necesario reforzar con otras técnicas de muestreo afines al uso de suelo y las prácticas agrícolas de las fincas ganaderas para optimizar el esfuerzo de muestreo (Heyer et ál. 1994, Welsh y Hodgson 1997, Lips et ál. 2001, Ryan et ál. 2001, Gutierrez-Lamus et ál. 2004). Para el caso de las serpientes, se encontró que las especies raras corresponden al 18.9% del total de las especies registradas. Además la colecta general (Anexo 4) permitió reportar especies distintas a las encontradas durante los recorridos por los transectos o en las trampas de cobertura, como la *Bothrops asper*. Esto confirma que el suborden Serpentes en paisajes ganaderos, con similares condiciones a las del estudio, requiere un mayor esfuerzo de muestreo al realizado (Urbina-Cardona y Reynoso 2005), así como otros anfibios y reptiles considerados "raros" por su bajo nivel de detección, producto de la naturaleza clandestina (Ryan et ál. 2001).

3.4.1 Composición de la herpetofauna

Dentro de las especies de herpetofauna reportadas en el paisaje ganadero, la ocurrencia de *Hyalinobatrachium fleischmanni* (Centrolenidae), *Agalychnis callidryas, Scinax stauferri, Hyla loquax* e *Hyla microcephala* (Hylidae) dependen del inicio de las lluvias y del periodo de reproducción. Se encontraron estas especies asociadas principalmente al hábitat bosque ribereño-pastura con alta densidad de árboles. También se encontraron algunos especímenes en otros hábitat que presentan cobertura arbórea (bosque ribereño o pasturas con alta densidad de arboles). Para el caso de *H. fleischmanni* y *A. callidryas* este patrón de distribución está muy asociado a la biología reproductiva, se observó que depositan sus huevos en masas gelatinosas en hojas que penden sobre las quebradas haciéndolas un poco vulnerables a cambios en el hábitat (Leenders 2001, Savage 2002, Kubicki 2004). Sin embargo, especies como *S. stauferri, H. loquax* e *H. microcephala* se encontraron a 40 m de la quebrada, sobre la vegetación circundante de un estanque natural utilizado por el ganado, esto indica que se asocian más frecuentemente a zonas perturbadas o áreas abiertas (Leenders

2001, Kubicki 2004) y utilizan los charcos temporales como sitios reproductivos (Savage 2002).

Las cinco especies de anfibios comunes (*Bufo marinus, Bufo valliceps, Leptodactylus melanonotus, Rana forreri y Rana vaillanti)* entre los hábitat estudiados son consideradas como indicadoras de zonas alteradas (Savage 2002, Köhler 2003b). El *B. marinus* conocido ampliamente por su plasticidad y capacidad de colonización agresiva (Lampo y de Leo 1998, Phillips et ál. 2007), se encuentra cómo la segunda especie más abundante en el hábitat de bosque ribereño-pasturas con alta densidad de árboles. Es de resaltar que *H. fleischmanni* presentó la mayor ocurrencia en este hábitat, al presentar condiciones de humedad, temperatura, cobertura arbórea distintas a los otros hábitat. Esta especie pertenece al grupo denominado "ranas de vidrio" (Centrolenidae), las cuales son estrictas arborícolas y se asocian a biotopos primarios y poco alterados (Savage 2002, Köhler 2003b). A diferencia, en Costa Rica se ha reportado la especie de *Hyalinobatrachium colymbiphyllum* en monocultivos de banano (Bach 2000). Adicionalmente, en menor abundancia se reportaron las especies del género Eleutherodactylus, que según Köhler (2003b) los especímenes se encuentran en biotopos poco alterados. La especie *Eleutherodactylus mimus* que se encontró un solo ejemplar, está relacionada con bosques sin perturbaciones (Savage 2002).

En reptiles se encontraron en bosque ribereño-pasturas con alta densidad de árboles especies de serpientes que por el tipo de alimentación pueden ser consideradas especialistas (Solórzano 2004), estas pueden ocurrir debido a que hay una mayor disposición de alimento, representada en la presencia de otras especies animales, las cuales conforman la cadena trófica del hábitat. Entre ellas: *Sibon nebulatus* (dieta gastropoda), *Enuliophis sclateri* (consume huevos de reptiles) y *Tantillita lintoni* (alimentación desconocida, presumiblemente lombrices), las dos últimas especies son catalogadas poco comunes (Köhler 2003a, Köhler 2003b, Köher et ál. 2004, Solórzano 2004). La serpiente *T. lintoni* es el primer registro para el departamento de Matagalpa.

Los Iguanidos *Norops limifrons* y *Norops Sericeus* se presentaron en todos los hábitat, ocupando lugares de importancia por su abundancia. Sin embargo *Norops cupreus*, contando que es la especie más abundante en los reptiles, no se reportó para el hábitat sin bosque ribereño-pasturas con baja densidad de árboles posiblemente a la baja cobertura arbórea presente, mientras que *Norops biporcatus* se reporto únicamente en el bosque ribereño-pasturas con alta densidad de árboles, que es usualmente encontrado en hábitat poco

perturbados y generalmente a lo largo de bosques ribereños (Savage 2002). La distribución y abundancia del género *Norops* presumiblemente varió de acuerdo al porcentaje de dosel presente en el hábitat.

3.4.2 Riqueza, abundancia y diversidad de reptiles y anfibios

La ocurrencia y ensamblaje de anfibios y reptiles puede estar determinado por las características de cada hábitat (dosel, temperatura, humedad, cuerpos de agua), la tolerancia ecofisiológica, los periodos de reproducción de cada especie (Wind 2000, Guerry y Hunter 2002, Urbina-Cardona et ál. 2006), así como la distancia a los cuerpos de agua (deMaynadier y Hunter 1998). Los dos últimos aspectos fueron más notorios en la anurofauna.

Los resultados de riqueza en anfibios señalan que el número de especies por hábitat es muy similar, compartiendo el 25% de las especies totales, esto discrepa de lo encontrado por deMaynadier y Hunter (1998) quienes observaron una relación positiva entre el número de capturas de anuros y la cobertura arbórea. Pese a lo anterior, las especies citadas como indicadores de hábitat no perturbados y especialistas se encontraron frecuentemente en el bosque ribereño-pasturas con alta densidad de árboles posiblemente por existir una mayor cobertura arbórea y presencia de varios estratos, así como estabilidad en la temperatura y humedad. De ahí la importancia de conservar y proteger estos hábitat, que no están fuertemente perturbados y poder disminuir la colonización de especies invasoras como el *Bufo marinus* desde hábitat más alterados.

No se encontraron especies de anuros arborícolas o dependientes de hojarasca (excepto un espécimen del género *Eleutherodactylus* sin identificar) en el hábitat sin bosque ribereño-pasturas con baja densidad de árboles, posiblemente debido a la falta de sustratos de percha, mayor incidencia directa del sol sobre el suelo y aumento en la temperatura microambiental (García-R et ál. 2005). Sin embargo, al comparar la riqueza de anfibios con la de los reptiles, se observan los menores valores en los hábitat donde es mayor el número de especies de reptiles, posiblemente se relaciona con la estructura trófica de los hábitat. Similar situación se observa con los valores de los índices de Simpson y Shannon Wiener.

Otro aspecto, es la diferencia encontrada en el tipo de pastura y su relación con la riqueza, abundancia y diversidad de los reptiles, los cuales se asociaron más a las pasturas con mayor porcentaje de cobertura arbórea, que con el tipo de bosque, este comportamiento es muy importante en paisajes donde el porcentaje de arboles dispersos en las pasturas es alto,

ofreciendo mayor disponibilidad de sitios de percha, alimento, refugio y/o reproducción (Zimmerman y Bierregard 1996, Guerry y Hunter 2002). Además, se relaciona con las preferencias de hábitat de las especies y a la capacidad de adaptación de cada especie a las condiciones ecológicas (Schlamper y Gavin 2001). En este sentido, estudios realizados en pasturas, borde e interior del bosque arrojaron que la distribución de anfibios y reptiles en los hábitat se relaciona con su habito preferencial, especies arborícolas tienden a aumentar hacia el bosque, y las especies terrestres y fosoriales tienden a aumentar su proporción hacia el potrero (Urbina-Cardona y Reynoso 2005). Sin embargo, los resultados de Russell et ál. (2002) difieren de los encontrados. Ellos observaron en humedales una asociación negativa entre la diversidad de especies de reptiles y la cobertura arbórea, visualizando más individuos en hábitat abiertos o disturbados. Otras investigaciones con huevos de especies del género *Norops*, presentaron relativamente una reducción en el tiempo de incubación en las pasturas que en el bosque, asociándose con ganancia en el tiempo de exposición a predadores (Schlaepfer 2003).

De acuerdo a lo observado en las curvas de rango abundancia, las especies *N. cupreus, N. limifrons* y *N. Sericeus* posiblemente forman un ensamblaje dominante que se asocia al bosque ribereño y al efecto de borde entre el bosque y la pastura. Schlaepfer y Gavin (2001) encontraron que dos especies de Norops fueron más abundantes en el borde en la época seca y en invierno aparentemente fueron más abundantes en el interior del bosque. Otro aspecto a destacar es que las lagartijas en general fueron abundantes (exceptuando *Coleonyx mitratus, N. biporcatus, Sphenomorphus cherriei, Lepidophyma flavimaculatum*) y las serpientes fueron raras sin contar (*Imantodes cenchoa, Leptodeira annulata, Micrurus nigrocinctus*), datos similares fueron encontrados por Urbina-Cardona y Reinoso (2005) en tres hábitat (pastura, borde e interior de bosque) en los Tuxtlas, México.

3.4.3 Distancia a la fuente de agua

El patrón de distribución de anfibios y reptiles estuvo influenciado por la distancia a la fuente de agua. Como es conocido, se observó que las masas de huevos encima de quebradas (familias Hylidae y Centrolenidae) se encontraron en los bosques ribereños, mientras que los nidos de espuma (familia Leptodactylidae) se observaron frecuentemente en las pasturas con baja densidad, mostrando cierto arreglo entre el modo reproductivo de la especie y determinados ambientes (Lynch y Suarez-Mayorga 2002). García et ál. (2005) no reportaron

diferencias significativas en la distancia a cuerpos de agua permanentes entre las especies del género *Eleutherodactylus*.

La riqueza y abundancia de anfibios fue mayor que las de los reptiles en la quebrada, y disminuyó drásticamente en las otras distancias, en cambio los reptiles disminuyeron paulatinamente. Esto confirma la preferencia de los anfibios hacia las fuentes de agua, debido a su ciclo biológico bifásico. Skelly et ál. (2005) encontraron que los anfibios que viven en las charcas, la cobertura arbórea puede incidir sobre el estado de desarrollo de las larvas. La ocurrencia encontrada en distancias mayores a la quebrada se relaciona posiblemente con las cavidades en el suelo producto de la sequía, las cuales sirven de refugio temporal contra la desecación y el ataque de predadores. Contrastantemente en invierno los charcos temporales formados en los agujeros de las pisadas del ganado sirvieron en algunos casos de sitios temporales de reproducción. Comportamientos similares fueron encontrados por García (2005) en paisajes ganaderos de Río Frío en Costa Rica.

La distribución de los reptiles en las diferentes distancias disminuye gradualmente, asociándose a la preferencia de las especies por el tipo de hábitat (terrestre o arborícola) y al grado de sensibilidad a cambios en los atributos de la estructura de los bosques o pasturas, que pueden afectar su fisiología, hábitos reproductivos y alimenticios. Schaepfer y Gavin (2001) encontraron variaciones en la ocurrencia de especies del género *Norops* en el borde e interior del bosque, dependiendo de la época y la especie en particular.

Al analizar la riqueza y abundancia de los reptiles en los hábitat y distancias desde la fuente de agua, se encontró un comportamiento variado, donde el bosque ribereño-pasturas con alta densidad de árboles concentra la mayor riqueza y abundancia en la distancia 0, y disminuye hacia las pasturas. En este sentido, la pastura con alta densidad de árboles cuando es acompañada de una quebrada sin bosque, puede tener un efecto similar al de un bosque ribereño para reptiles. En cambio, en el bosque ribereño-pastura con alta densidad de árboles las especies se ubican principalmente en las dos primeras distancias, viéndose posiblemente el efecto de borde. Sin embargo se tendría que estudiar las distancias a las dos márgenes de la quebrada para comprobar este comportamiento, que no fue considerado en este estudio. Schlaepfer y Gavin (2001) sugieren que el efecto de borde es dinámico en tiempo y espacio, y que no se limitan solo a la distancia a la cual son encontrados los anfibios.

3.4.4 Condiciones ambientales, calidad de agua, macroinvertebrados

En general, se observa el aumento de la temperatura y la disminución de la humedad relativa a medida que la distancia desde la fuente de agua es mayor. Esto puede incidir sobre la estructura y composición de la herpetofauna en las distancias de los diferentes hábitat. Gutiérrez-Lamus et ál. (2004) encontraron que la mayor diversidad de anuros en bosque nativo puede estar asociada con la humedad a nivel de suelo y a la heterogeneidad vegetal (más sitios de percha y protección de la desecación). Las variables relacionadas con la calidad del agua y macroinvertebrados bentónicos no se correlacionaron con la riqueza, abundancia y diversidad de anfibios y reptiles, excepto el pH y coliformes fecales. Los anfibios presentan variaciones intraespecíficas en la tolerancia ácida (Pierce 1985). El pH del agua puede influir en la reproducción de los anfibios, causando la mortalidad de las larvas o la alteración de la cadena trófica (Freda 1986). Pope et ál. (2000) encontraron que la rana leopardo incrementa su abundancia a medida que se incrementa el pH hacia niveles neutros, lo contrario ocurre cuando los niveles tienden hacia valores básicos.

3.5 Conclusiones

–Las especies consideradas como indicadores de hábitat conservados se encontraron más frecuentemente en el bosque ribereño-pasturas con alta densidad de árboles mostrando el valor que tienen estos ecosistemas para la conservación.

–Las pasturas con alta densidad de árboles son importantes para la abundancia, riqueza y diversidad de anfibios en las fincas ganaderas.

–Los hábitat estudiados están fuertemente perturbados y las especies de anfibios pueden indicar el estado en que se encuentran, sin embargo el bosque ribereño-pasturas con alta densidad de árboles es el menos afectado, pero se debe considerar que ya están presentes especies invasoras como el *Bufo marinus* los cuales pueden incidir en la estructura y composición de la anurofauna.

–La mayor riqueza y abundancia de anfibios y reptiles se encontró en la distancia 0, que equivale a la quebrada, disminuyendo drásticamente para los anfibios a medida que se alejan de esta.

–La contaminación de las quebradas con coliformes fecales posiblemente están causando un efecto en la distribución de los reptiles, casos similares ocurre con el pH en anfibios.

3.6 Recomendaciones

–Debido a lo fragmentado del paisaje del municipio de Matiguás, Nicaragua, se debe analizar el tipo de bosque ribereño, y el efecto de borde a ambos lados de la quebrada, conservando distancias muy similares a las utilizadas, esto para ver como se están distribuyendo las especies en la matriz agrícola y definir criterios para la conservación de estos hábitat.

–Evitar en lo posible el ingreso del ganado al bosque ribereño y a las fuentes de agua o limitar el acceso a puntos establecidos para tal fin, permitiendo la recuperación y la disminución del ingreso de especies colonizadoras, además como medida de mitigación de estrés y agentes perturbadores de este hábitat.

–Capacitar a los productores en el reconocimiento de las especies de anfibios y reptiles que pueden ser utilizadas como indicadores de la calidad de los bosques y de las fuentes de agua en las fincas, así como las especies que pueden ser empleadas como controladores biológicos.

–Combinar estrategias de muestreo para aumentar la eficacia de las capturas y entender la dinámica de las especies raras en los hábitat. Los métodos sugeridos incluyen el muestreo en sitios reproductivos, libre búsqueda, localización auditiva y transectos en puntos y distancias fijas.

–Si se quieren utilizar trampas de cobertura, estas deben ser de un material que no sea extraño para la herpetofauna y que conserve la temperatura interna en niveles tolerables por las especies (lo posible debe ser de madera). Es de importancia también considerar materiales que resistan el pisoteo del ganado y que no incidan sobre las condiciones de temperatura y humedad al interior de la trampa.

3.7 Bibliografía

Arroyo, S.; Jerez, A; Ramírez-Pinilla, M. 2003. Anuros de un bosque de niebla de la Cordillera Oriental de Colombia. Caldasia 25(1):153-167.

Bach, O. 2000. Diversidad, abundancia y distribución de anfibios en fincas bananeras según tipo de manejo Agrícola. Ciencias Ambientales 20:52-64

Betancourt, K.; Ibrahim, M.; Harvey, CA.; Vargas, B. 2003. Efecto de la cobertura arbórea sobre el comportamiento animal en fincas ganaderas de doble propósito en Matiguás, Matagalpa, Nicaragua. Agroforestería de las Américas 10(39-40):47-51.

Colwell, R. 2006. EstimateS 8.0.0**.** (en línea). Consultado 5 Sep. 2007. Disponible en http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates

Colwell, R.; Coddington, J. 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. Philosophical Transactions: Biological Sciences 345(1311):101-118.

Dagang, A.; Nair, P.K.R. 2003. Silvopastoral research and adoption in Central America: recent findings and recommendations for future directions. Agroforestry Systems 59:149-155.

deMaynadier, P.; Hunter, M. 1998. Effects of silvicultural Edges on the distribution and abundante of amphibians in Maine. Conservation Biology 12(2):340-352.

Freda, J. 1986. The influence of acidic pond water on amphibians: A review Springer Netherlands 30(1-2)

García, J.A. 2005. Incidencia de la cobertura arbórea sobe los ensamblajes de anuros en un paisaje silvopastoril de Río Frío, Costa Rica. Una perspectiva de hábitat y paisaje. Tesis Mag. Sc. Heredia, CR, Universidad Nacional. 91 p.

García-R, J.; Castro-H, F.; Cárdenas-H, H. 2005. Relación entre la distribución de anuros y variables del hábitat en el sector la Romelia del Parque Nacional Natural Munchique (Cauca, Colombia). Caldasia 27(2):299-310.

Gray, M.; Smith, L.; Brenes, R. 2004. Effects of agricultural cultivation on demographics of southern high plains amphibians. Conservation Biology 18(5):1368–1377

Guerry, A.; Hunter, M. 2002. Amphibian distributions in a landscape of Forests and Agriculture: an examination of landscape composition and configuration. Conservation Biology 16(3):745-754

Gutiérrez-Lamus, D.; Serrano, V.; Ramírez-Pinilla, M. 2004. Composición y abundancia de anuros en dos tipos de bosque (natural y cultivado) en la Cordillera Oriental colombiana. Caldasia 26(1):245-264.

Heyer, R. W.; Donnelly, M. A.; McDiarmid, R. W.; Hayek, L. C.; Foster, M. S. (eds.). 1994. Medición y monitoreo de la diversidad biológica: métodos estandarizados para anfibios. Trad. E. Lavilla. Smithsonian Institution Press, Washington, D. C., 364 p.

Holdridge, L. R. 1978. Ecología Basada en Zonas de Vida. Serie Libros y Materiales. San José, CR. Educativos IICA No. 34.

INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos). 2005. Cuadro de Cifras Oficiales Censo 2005 (en línea). Managua, NI. Consultado 5 Oct. 2006. Disponible en http://www.inec.gob.ni/censos2005/censo2005.htm

Infostat. 2007. InfoStat Software. (en línea). Buenos Aires, AR. Consultado 5 Oct. 2007. Disponible en http://www.infostat.com.ar

Köhler, G. 1998. The amphibians and reptiles of Nicaragua. Frankfurt , DE. 5 p.

Köhler, G. 2003a. Reptiles de Centroamérica. Herpeton. Frankfurt. 367p.

Köhler, G. 2003b. Anfibios y reptiles de Nicaragua. Herpeton. Frankfurt. 208p.

Köhler, G.;Quintana, A.; Buitrago, F.; Diethert, H. 2004. New and noteworthy records of amphibians and reptiles from Nicaragua. Salamandra, Rheinbach 40(1):15-24

Kubicki, B. 2004. Ranas de hoja de Costa Rica. INBio, CR. 117 p.

Lampo, M.; de Leo, G. 1998. The invasion ecology of the toad *bufo marinus*: from South America to Australia. Ecological Applications 8(2):388-396

Leenders, T. 2001. A guide to amphibians and reptiles of Costa Rica. 305 p.

Lips, K.; Burrowes, P.; Mendelson, J.; Parra-Olea, G. 2005. Amphibian declines in Latin American Widespread population declines, extinctions, and impacts. Biotropica 37(2):163-165

Lips, K.; Reaser, Reaser, J.; Young, B.; Ibáñez, R. 2001. Monitoreo de anfibios en América Latina: manual de protocolos. 115p.

Ludwig, J.; Reynolds, J. 1988. Statistical Ecology: a primer on methods and computing. 337p.

Lynch, J.; Suárez-Mayorga, A. 2002. Análisis biogeográfico de los anfibios paramunos. Caldasia 24(2):471-480

Maerz, J.; Brown, C.; Chapin, T. Blossey, B. 2005. Can secondary compounds of an invasive plant affect larval amphibians?. Functional Ecology 19:970–975

MARENA (Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales). 2002. Estrategia Nacional de Biodiversidad Nicaragua. Managua, NI. 96 p.

Meyrat, A. 2000. Los ecosistemas y formaciones vegetales de Nicaragua. Protierra/MARENA/CBA. Managua, Nicaragua. 30 p.

Naranjo, L. 2003. Sistemas agroforestales para la producción pecuaria y la conservación de la biodiversidad. *En:* Sánchez, M.D.; Rosales, M. 2003. Agroforestería para la producción animal en América Latina-II. Estudio FAO Producción Animal, no.155. 34 p.

Nitlapan-UCA. 2001. Tipología nacional de productores y zonificación socio-económica. Managua, NI. p. 7-18, 35-42.

Nitlapan-UCA. 2006. Informe anual 2006. Proyecto Regional Enfoques Silvopastoriles Integrados para el Manejo de Ecosistemas. 94 p.

Olney, D. E. 2004. A comparation of herpetofauna diversity between disturbed and undisturbes habitats within the Cusuco Nacional Park, Honduras. Thesis of Master´s Degree. Universite of Glamorgan. 91 p.

Pagiola S.; Agostini, P.; Gobbi, J.; Deán, C.; Ibrahim, M.; Murgueitio, E.; Ramírez, E.; Rosales, M.; Ruíz, J. 2004. Pago por Servicios de Conservación de la Biodiversidad en Paisajes Agropecuarios. Banco Mundial. 50 p.

Pérez A. M.; Sotelo M.; Ramírez F.; Ramírez I.; López A.; Siria I. 2006. Conservación de la biodiversidad en sistemas silvopastoriles de Matiguás y Río Blanco (Matagalpa, Nicaragua) (en línea). Ecosistemas. no. 3. Consultado 5 Nov. 2006. Disponible en http://www.revistaecosistemas.net/pdfs/429.pdf

Pellet, J.; Guisan, A.; Perrin, N. 2004. A Concentric Analysis of the Impact of Urbanization on the Threatened European Tree Frog in an Agricultural Landscape. Conservation Biology 18(6):1599-1606

Phillips, B.; Brown, G.; Greenlees, M.; Webb, J.;Shine, R. 2007. Rapid expansion of the cane toad (*Bufo marinus*) invasion front in tropical Australia. Austral Ecology 32:169–176

Pierce, B. 1985. Acid tolerance in amphibians**.** BioScience 35(4):239-243

Piha, H.; Luoto, L.; Piha, M.; Merilä, J. 2007. Anuran abundance and persistence in agricultural landscapes during a climatic extreme. Global Change Biology 13:300–311

Pope, S.; Fahring, L.; Merram, G. 2000. Landscape complementation and metapopulation effects on leopard frog populations. Ecology 81(9):2498-2508

Prohl, H. 1997. Anfibios de Hitoy Cerere, Costa Rica. Talamanca, CR. 66 p.

Ryan, T.; Philippi, T.; Leiden, Y.; Dorcas, M.; Wigley, B.; Gibbons, W. 2001. Monitoring herpetofauna in a managed forest landscape: effects of habitat types and census techniques. Forest Ecology and Management5739:1-8

Rocha, C.F.D.; Van Sluys, M.; Hatano, F. H.; Boquimpani-Freitas, L.; Marra, R. V.; Marques, R. V. 2004. Relative Efficiency of anuran sampling methods in a resting a habitat (Jurubatiba, Rio de Janeiro, Brazil). Braz. J. Biol. 64 (4):879-884.

Rodríguez, J. E. 2005. Centroamérica al límite forestal: desafíos para la implementación de las políticas forestales en el Istmo. San José, CR. UICN. p. 113-133.

Ruíz, G. 1996. Claves preliminares para reconocer a los reptiles de Nicaragua. Cedaprode. Managua, NI.

Ruíz, G.; Buitrago, F. 2003. Guía ilustrada de la herpetofauna de Nicaragua. Managua, NI. 331 p.

Ruíz F.; Gómez, R.; Harvey, CA. 2005. Caracterización del componente arbóreo en los sistemas ganaderos de Matiguás, Nicaragua. TROPITECNICA – NITLAPAN - CATIE. Turrialba, CR. 40 p.

Russell, K.; Bently, T.; Baughman, W.; Hanlin, H.; Ford, W. 2004. Responses of southeasterm amphibians and reptiles to forest management: a review. *In* Rauscher, H.; Johnsen, K. Eds. Southern forest sciencie: past, present, and future. Southerm Research Station. 408 p.

Sánchez-Merlos, D.; Harvey, CA.; Grijalva, A.; Medina, A.; Vilchez, S.; Hernández, B. 2005. Diversidad, composición y estructura de la vegetación en un agropaisaje ganadero en Matiguás, Nicaragua. Revista de Biología Tropical 53(3-4):387-414.

Savage, J.M. 2002. The amphibians and reptiles of Costa Rica: a herpetofauna between two continents, between two seas. The University of Chicago Press.

Schlaepfer, M. 2003. Successful lizard eggs in a human-disturbed habitat. Oecologia 137:304-311

Schlaepfer, M.; Gavin, T. 2001. Edge effects on lizards and in tropical forest fragments. Conservation Biology 15(4):1079-1090

Skelly, D.; Halverson, A.; Freidengurg, K. 2005. Canopy closure and amphibian diversity in forested wetlands. Wetlands Ecology and Management 13:261-268

Soberón, J.; Llorente, J. 1993. The use of species accumulation functions for the prediction of species richness. Conservation Biology 7(3):480–488.

Solórzano, A, 2004. Serpientes de Costa Rica. INBio, San José, CR. 792p.

Schlaepfer, M.; Gavin, T. 2001. Edge effects on Lizards and frogs in tropical forest fragments. Conservation Biology 15 (4):1079-1090

Swihart, R.; Gehring, T.; Kolozsvary, M.; Nupp, T. 2003. Responses of 'resistant' vertebrates to habitat loss and fragmentation: the importance of niche breadth and range boundaries. Diversity And Distributions 9:1–18

Urbina-Cardona, J.; Londoño-M, M. 2003. Distribución de la comunidad de herpetofauna asociada a cuatro áreas con diferente grado de perturbación en la Isla Gorgona, pacífico, Colombiano. Rev. Acad. Colomb. Cienc. XXVII(102):105-113

Urbina-Cardona, J.; Olivares-Pérez, M; Reynoso, V. 2006. Herpetofauna diversidad and microenviroment correlatos across a pasture-edge-interior econtone in tropical rainforest fragments in the Tuxtlas Biosphere Reserve of Veracruz, Mexico. Biological Conservation 132:61-75.

Urbina-Cardona, J.; Reynoso, V. 2005. Recambio de anfibios y reptiles en el gradiente potrero-borde-interior en Los Tuxtlas, Veracruz, México. En: Sobre Diversidad Biológica: El significado de las Diversidades Alfa, Beta y Gamma. Halffter, G.; Soberón, J.; Koleff, P.; Melic, A. (Editores). m3m: Monografías Tercer Milenio (4):191-207

Useche, D.C. 2006. Restauración del paisaje a partir de la implementación de sistemas silvopastoriles para la conservación de la biodiversidad en Nicaragua. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE.

Walsh, B. 1999. Diversidad de ecosistema. *En:* MARENA (Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales). Biodiversidad en Nicaragua: un estudio de país. Managua, NI. p. 144-182.

Welsh, H.; Hodgson, G. 1997. A hierarchical strategy for sampling herpetofaunal assemblages along small streams in the western U. S., with an example from northern California. Transactions of the Western Section Section of the Wildlife Society 33:56-66

Wind, E. 2000. Effects of habitat fragmentation on amphibians: what do we know and where do we go from here? *In*: Proceedings of a conference on the biology and management of species and habitats at risk, Kamloops, D.C., 15-19 Feb. L. M. Darling (Editor). Kamloops, B.C. 520p.

WWF. 2004. Monitoreo ecológico del manejo forestal en el trópico húmedo: Una guía para operadores forestales y certificadores con énfasis en Bosques de Alto Valor para la Conservación. CR. 117p.

Young, B.; Lips, K.; Rehacer, J.; Ibáñez, R.; Salas, A; Cedeño, J.; Coloma, L.; Ron, S.; LaMarca, E.; Meyer, J.; Muñoz, A.; Bolaños, F.; Chávez, G.; Romo, D. 2001. Population declines and priorities for amphibian conservation in Latin America. Conservation Biology 15(5):1213-1223.

Zimmerman, B.; Bierregard, R. 1986. Relevance of the equilibrium theory of island biogeography and species-area relations to conservation with a case from Amazonia. Journal of biogeography 13(2):133-143

4 PERCEPCIÓN LOCAL SOBRE LA RELACIÓN ENTRE EL AGUA Y LA HERPETOFAUNA CON EL BIENESTAR DE LOS PRODUCTORES EN FINCAS GANADERAS DEL MUNICIPIO DE MATIGUÁS, NICARAGUA

Resumen

El patrimonio cultural y biológico de Nicaragua es favorecido por una gran variedad de hábitat. Esta riqueza se encuentra en constante presión debido al avance de la frontera agrícola y la aplicación de modelos productivos que garanticen el abastecimiento de alimentos requeridos por la creciente población. En lo referente a los sistemas ganaderos hay posibilidades interesantes para promover actividades productivas de manera sostenible y compatible con las iniciativas conservacionistas. En este sentido en el municipio de Matiguás, Nicaragua, se realizaron entrevistas semiestructuradas, a productores ganaderos (pequeños, medianos y grandes) con el fin de conocer su percepción sobre la calidad del agua y la biodiversidad y la relación con su bienestar. Los indicadores fueron enmarcados en los capitales de la comunidad. El Marco de los Capitales de la Comunidad es una herramienta metodológica y conceptual que permite identificar proyectos y actividades que aporten al bienestar de los productores, con el objeto de mitigar la pobreza y enfrentar problemáticas específicas. Adicionalmente, se realizaron entrevistas a las instituciones relacionadas con la temática. La información se trianguló por medio de talleres con grupos focales y el análisis de información adicional existente en la base de datos del proyecto GEF-SPP. La información obtenida fue analizada por medio de estadística descriptiva y tablas de frecuencia. Adicionalmente, se realizó un ANAVA a los índices de capitales por tipo de productor. Se encontró que los diferentes tipos de productores no presentan diferencias significativas ($p<0.05$) en el índice por capitales, teniendo una percepción muy similar en cuanto a la biodiversidad y la calidad del agua. Se reporta una marcada ausencia de instituciones que promueven y financian proyectos para la conservación, almacenamiento y transporte del recurso hídrico en la zona. Productores entrevistados señalan el uso de la herpetofauna como medicinal, alimenticio así como controladores biológicos. La gran mayoría de los entrevistados afirma que los sistemas silvopastoriles favorecen la calidad del agua y la herpetofauna presente en las fincas ganaderas. Se encontró un conocimiento local en la identificación de agua en el subsuelo así como en usos tradicionales de las diferentes especies de fauna.

Palabras claves: anfibios, biodiversidad, capital natural, conocimiento local, reptiles.

4.1 Introducción

Nicaragua es un país esencialmente agroexportador que basa su economía nacional en el sector agropecuario (café, algodón, ganadería, azúcar, madera) (ONU 2005), producto de la explotación de la riqueza biológica en diferentes regiones naturales (Walsh 1999). Estas actividades económicas no obedecen a un plan de organización y son carentes de criterios de sostenibilidad (MARENA 2002). En productores marginales, el modelo de producción predominante los obliga a ocupar zonas no aptas para la producción agrícola y pecuaria, lo que se manifiesta en el aumento de la frontera agrícola, ocasionando una marginalidad mayor debido a la intensificación de procesos de degradación de la tierra, erosión del suelo y sequía entre otros factores (Cupples 2004).

Zonas como el pacífico de Nicaragua donde se ubica la mayor densidad poblacional agrícola e industrial se presentan casos de explotación excesiva de los acuíferos y degradación progresiva de la calidad del agua, que amenaza la disponibilidad futura del recurso hídrico para la población (Castillo et ál. 2006). En otras zonas como el centro del país, donde se ubica el triangulo lechero (Departamentos de Boaco, Chontales y Matagalpa) el uso del suelo cambia a través de los años, presentando una tendencia a disminuir las áreas de bosques primarios y secundarios, mientras que aumentan las áreas de potreros, cultivos y urbanas (Rocha 2002). Es importante entonces conocer la problemática del impacto de la ganadería sobre conservación del agua, e identificar los factores que desmotivan a los productores en la toma de conciencia y decisiones que favorezcan el manejo de las microcuencas (Chará 2003), además fortalecer el bienestar de los productores (realidad socio-económica) para un desarrollo sostenible de los agroecosistemas (Plieninger y Wilbrand 2001).

En este sentido los sistemas silvopastoriles (SSP) son estrategias sostenibles y amigables con el ambiente en las fincas ganaderas (Naranjo 2003). Pueden representar beneficios para la conservación de la diversidad biológica, la prestación de servicios ambientales y el fortalecimiento del bienestar de las familias ganaderas (Harvey y Haber 1999, Dagang y Nair 2003, Pagiola et ál. 2004). Además son ideales en el mantenimiento y protección de los recursos hídricos de la matriz agrícola, que tradicionalmente es perturbada e intervenida por las prácticas ganaderas convencionales (Mahécha 2002, Chará 2003,

Murgueitio 2003, Chará et ál. 2007, Ríos et ál. 2007). En el caso del municipio de Matiguás (Nicaragua) una opción de este tipo puede ser económica y ecológicamente rentable donde gran parte de los sistemas ganaderos son doble propósito y el manejo de árboles en los potreros es muy frecuente (Betancourt et ál. 2003), abarcando gran parte de las cuencas hidrográficas de la zona como ocurre en muchas partes del mundo (Murgueitio e Ibrahim 2001).

Debido a lo anterior, es importante emplear estrategias eficaces y eficientes en el estudio de la problemática ambiental resultantes de los sistemas productivos en paisajes intervenidos, así como de la potencialidad de implementación de SSP y/o protección de bosques ribereños en las fincas ganaderas del municipio de Matiguás. Esta investigación utilizó metodologías participativas que permitieron conocer la percepción de los productores hacia la biodiversidad y la calidad del agua. Además posibilitó analizar y demostrar la relación existente entre la biodiversidad y los principales usos del suelo y SSP con la calidad del agua así como con el bienestar de los productores. Es aquí donde herramientas como el Marco de los Capitales de la Comunidad son de utilidad en la identificación de actores fronterizos claves en proyectos de reducción de la pobreza, expansión del liderazgo local, el apoyo a la autosuficiencia familiar e identificación de factores comprometidos en el bienestar de las comunidades (Flora et ál. 2004).

4.2 Materiales y métodos

4.2.1 Descripción del área de estudio

La investigación se realizó con productores ganaderos de las comarcas Paiwitas, Las Minitas, Patastule, Las Limas y El Bijagual pertenecientes al municipio de Matiguás, y la comarca San Ignacio de Paiwas en el municipio de Río Blanco, que limita con el municipio de Matiguás. Estos dos municipios pertenecen al Departamento de Matagalpa. La zona presenta una topografía con un rango entre los 224 y 500 msnm, se localiza entre las coordenadas 85º y 27° de latitud norte, 12º y 50º de longitud oeste (Pérez et ál. 2006, Nitlaplan-UCA 2006). Posee un régimen de lluvias anuales que varía entre 1200 y 1800 mm, con una distribución de mayo a noviembre y temperatura media anual que oscila entre 30 y 32°C (Ruíz et ál. 2005). La zona de vida según la clasificación del mapa de ecosistemas de Nicaragua es bosque

semideciduo (Meyrat 2000) y presenta características de una zona de vida Bosque Húmedo Tropical (Holdridge 1978).

El municipio de Matiguás tiene una extensión de 1335 km^2 (Pérez et ál. 2006), se compone de una población de 41.127 habitantes, de los cuales 8.967 conforman el sector urbano y 32.220 integran el sector rural, presentándose una densidad poblacional aproximada de 31 habitantes por km^2 (INEC 2005). El municipio administrativamente está dividido en 11 barrios, 26 comarcas y seis microrregiones, y se clasifica como un municipio de pobreza alta con un índice de desarrollo humano bajo[5] (0.47) (Alcaldía Municipal de Matiguás 2006). Según Nitlapan-UCA (2001) se localiza en la Cuenca Lechera del Interior, presentando buen acceso al mercado, infraestructura vial que favorece la reactivación del acopio lechero (empresas procesadoras) y la instalación de fábricas de queso artesanales.

El principal uso del suelo en Matiguás corresponde a la ganadería doble propósito con pastoreo extensivo (Betancourt et ál. 2003), se caracteriza por encontrarse dominado por una matriz de pasturas abiertas que cubren el 56% del municipio, con 15% de pasturas arboladas, 11% de fragmentos de bosques, 7% de charrales, 3% de corredores ribereños, 2% de cercas vivas y 6% con otros usos de suelo (Useche 2006). Con una diversidad florística alta (180 especies arbóreas registradas), lo que representa el 37% de las especies conocidas para el norte y litoral atlántico, predominando especies generalistas de áreas abiertas o perturbadas (Sánchez-Merlos et ál. 2005a).

4.2.2 Percepción comunitaria del agua y la biodiversidad

Para efectos de la presente investigación y específicamente para conocer la percepción comunitaria del agua y la biodiversidad, se definió el bienestar de los productores como el balance y la sinergia entre los diferentes capitales comunitarios (natural, cultural, humano, social, político, financiero y construido). De acuerdo a su función, los capitales de la comunidad pueden ser agrupados en capitales de base (capital natural, el capital humano y el cultural) y capitales de desarrollo (capital social, el capital político, el capital financiero y el capital construido). Los capitales de base forman los cimientos mediante el cual se pueden construir otros para propiciar un cambio social profundo. Por otro lado, los capitales de

[5] El Índice de Desarrollo Humano (IDH) es un indicador social estadístico que se compone de tres dimensiones: salud, educación e ingreso, cada dimensión es medida a partir de variables establecidas por Naciones Unidas (Rosemberg 1994)

desarrollo son los que mueven con mayor o menor proporción el desarrollo de las comunidades (Flora 2004, Flora et ál. 2004, NRFC 2005, Emery y Flora 2006). Se hizo énfasis en la biodiversidad y el agua como componentes centrales del capital natural.

4.2.3 Sistematización de la información secundaria

En el contexto anterior y con el objetivo de conocer la percepción de los productores acerca de las fuentes de agua en la zona de estudio y su relación con la biodiversidad y su bienestar, se efectuó una sistematización de la información provista por el proyecto "Enfoques Silvopastoriles para el Manejo Integrado de Ecosistemas" (GEF-SSP), que se ejecutó por CATIE, CIPAV y NITLAPAN-UCA en Costa Rica, Colombia y Nicaragua respectivamente y financiado por el GEF y el Banco Mundial. En Nicaragua, la línea base integró a 137 productores distribuidos en comarcas del municipio de Matiguás, estratificados[6] en tres grupos: pequeño productor agrícola-ganadero (49%), ganaderos medianos (39%), productores ganaderos semi-intensivos (12%).

También se realizó una búsqueda de información secundaria en instituciones, de carácter estatal y organizaciones no gubernamentales (ONG), involucradas con la problemática ambiental y específicamente con programas o proyectos de agua en la zona de estudio para contrastar (triangular) con la información obtenida en las entrevistas semiestructuradas y los grupos focales.

4.2.4 Identificación y selección de los productores

De los 137 productores (línea base proyecto GEF-SSP) se tomó una muestra de 59 personas (10 mujeres y 49 hombres) que al momento del estudio estuvieran activas en el proyecto, se estratificaron y renombraron en grandes (productores ganaderos semi-intensivos) (n=16), medianos (medianos ganaderos) (n=18) y pequeños (pequeño productor agrícola-ganadero) (n=25). Para la tipología de productores grandes se tomó el 100% del grupo que corresponde en la línea base, para los grupos de productores medianos y pequeños fue el 34% y 38% respectivamente.

[6] La estratificación fue realizada por medio de clúster de acuerdo a las siguientes variables: (i) Porcentaje del área agrícola en la finca según usos de suelo. (ii) Hectáreas unidades de trabajo familiar^{-1} (haUTF^{-1}). (iii) Total de vacas unidad de trabajo familiar^{-1} (vacasUTF^{-1}). (iv) Porcentaje de pastos en la finca. (v)Total días hombres unidad de área^{-1} (dht ha^{-1}).

4.2.5 Entrevistas Semiestructuradas y Grupos Focales

Con los productores y productoras seleccionados se realizaron entrevistas semiestructuradas y talleres con Grupos Focales (Grudens-Schuck et ál. 2004, Larson et ál. 2004, Madriz 2000). Esto con el fin de indagar y completar la información necesaria para el análisis de la problemática del agua en la zona. Se insistió en la importancia de que todos aporten su punto de vista sobre la problemática. Los protocolos para la entrevista y los grupos focales se elaboraron tomando como punto de partida el complementar la base de datos proporcionada por el proyecto GEF-SSP (Anexo 5). Con el fin de validar la calidad de las preguntas, tiempo de duración y vocabulario local, entre otros aspectos, se realizaron tres entrevistas piloto a productores elegidos al azar y que no integraran los grupos definidos anteriormente. Las entrevistas fueron grabadas en formato digital, para su posterior sistematización y tabulación, se transcribieron sólo aquellos fragmentos de mayor interés para el objetivo del estudio.

Para cada uno de los capitales se seleccionaron un número de indicadores (preguntas abiertas y específicas). En total se contó con 81 indicadores, entre los seleccionados de la base del proyecto GEF-SSP y los diseñados para esta investigación, clasificados por ejes temáticos dentro de cada capital (Cuadro 7). Las instituciones (n=10) relacionadas con la temática de la investigación y citadas por los productores fueron entrevistadas, para ello se elaboró un protocolo con un número de 7 a 11 indicadores (Anexo 6). Adicionalmente se realizaron recorridos por la zona de estudio con el objetivo de corroborar parte de la información suministrada durante las entrevistas a los productores.

Cuadro 7. Marco de los Capitales y ejes temáticos usados con los productores ganaderos del municipio de Matiguás, Nicaragua

Capital	Números de indicadores	Ejes temáticos
Natural	17	–Percepción de la calidad y cantidad del agua –Estrategias de conservación
Humano	4	–Capacitación en manejo del agua y biodiversidad –Calidad del agua y salud de la familia
Social	10	–Trabajo comunitario y calidad del agua –Toma de decisiones en la finca
Político	5	–Legislación e institucionalidad
Financiero	7	–Incentivos y conservación del agua –Ataques ofídicos al ganado
Construido	23	–Infraestructura y tecnologías relacionadas con la conservación y mejoramiento de la calidad del agua
Cultural	15	–Usos de la herpetofauna –Cacería y comercialización de la herpetofauna –Conocimiento de la herpetofauna –Sistemas silvopastoriles

Se realizaron talleres (n=4) con adultos y niños empleando la metodología de Grupo Focal. Éste método es una herramienta de investigación cualitativa que consiste en una reunión con modalidad de entrevista grupal abierta y estructurada (Grudens-Schuck et ál. 2004). Para ello se tuvo en cuenta lo planteado por Larson et ál. (2004) y Grudens-Schuck et ál. (2004) identificando y seleccionando previamente un grupo de personas (6 a 12 individuos) con características similares (experiencia y conocimiento sobre el tema que se va a debatir). El investigador actuó como moderador o facilitador e introdujo la temática de investigación a través de una serie de preguntas abiertas para su posterior discusión por los participantes. Previamente, se definió la duración de la reunión (90 a 120 minutos) y otros aspectos relacionados con la entrevista (consentimiento informado, ética de la investigación, preguntas, grabación de la sesión, descansos, etc.).

Asua y Taboada (2005) cuestionan esta metodología aduciendo que presenta algunas limitaciones al no ser representativa de la población general, las respuestas son subjetivas y representan la visión personal de cada participante, por lo que pueden estar sesgadas y los datos pueden ser muy difíciles de analizar. Para contrarrestar las posibles falencias se hizo un análisis de la información secundaria y un recorrido en campo con informantes clave buscando triangular las observaciones más relevantes hechas durante el taller (así como en las

entrevistas) y que podrán brindar resultados primordiales en la búsqueda de posibles soluciones o mitigación a la problemática.

4.2.6 Análisis de los datos

Las entrevistas semiestructuradas fueron tabuladas en una matriz conformada por tipo de productor (pequeño, mediano y grande) e indicadores (variables) agrupados por capital (natural, humano, social, político, cultural, físico o construido y financiero). La información adicional más relevante obtenida durante las entrevistas y en los Grupos Focales se agrupó por capitales en mapas mentales utilizando el programa Mindjet MindMananger ® Pro 7 versión 7.0.429.

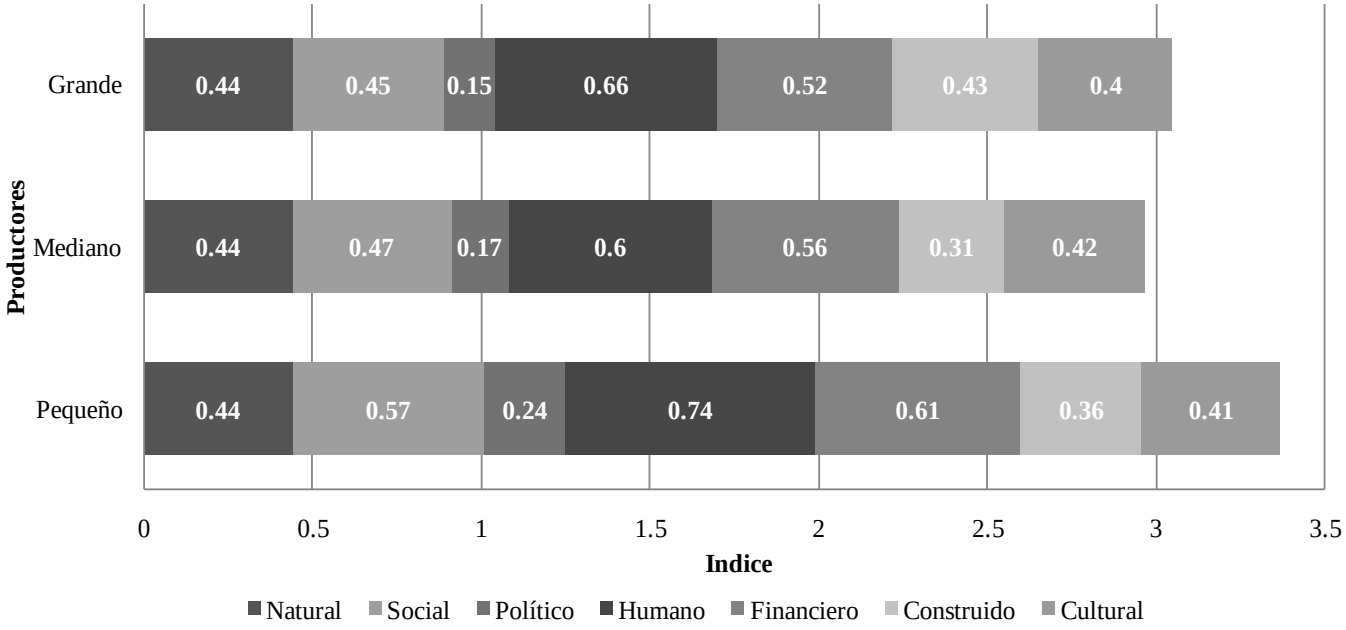
Se aplicó estadística descriptiva y tablas de frecuencia para analizar las variables obtenidas de la línea base del proyecto GEF, complementada con la información obtenida de las entrevistas semiestructuradas. Se identificaron los factores relacionados con la percepción de los tres tipos de finqueros sobre la calidad de las fuentes de agua para consumo humano y animal y su relación con la biodiversidad y con su bienestar. Se construyeron dos índices (índice por capital e índice general) para cada uno de los productores entrevistados (n=59) utilizando el software estadístico InfoStat/Profesional 2007p. Los enunciados de los indicadores previamente fueron estandarizados como afirmativos. El índice por capital se elaboró tomando las respuestas de los indicadores de cada capital, estas fueron llevadas al intervalo [0,1] para su posterior sumatoria, el resultado corresponde al índice por capital. El índice general, consistió en la sumatoria de los índices por capital transformados al intervalo [0,1]. Los valores de los índices fueron analizados por una comparación de medias y un ANAVA de acuerdo al tipo de productor. Se utilizó el software estadístico InfoStat/Profesional 2007p para los análisis. Los resultados fueron contrastados con la información adquirida de las instituciones para fundamentar la sinergia entre los capitales en relación con el capital natural.

4.3 Resultados y discusión

4.3.1 Grupos de productores y capitales

No se encontraron diferencias significativas ($p \leq 0.05$) en la percepción de los tipos de productores (grandes, medianos y pequeños) con respecto a la relación entre biodiversidad y

calidad de agua y la clase de capital. En el índice general de capitales por tipo de productor el menor valor fue para el grupo mediano (2.97) y el mayor fue para los pequeños (3.37) (Figura 10). Según el índice de capitales (Figuras 10 y 11), el capital político es percibido como de menor incidencia[7] seguido del capital construido (reportes similares en las diferentes tipologías). Los capitales humano, financiero y social son los que se reportan como de mayor peso en el índice total.



[7] Los productores se refieren insistentemente a una sentida ausencia de institucionalidad y la falta de implementación de leyes.

Figura 10. Aporte de cada capital al Indice General según la tipología de los productores ganaderos en el municipio de Matiguás, Nicaragua.

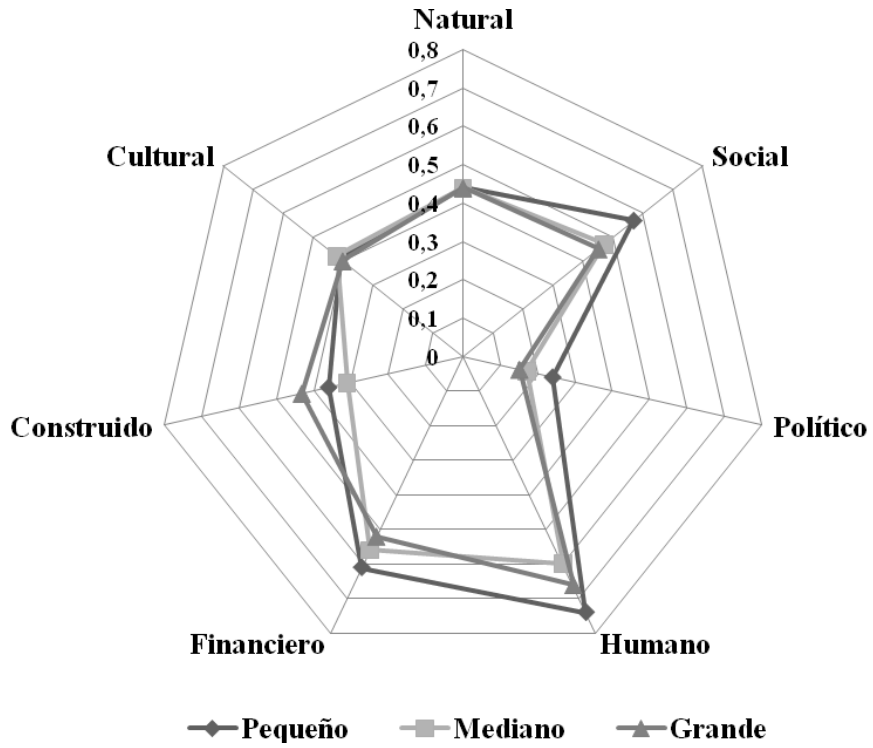


Figura 11. Percepción de la relación entre calidad de agua y biodiversidad y los capitales de los productores ganaderos en el municipio de Matiguás, Nicaragua.

4.3.2 Capital Natural

4.3.2.1 Percepción de la calidad y cantidad del agua

De acuerdo a lo detallado en el Cuadro 8, cuatro de los 10 indicadores que conforman el tema de percepción de la calidad y cantidad del agua se relacionan con la tipología del productor (Chi Cuadrado $p \leq 0.05$). El 69% de los grandes productores consideran que la calidad y cantidad del agua no afecta al ganado, mientras que la mayoría de los medianos (72%) y de los pequeños (60%) afirman que si hay relación entre la calidad y cantidad del agua con la salud de sus animales. Algunos productores (24%) son conscientes que el agua no es de buena calidad para sus animales, pero al no tener más fuentes deben hacer uso de estas y evitar gastos adicionales por el traslado del ganado en busca de agua. Al respecto algunos productores comentan:

"…mi amigo de Matiguás me dijo: estas en la gloria que agarras un poco de agua, así sea sucia, pues yo tengo que pagar un camión para jalar 200 pichingas[8] de agua para mis vacas" (Productor mediano, hombre adulto, El Gavilán).

"…yo miro que a los demás no, es que nosotros no tenemos agua, sólo hay un pozo y estamos aguando allá, en una quebradita ya seca y bien fea, toda amarilla, entonces parece que está afectada esa agua, y las llevamos aguar al Bul Bul otro riito que hay ahí, pero no les cuadro esa agua, están bien enfermas" (Productor pequeño, hombre adulto, Patastule).

"Claro que es buena agua, para mí el agua buena para ganado es la que corre, la que ya no queda estancada, porque nosotros los humanos, si nosotros bebemos una agua caliente del sol a las 2 o 3 horas tenemos ardor de orina que llaman, pero si bebemos agua fría, no hay falla, no nos da nada de eso" (Productor pequeño, hombre adulto, Las Limas).

4.3.2.2 Efectos de la ganadería y la agricultura sobre calidad de las fuentes de agua

Con respecto a los efectos de la agricultura y la ganadería sobre las fuentes de agua, el 75% de los productores grandes creen que la agricultura y la ganadería inciden sobre las condiciones de las fuentes de agua que nacen y pasan por sus fincas y de estos mismos, el 81% opinan que la ganadería seguirá afectando la calidad o cantidad de las fuentes de agua, mientras que el 38% considera que la agricultura será la principal causa de contaminación de las fuentes hídricas. Este comportamiento es similar en el 83% de los productores medianos quienes consideran que la ganadería perturbará las fuentes hídricas. Pocos entrevistados mencionan la falta de un buen manejo de los empaques de los productos químicos agrícolas (principalmente herbicidas), los cuales por lo general terminan en las fuentes de agua (observación personal, Figura 12). *"No tenemos el cuidado, como decir estos litros y cosas así o los envases que vienen de los químicos los ponemos en un lugar, los atierramos, que no anden así rodando por el suelo, porque pueden llegar al agua y ahí es problema"* (Productor pequeño, hombre adulto, Patastule).

[8] Contenedor o cántaro de aluminio o de plástico con capacidad de 40 litros, utilizadas por los productores para transportar la leche desde sus fincas hasta los acopios.

Figura 12. Herbicidas empleados por los productores del municipio de Matiguás. a) Recipientes ubicados sobre la pared de un tanque de almacenamiento de agua, durante las prácticas de aplicación de estos químicos sobre los potreros. b) Envase de herbicida encontrado en el cauce de una quebrada después de su utilización (Fotos M. Gómez-Martínez).

Contrastantemente, el 60% de los pequeños productores indican que la agricultura y la ganadería no han afectado sus quebradas, aunque a futuro un gran porcentaje (60%) afirma que estas dos prácticas productivas seguirán incidiendo en los factores de calidad y cantidad de los recursos hídricos. Referente a lo antes mencionado un productor comenta: *"...la gente fumiga mucho con químico, usted sabe que eso viene a caer abajo al agua, aunque uno diga yo estoy largo, pero cuando llueve todo eso va para allá. Mire yo gracias a Dios yo no acostumbro a fumigar nada por eso, pero si usted mira a (*menciona a un vecino*) como fumigó todo eso allá y todos esos venenos vienen a caer a la caña, a los ojos de agua que tiene aquí abajo, aunque nosotros digamos no porque eso va para abajo, que se queda en la tierra, pero eso de una y otra forma llegan hasta el agua. Entonces con el tiempo nosotros tenemos toda contaminada las aguas, y eso nos va a perjudicar no solo a la ganadería, sino a nosotros también"* (Productor mediano, hombre adulto, Paiwitas)

Los entrevistados afirman como principales causas de contaminación o perturbación de los cuerpos de agua la deforestación ("*despale*") y permitir beber al ganado directamente en las quebradas o ríos ("*aguar el ganado*"). Los productores reconocen que los animales por medio de sus heces y orina están alterando las condiciones de calidad del agua, y que en la época de verano puede ser mayor el daño ya que el caudal de las quebradas y ríos es menor. A continuación se citan varios casos relacionados: *"...porque el ganado defeca en cualquier parte no tenés control de ello y esto va sobre las aguas, el ganado entra y bebe en el rió (...) van millones y millones de millones de microbios, que sirven de alimentación a los peces,*

lógico pues, pero para la gente más abajo no sirve para tomar, y si claro que la ganadería afecta" (Productor grande, hombre adulto, Las Limas).

"A la escasez de agua, si es lógico que entre más vacas hay, más escasez de agua, porque a veces lo que consume el ganado es bastante (...) si contamina algo, pues no en grandes cantidades, pero ahorita en la época de verano que son los grandes calores el ganado esta a la orilla del rió buscando agua, es la época que más contamina pues" (Productor grande, hombre mayor, Las Limas).

Esta percepción puede ser corroborada con los estudios realizados por Chará (2003) y Murgueitio (2003) quienes encontraron que la falta de cobertura vegetal nativa, la ganadería de pastoreo sin árboles y el libre acceso de los animales a los cuerpos de agua generan sedimentación y las deposiciones incrementan en gran medida los coliformes fecales y patógenos que deterioran las corrientes de agua. Contradictoriamente, algunos productores creen que al correr el agua por su cauce ("*100 metros aproximadamente*") estos contaminantes desaparecen por acción del golpe con las piedras y otros elementos propios del cauce de los ríos[9].

Los tres grupos de productores consideran que el abastecimiento del agua en la finca es suficiente para sus animales. Aunque el 63% de los grandes productores reportan que han dejado de utilizar fuentes de agua debido a la reducción del volumen de las mismas, insisten en que esto no afectará el abastecimiento en la finca. El 61% del grupo de productores medianos estima que en cinco años el suministro del agua no será suficiente para sus actividades siendo un problema latente. Situación similar es reportada por productores (9%) de los cantones de Orotina, San Mateo, Esparza y Miramar en el Pacífico de Costa Rica quienes manifestaron como problema para el ganado la escases de agua durante la época seca (Fujisaka et ál. 1997).

En general los productores reconocen que existe una relación entre la herpetofauna presente en las fuentes de agua con la calidad de las mismas. Algunos productores (66%) perciben que los reptiles y anfibios se observan durante todo el año. La época de mayor abundancia de los anfibios (ranas y sapos) según el 78% de los entrevistados es en invierno, aunque un 15% observa que están presentes durante todo el año, el restante 7% las avista en verano o no se han percatado. En el caso de los reptiles (lagartijas y serpientes) su distribución a lo largo del año es más homogénea, ya que el 36% de entrevistados las observan en verano,

[9] Como se afirmó repetidas veces en las conversaciones y entrevistas con los productores

el 27% durante todo el año, el 7% en invierno y un 15% no se ha percatado al respecto (Cuadro 8).

Cuadro 8. Indicadores que conforman el tema de percepción de la cantidad del agua del capital natural en productores ganaderos del municipio de Matiguás, Nicaragua.

Indicador	Valor P máximo verosímil	Tipología					
		Pequeño (n=25)		Mediano (n=18)		Grande (n=16)	
		Si	No	Si	No	Si	No
–La calidad y cantidad del agua afecta al ganado.	**0.0459**	60*	40	72	28	31	69
–La calidad del agua en la finca para los animales u otras actividades es buena **.	0.1445	88	12	72	28	62	38
–Existe una relación entre la herpetofauna con la calidad del agua.	0.2255	76	24	94	6	81	19
–Están presentes los reptiles y los anfibios durante todo el año.	0.0904	76	24	72	28	44	56
–La agricultura afectará la calidad o cantidad del agua.	0.2016	64	36	44	56	38	62
–La ganadería afectará la calidad o cantidad del agua.	0.4382	68	32	83	17	81	19
–La agricultura y ganadería han afectado las fuentes de agua que nacen o pasan por la finca**.	**0.0290**	40	60	33	67	75	25
–Ha dejado de usar fuentes de agua debido a la reducción de las mismas**.	**0.0417**	32	68	22	78	62	38
–El abastecimiento del agua en la finca para los animales es suficiente**.	0.8381	60	40	61	39	69	31
–En 5 años el abastecimiento del agua en la finca será suficiente**.	**0.0373**	60	40	39	61	81	19

*Frecuencias relativas por filas (expresadas en porcentajes), ** Indicador tomado de la base de datos del Proyecto GEF-SSP.

4.3.2.3 Estrategias de conservación

Los diferentes grupos de productores ganaderos en su gran mayoría (más del 92%) protegen los nacimientos que hay en las fincas (Cuadro 9). También coinciden en afirmar que han dejado bosques o partes de bosques sin cortar porque creen que favorecen la flora y la fauna presentes en sus propiedades. Sin embargo como expresó un productor entrevistado una

de las principales causas de no conservación del agua es la falta de cultura o conciencia la cuales pueden ser reforzadas por un programa o proyecto de educación ambiental: *"…conservar el agua no es complicado, lo que pasa es falta de cultura de la conservación del agua, es más fácil deforestarla que reforestarla, por eso le digo que falta un programa para los productores y toda la gente que tiene agua, porque aquí hay mucha agua, en este país pues, esta zona donde nosotros vivimos donde quiera hay agua, lo que no hemos sabido es conservarla"* (Productor grande, hombre adulto, Las Limas).

Con respecto a resultados obtenidos con las cercas vivas, los árboles dispersos y la regeneración natural para la permanencia de fuentes de agua en las fincas, entre el 50% y el 81% de los diferentes productores opinan que no han visto un resultado favorable (Cuadro 9).

Cuadro 9. Indicadores que conforman el tema de estrategias de conservación del agua y la biodiversidad del capital natural en productores ganaderos del municipio de Matiguás, Nicaragua.

Indicador	Valor P máximo verosímil	Tipología					
		Pequeño (n=25)		Mediano (n=18)		Grande (n=16)	
		Si	No	Si	No	Si	No
–Protege los nacimientos de agua que hay en la finca**.	0.3578	92*	8	94	6	100	00
–Ha obtenido algún resultado con las cercas vivas para la permanencia de fuentes de agua**.	0.2197	24	76	39	61	50	50
–Ha obtenido algún resultado con los árboles dispersos para la permanencia de fuentes de agua**.	0.6567	12	88	22	78	19	81
–Ha obtenido algún resultado con la regeneración natural para la permanencia de fuentes de agua**.	0.4166	20	80	33	67	38	62
–Ha dejado bosques o partes de bosques sin cortar porque estos benefician a flora y fauna de su finca**.	0.6428	72	28	61	39	75	25

*Frecuencias relativas por filas (expresadas en porcentajes), ** Indicador tomado de la base de datos del Proyecto GEF-SSP.

4.3.3 Capital Humano

4.3.3.1 Calidad del agua y salud de la familia

La mayoría de los productores pequeños, medianos y grandes (92%, 67% y 75% respectivamente) afirman que la calidad del agua para consumo doméstico no afecta la salud de sus familias, aunque señalan que los análisis de laboratorio no han sido hechos a sus fuentes de agua. Es de resaltar que el Centro de Salud y la Alcaldía Municipal del municipio de Matiguás realizan monitoreos a los pozos de agua comunales que existen en las diferentes veredas. Durante las entrevistas de esta investigación se conoció que algunas de estas pruebas

han reportado la presencia de coliformes fecales por encima de los niveles permitidos[10] (Anexo 7).

4.3.3.2 Capacitación en manejo del agua y biodiversidad

El 50% de los medianos y grandes productores entrevistados (Cuadro 10) afirman que han recibido capacitaciones sobre el manejo del agua o animales silvestres. El porcentaje es menor (44%) cuando se trata de los pequeños productores. Los entrevistados señalan varias instituciones (Figura 13) como las encargadas de trabajar en temas de capacitación y asesoramiento del agua. Ninguno de los productores entrevistados manifestó haber tomado capacitaciones específicas sobre el manejo de la herpetofauna, pese a que el 37% de los entrevistados consideran que alguna especie de reptil o anfibio ha sido problemático para sus animales o cultivos (Cuadro 10).

Varias especies son reportadas como nocivas por los productores. *Sceloporus variablilis* (lagartija) la cual corta y arranca las plántulas de maíz durante la germinación. Por su baja incidencia estos daños no son considerados económicamente importantes, además con prácticas culturales como la "hulera[11]" pueden ser alejadas de los cultivos. Un solo productor reportó la aplicación de un biocida de síntesis química para contrarrestar estos ataques. El *Bufo marinus* es asociado según los productores con enfermedades en juveniles de aves de corral al "chupar" la cloaca. En cerdos este mismo comportamiento ocurre en la herida producto de la castración. En general, de las especies de serpientes reportadas (Cuadro 15) la mayoría son consideradas como peligrosas para los productores y el ganado.

[10] En Costa Rica el Reglamento para la Evaluación y Clasificación de la Calidad de Cuerpos de Agua Superficiales determina para el abastecimiento de agua para uso y consumo humano (Clase 1) permite <20 unidades formadoras colonias (UFC), con tratamiento simple de desinfección (MINAE 2007). En Honduras la Norma Técnica Nacional para la Calidad del Agua Potable no permite la presencia de UFC (Reyes 2006).

[11] Resortera o tirachinas, horquilla con mango a cuyos extremos se unen los de una goma para estirarla y disparar así piedrecillas, perdigones, etc. (RAE 2007).

Cuadro 10. Indicadores que conforman los temas de calidad del agua y salud de la familia y capacitación en manejo del agua y biodiversidad del capital Humano en productores ganaderos del municipio de Matiguás, Nicaragua.

Indicador	Valor P máximo verosímil	Tipología					
		Pequeño (n=25)		Mediano (n=18)		Grande (n=16)	
		Si	No	Si	No	Si	No
–La baja calidad del agua afecta la salud de su familia.	0.0930	8*	92	63	67	25	75
–La baja calidad del agua ha afectado su consumo.	0.0930	8	92	63	67	25	75
–Algún especie de reptil o anfibio le ha causado problemas.	0.7077	32	68	44	56	38	62
–Ha recibido asistencia técnica o capitación sobre el manejo del agua o animales silvestres.	0.9011	44	56	50	50	50	50

*Frecuencias relativas por filas (expresadas en porcentajes).

4.3.4 Capital Social

4.3.4.1 Trabajo comunitario y calidad del agua

En torno a la problemática del agua, se reporta que en algunas comarcas se organizaron y gestionaron proyectos para garantizar el acceso y abastecimiento permanente del agua. Los entrevistados en su totalidad manifiestan la intención de trabajar con otras personas y consideran que esto podrá mejorar la calidad del agua en su comarca (Cuadro 11). Es así como surge el proyecto de acueducto comunal en las comarcas de Paiwitas, Paiwas y San Ignacio con una cobertura de 45 familias. Similares estrategias fueron adoptadas en las comarcas Las Limas y Patastule por los productores en la gestión de pozos comunales. En todos los casos, los beneficiarios de los proyectos se asocian y conforman una organización denominada Comité de Agua, la cual tiene como objetivo velar por el buen manejo, administración y uso del agua en los acueductos y pozos públicos rurales de las comarcas.

Los usuarios de cada proyecto eligen por votación una Junta Directiva por un periodo de dos años. Este órgano de dirección es conformado por un Coordinador o Presidente, Vice-coordinador o Vicepresidente, Secretario, Reforestación, Tesorero o de Finanzas y Mantenimiento o Fontanero. En algunos comités la figura de Secretario es reemplazada por un

Fiscal. Este comité elabora un reglamento que se legaliza por medio de la firma en conjunto entre los usuarios y las instituciones encargadas de velar por el manejo de los recursos naturales como Policía Nacional, Centro de Salud San José, el Juzgado y la Alcaldía Municipal de Matiguás y la ENACAL de Matagalpa. Cada Comité de Agua es autónomo para tomar las decisiones relacionadas con el manejo de agua. Entre las actividades más relevantes están el manejo del dinero por concepto de afiliación y mensualidades, programación de la jornadas de mantenimiento y limpieza de las instalaciones y aceptación o rechazo de nuevos usuarios. Es importante resaltar que la participación en los comités de agua presentes en la zona de estudio no supera el 44% en los pequeños productores, seguido de los medianos (39%) y grandes (38%) (Cuadro 11).

Todos los productores grandes y medianos entrevistados consideran que existen problemas de calidad y acceso en las fuentes de agua local y nacional. En menor porcentaje (88%) los pequeños productores ratifican esta apreciación. A nivel nacional, algunos casos son producto de la explotación excesiva de los acuíferos y a la degradación progresiva de la calidad del agua por las actividades agrícolas e industriales. Esta situación es una amenaza latente para la disponibilidad futura de agua para usos vitales de la población (Castillo et ál. 2006). Otros casos relacionados con la contaminación de pozos públicos por empresas (López 2007), problemáticas por pozos clausurados (Munguía y Pérez 2007) y la nueva Ley de Aguas (Pantoja y Córdoba 2007) son algunos de los reportes que frecuentemente son publicados en los diarios nacionales (El Nuevo Diario, La Prensa).

Cuadro 11. Indicadores del capital social que conforman los temas de trabajo comunitario y calidad del agua en el manejo del agua y la biodiversidad en productores ganaderos del municipio de Matiguás, Nicaragua.

Indicador	Valor P máximo verosímil	Tipología					
		Pequeño (n=25)		Mediano (n=18)		Grande (n=16)	
		Si	No	Si	No	Si	No
–Le gustaría trabajar con otras personas para mejorar la calidad del agua.	0.3317	100*	0	100	0	100	0
–Cree que trabajar con otras personas en su comunidad podrá ayudar a mejorar la calidad del agua.	0.3317	100	0	100	0	100	0
–Existe un comité de agua en la comarca o comunidad.	0.4040	64	36	50	50	44	56
–Es miembro del comité de agua	0.9026	44	56	39	61	38	62
–La calidad y acceso de agua es un gran problema en Nicaragua, Matagalpa o su comunidad.	0.0681	88	12	100	0	100	0

*Frecuencias relativas por filas (expresadas en porcentajes), ** Indicador tomado de la base de datos del Proyecto GEF-SSP.

4.3.4.2 Toma de decisiones en la finca

Los productores entrevistados comparten la toma de decisiones en el manejo de la finca, en mayor porcentaje los pequeños (88%) y medianos (89%). El 31% de los grandes productores comparten con personas distintas a su familia (mandadores o mayordomos). El más alto porcentaje de participación de las esposas en la toma de decisiones se presenta en los pequeños productores (48%), seguido de los medianos (28%) y en último lugar están los grandes (13%). Es de notar que a nivel familiar este último grupo tiene un poco más preferencia por los hijos en cuanto a la toma de decisiones (Cuadro 11).

Cuadro 12. Indicadores del capital social que conforman la toma de decisiones en la finca en relación al manejo del agua y la biodiversidad por productores ganaderos del municipio de Matiguás, Nicaragua.

Indicador	Valor P máximo verosímil	Tipología					
		Pequeño (n=25)		Mediano (n=18)		Grande (n=16)	
		Si	No	Si	No	Si	No
–Comparte la toma de decisiones del manejo de la finca**.	0.4728	88*	12	89	11	75	25
–Comparte con la esposa**.	**0.0449**	48	52	28	72	13	87
–Comparte con los hijos**.	0.4728	12	88	11	89	25	75
–Comparte con los hijos e esposa**.	0.8231	24	76	28	72	19	81
–Comparte con otros**.	0.2548	12	88	28	72	31	69

*Frecuencias relativas por filas (expresadas en porcentajes), ** Indicador tomado de la base de datos del Proyecto GEF-SSP.

4.3.5 Capital Político

4.3.5.1 Legislación e institucionalidad

En su totalidad los productores entrevistados consideran que necesitan al gobierno o alguna ONG para proteger y mejorar la calidad del agua (Cuadro 13). El marco institucional reportado por los productores entrevistados está conformado por 17 entidades gubernamentales y no gubernamentales involucradas en la problemática del agua y la biodiversidad (Figura 13). La instituciones más frecuentemente mencionadas son Nitlapan-UCA (38%), ENACAL (14%), SANEBAR (11%), Agua para la Vida (11%) y FONDEAGRO (6%). Durante las entrevistas, el 37% de los productores al menos reconocen una institución, un porcentaje cercano (34%) no identifica a ninguna entidad. El 14%, 12% y 3% de los productores (pequeños, medianos y grandes, respectivamente) reconocen dos, tres o cuatro instituciones. Además citan principalmente como posibles ayudas por parte de estas entidades la adecuación y construcción de pozos y pilas, análisis de calidad de las fuentes de agua para consumo humano y animal, facilitación de materiales relacionados con el transporte de agua, capacitación y asistencia técnica.

El 90% de los productores afirman que es necesario la implementación de más leyes que regulen la protección y manejo de los recursos naturales (agua y biodiversidad). Algunos

de los factores mencionados por los entrevistados es la falta de conocimiento y aplicación de la legislación (incluyendo la poca presencia de la Policía Nacional o la Alcaldía Municipal), falta de conciencia y educación de los productores. Un productor menciona: *"tal vez yo no he quemado mucho, pero hay vecinos que han quemado, la vez pasada me quemaron una montaña grande que tengo ahí, y yo la reporté, o sea que en la alcaldía esta reportado eso, cuando me quemaron eso, al que me quemó no le hicieron nada, porque se dieron cuenta quien fue, y lo hizo porque fue a quemar un pedacito de potrero, de un pedacito de él, y se me quemó una montaña como de 25 o 30 manzanas. Se pasó el fuego, y me hizo desastre la montaña, se quemaron monos, congos; así quedó en la alcaldía; cusucos; yo también a los NITLAPAN les conté eso fue una barbaridad lo que se perdió, pero no se hizo nada si"* (Productor grande, hombre adulto, Las Limas).

El Consejo Municipal del municipio de Matiguás emanó como medida de control para mitigar los diferentes casos de abuso contra la fauna y flora, la Norma de Regulación y Control en el Manejo y uso de los Recursos Naturales y del Ambiente (Alcaldía Municipal de Matiguás 2003). Esta norma no es conocida en la comunidad e incumplida por algunos de los habitantes. Según entrevista realizada a la Policía Nacional (Municipio de Matiguás) en los ocho primeros meses de 2007 se realizaron seis operativos para controlar el transporte de leña. Ningún operativo fue realizado para controlar el vertimiento de aguas residuales en los ríos o quebradas, lavado de vehículos[12] o recipientes para el transporte de productos lácteos o caza y comercialización de animales como *Iguana iguana* y *Ctenosaura similis* vedados por el MARENA.

[12] Pese a que está prohibido el lavado de vehículos y otras actividades, es muy frecuente en el puente del río Bul Bul (vía que comunica a Matiguás con el municipio de Río Blanco) encontrar libremente la realización de esta actividad (Observación personal, Anexo 8).

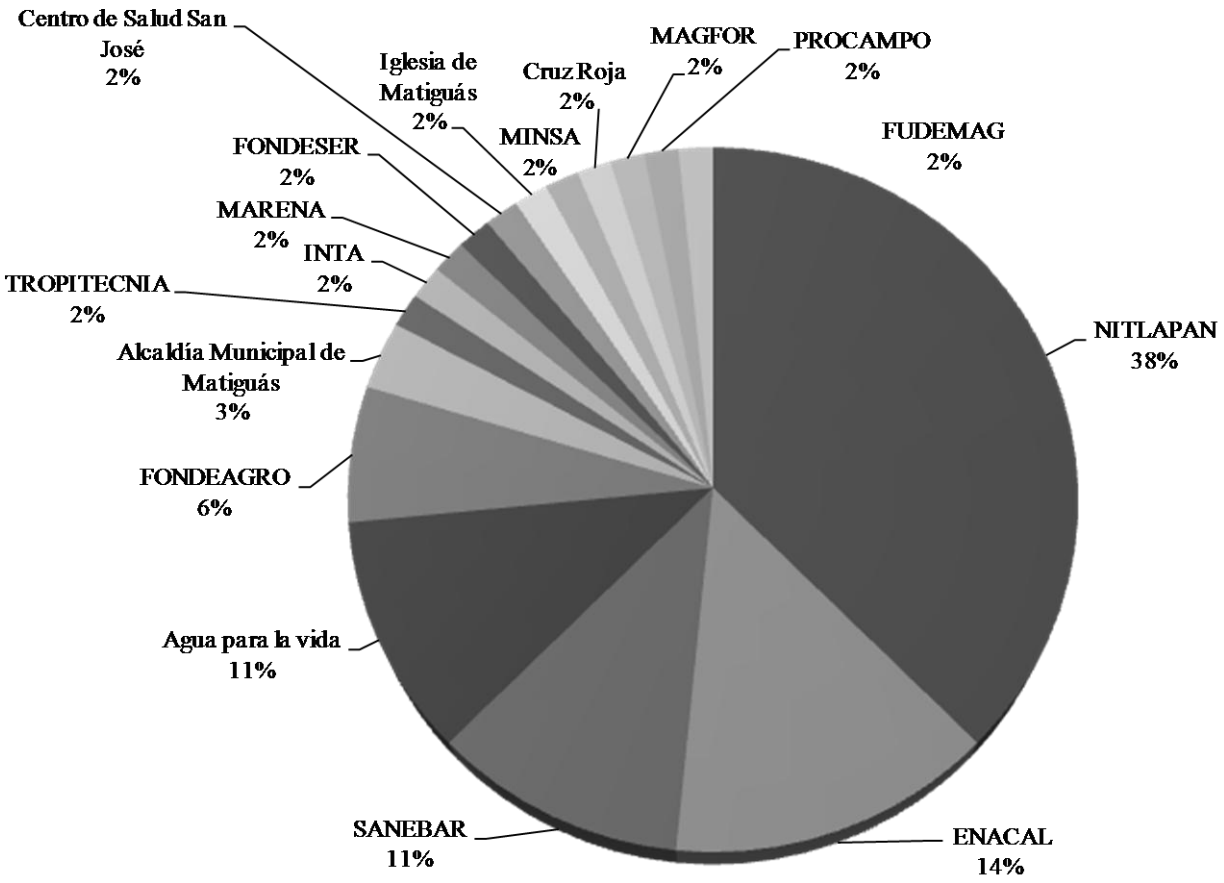


Figura 13. Entidades que conforman el marco institucional de la problemática del agua y la biodiversidad según los productores ganaderos en el municipio de Matiguás, Nicaragua.

Cuadro 13. Indicadores que conforman los temas de legislación e institucionalidad del capital político en productores ganaderos del municipio de Matiguás, Nicaragua.

Indicador	Valor P máximo verosímil	Tipología					
		Pequeño (n=25)		Mediano (n=18)		Grande (n=16)	
		Si	No	Si	No	Si	No
–Necesita al gobierno y/o ONG para la protección y mejoramiento de la calidad del agua.	0.3317	100*	0	100	0	100	0
–Falta una mejor implementación de leyes para proteger a nuestro patrimonio de agua y biodiversidad.	0.4474	84	16	94	6	94	6

*Frecuencias relativas por filas (expresadas en porcentajes)

4.3.6 Capital Financiero

4.3.6.1 Incentivos y conservación del agua

Las tipologías pequeño y grande reconocen en su totalidad que es importante ofrecer un tipo de incentivo y destinar más recursos públicos que favorezca la conservación y mejoramiento de la calidad y acceso del agua. En un menor porcentaje (94%) los productores medianos consideran favorable estas medidas (Cuadro 14). Entre los incentivos mencionados por los productores están la construcción de pozos artesianos[13], la provisión de materiales para el mejoramiento y adecuación de los pozos artesanales y pilas (tanques de almacenamiento de agua), materiales para el transporte de agua y aislamiento de las nacientes, análisis de la calidad del agua, entre otros (Figura 14).

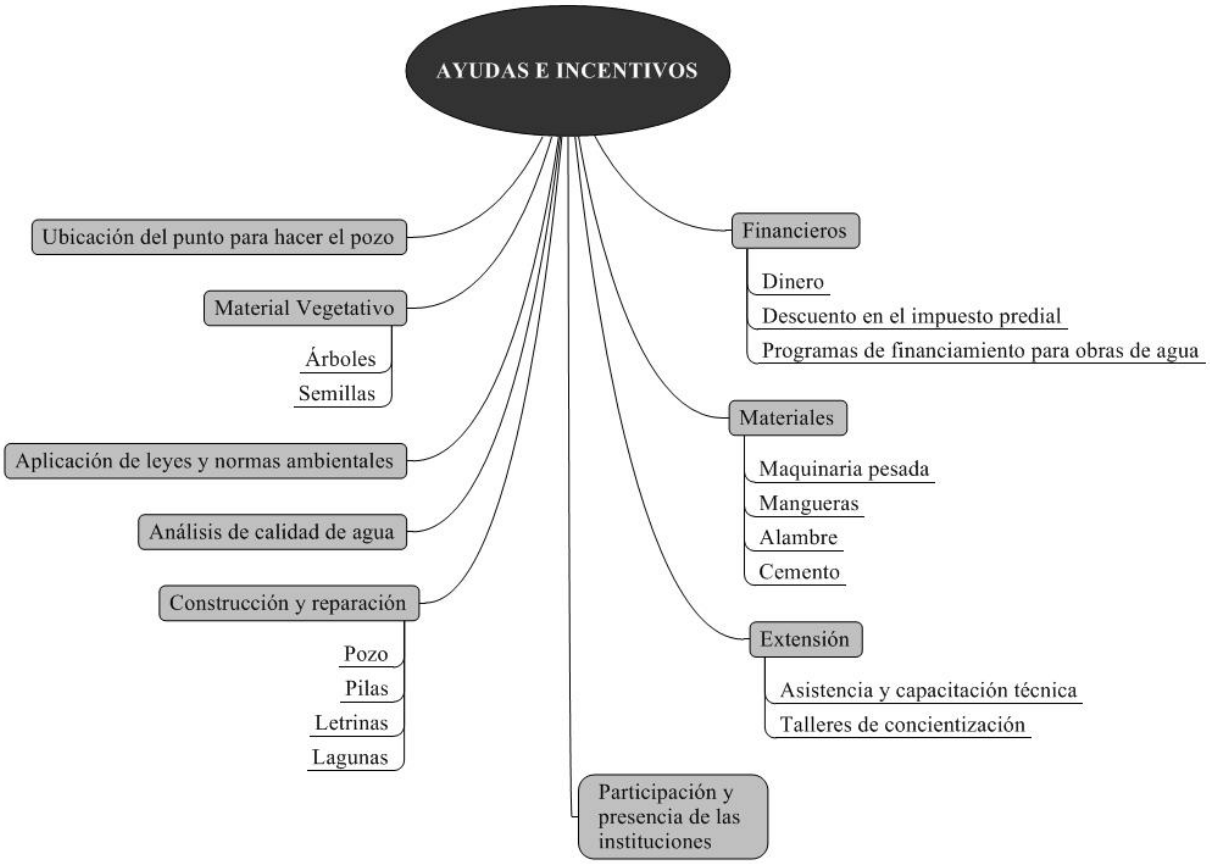


Figura 14. Incentivos y ayudas mencionadas por los productores ganaderos del municipio de Matiguás que podrían ser brindadas por las instituciones o proyectos para la conservación, cuidado y mejoramiento de las fuentes de agua para consumo humano y animal.

[13] Pozos perforados, de diámetros reducidos y construcción totalmente mecanizada.

Algunos productores afirman que hay una ausencia de instituciones financieras que otorgan créditos, préstamos o incentivos monetarios para la construcción de obras de almacenaje, conducción o abastecimiento del agua en las fincas. Esta información fue corroborada con las instituciones que ofrecen paquetes financieros en el Municipio. No obstante, algunos productores logran financiamiento para estas obras, utilizando ante las financieras figuras distintas de inversión del dinero a las aprobadas. "*Sí, tome un crédito para hacer el pozo (…) no dije que era para hacer el pozo, porque no me lo daban, si me dan para vacas, para ganado pues, pero para pozo no, para construcciones no. Yo dije voy a comprar dos vacas, bueno entonces tomé 1895 dólares*[14] (se refiere a la respuesta de la financiera), *me fueron a ver las vacas, entonces yo di las mías e invertí el dinero en el pozo"* (Productora mediana, mujer adulta, Patastule).

Otros productores argumentan la falta de cobertura de las entidades hacia los productores pequeños. Recurrentemente otros mencionaron el temor de tener obligaciones financieras. *"…uno se sostiene a sufrir, porque aquí en este país no tenemos una financiera que nos proteja, a un campesino o al sector bajo. Uno se resigna a que el animal este tomando agua mala (…) ahora tome la decisión de que tengo hacer el pozo, si hay algún organismo que me ayude pues bienvenido, y si no está, pues ni modo, me tocará a mi*" (Productor mediano, hombre adulto, El Gavilán).

Otro factor importante es que el 100% de los entrevistados opinan que mejorar la calidad y cantidad de las fuentes hídricas de consumo humano y animal presentes en las fincas valorizará las propiedades. Consideran igualmente que la madera y las vías de acceso que estén en la finca también influirán sobre el valor de la propiedad. También recomiendan la época ideal para comprar una finca en verano, otros afirman que muchas fincas dependen de la época (invierno y verano) para su óptima producción. Un productor entrevistado opina al respecto: *"...en verano, para saber si tiene agua, ver como es el pasto, porque en el verano todo se escasea. (…) hay otras que sólo son fincas veraneras, porque en el verano lleve menos, hay agua y pastos, hay otras que sólo son de invierno, que sólo en el invierno hay agua y hay comida, hay otras que sirven en las dos épocas, tienen agua en el invierno y en el verano, no son frías, no tienen demasiada precipitación de agua y no son muy fangosas pueden andar en el invierno y en el verano los animales, esa es la finca cara, porque sirven en las dos épocas*" (Productor grande, hombre adulto, Las Limas).

[14] 18.47 córdobas por un dólar americano, según la tasa de cambio oficial al 10 de julio de 2007 (BCN 2007).

Igualmente, la mayoría de los productores (75% al 80%) piensan que si cambian las pasturas naturales a pasturas mejoradas podrán obtener un mayor beneficio para la finca y la familia. Además creen que adquirir más tierras o colocar riego no ayudará a mejorar la situación económica del hogar (Cuadro 14), Un productor mencionó que compró más tierra por requerimiento de pasturas para su ganado: *"si, un pedacito de tierra que compre al otro lado, vendí una vaquita y compre allá al otro lado, entonces las tenemos allá y tenemos una picadora, entonces allá estamos picando, un señor me dijo que me iba a dar pasto, entonces nos llevamos la picadora para estarle dando a los animales, a nosotros se nos termino el pedacito que teníamos aquí (…) se lo comieron ahí las vacas (…) el verano muy largo no alcanzo fíjese que siempre hemos ajustado (…) si para darle de comer a los animalitos porque no se ajusta con ese pedazo (…) si ya allí hay una quebradita que también está seca ahorita en el verano en el invierno es buena quebradita ahí se alimenta, ahorita solo que haciendo un pocito, teníamos esa idea"* (Productor pequeño, hombre adulto, Patastule).

4.3.6.2 Inversión y gastos relacionados con disponibilidad de agua

Muy pocos de los entrevistados dijeron cuánto dinero gastan e invierten al año para tener agua para uso humano y animal en las fincas. Los gastos estimados varían de acuerdo a la actividad realizada que van desde 52 dólares hasta 2700 dólares, pero la gran mayoría es consciente que se realizan una inversión para lograr el acceso al agua: *"… este mes de abril y parte de mayo son los dos meses que le cuesta a uno, porque se seca* (el agua)*, si claro que lleva sus costos, lleva sus cosas, porque tiene que tener una persona para que este acarreando el agua, haciendo ese trabajito ahí*. (…) *para echarlas* (el agua) *a unas pilas, a los bebederos, hay que acarrearlas en pichingas, unos en vehículos otros en bestias y del ojo de agua que tengan algunos, hasta del Bul Bul llevan el agua, de los ríos grandes…*" (Productor mediano, hombre, Las Limas).

Para la construcción de un pozo los productores invierten de 217 a 1283 dólares[15], este costo depende de factores como la profundidad de cavado, dureza del suelo, revestimiento de las paredes, brocado y tipo de bomba. Según lo narrado por un "*pocero*" entrevistado, la localización del sitio de perforación (dos posibles puntos) vale 54 dólares, cavar una vara cuesta 5 dólares y el brocal o revestimiento final vale 108 dólares. Sin embargo, algunos productores mencionaron que otro pocero cobra 11 dólares por ubicar el punto, en algunos

[15] 18.47 córdobas por un dólar americano, según la tasa de cambio oficial al 10 de julio de 2007 (BCN 2007).

casos por amistad esta misma persona no cobra por sus servicios. En algunas fincas la cavada del pozo la realiza el padre en compañía de sus hijos.

Las personas que tienen acueducto pagan una mensualidad por este servicio de 0.54 dólar, el dinero recaudado es manejado por el Comité de Agua quien decide su inversión, principalmente es para reparaciones en las tuberías. En el caso de los pozos comunales la tarifa mensual es determinada por el Comité de Agua, en promedio es de 1 dólar mensual, los cuales van a un fondo común que es administrado por el Comité. El dinero recaudado es utilizado en las reparaciones necesarias del área comunal del pozo. Otros gastos incurridos por los algunos de los productores son la adecuación de pilas o albercas, compra de pichingas o barriles, transporte de agua y reforestación de las fuentes de agua.

4.3.6.3 Accidentes ofídicos

Los accidentes ofídicos se dan principalmente en ganado, algunos en equinos y unos pocos en gallinas. El mayor porcentaje (63%) de ataques ofídicos en las fincas se presenta en el grupo de grandes productores, seguido de los medianos (33%) y por último los pequeños (24%) (Cuadro 14). Esta distribución en el ataque puede relacionarse con el hecho que los grandes productores cuentan con más cabezas de ganado por unidad de área que los otros grupos aumentando la probabilidad de que un evento de esta naturaleza ocurra. Al respecto, la bibliografía consultada reporta que en sistemas de producción de doble propósito en la región central del pacífico (Costa Rica) el 5% de productores entrevistados (n=44) citan a las serpientes como problema para el ganado (Fujisaka et ál. 1997).

La especie *Bothrops asper* conocida localmente como Barba Amarilla es la más citada durante los talleres con grupos focales en ataques ofídicos, seguida de *Lachesis stenophrys* (Matabuey). Esta última serpiente no se reportó en los muestreos realizados en fincas ganaderas del municipio de Matiguás (numeral 3 de este documento), los registros más cercanos para la zona son en el municipio de Chontales (Köhler 2001). Además, Solórzano (2004) y Köhler (2003) describen que *L. stenophrys* se relaciona estrechamente con la selva húmeda inalterada o bosque lluvioso primario, haciéndola muy vulnerable debido a la acelerada destrucción de la cobertura natural. Esto posiblemente indica que es otra especie la responsable de los accidentes en las fincas ganaderas del municipio de Matiguás, como la serpiente *Xenodon rabdocephalus* conocida como la falsa terciopelo.

Como síntoma del ataque ofídico en el ganado los entrevistados señalan que se presenta inflación y secreciones de la zona afectada por acción del veneno, esto coincide con lo reportado por varios autores quienes consideran que el veneno está constituido por más de 50 sustancias, entre ellas la histamina, la serotonina y otros péptidos, que son los responsables de provocar la actividad inflamatoria, acciones vasomotoras y la producción de dolor durante el envenenamiento (INS 2000, Rodríguez-Acosta 2001, Castrillón-Estrada et ál. 2007). En otros casos los entrevistados reportan la *Boa constrictor* principalmente como la causante de ataques a aves de corral.

La información suministrada por el personal médico del Centro de Salud San José de Matiguás relacionada con accidentes ofídicos fue: nueve casos registrados en el 2006, de los cuales un sólo caso fue por mordida de serpiente venenosa (no identificada). Para el 2007 (enero hasta agosto) se reportaron tres casos, ninguno por serpiente venenosa. Más de la mitad de los ataques ofídicos reportados en estos años se presentaron en menores de edad (1 a 17 años). Cuatro de los pacientes realizaban actividades agrícolas y de lavandería en los ríos al momento de la mordedura por serpiente. Según lo reportado por el Centro de Salud se cree que son más los casos de este tipo, pero debido a diversos factores, principalmente el cultural los afectados no buscan tratamiento médico especializado, sino que acuden a prácticas de medicina tradicional como los curanderos. Este tipo de tratamiento es muy practicado también en el ganado.

Cuadro 14. Indicadores que conforman los temas de incentivos y conservación del agua y accidentes ofídicos en el capital financiero de productores ganaderos del municipio de Matiguás, Nicaragua.

Indicador	Valor p máximo verosímil	Tipología					
		Pequeño (n=25)		Mediano (n=18)		Grande (n=16)	
		Si	No	Si	No	Si	No
–Incentivos monetarios individuales son muy importantes para el mejoramiento de la calidad y acceso del agua.	0.2991	100*	0	94	6	100	0
–Mejorar la calidad del agua aumenta el valor de la propiedad**.	0.3317	100	0	100	0	100	0
–Mejorará la situación de la finca y de la familia si compra mas tierra en la comarca**.	0.8183	24	76	22	78	31	69
–Mejorará la situación de la finca y de la familia si cambia el pasto**.	0.9317	80	20	78	22	75	25
–Mejorará la situación de la finca y de la familia si introduce riego**.	0.1955	4	96	0	100	13	87
–Falta dedicar más recursos públicos a la protección y mejoramiento de la calidad del agua.	0.2991	100	0	94	6	100	0
–Incidencia de ataques ofídicos a los animales o humanos en la finca.	**0.0429**	24	76	33	67	63	37

*Frecuencias relativas por filas (expresadas en porcentajes), ** Indicador tomado de la base de datos del Proyecto GEF-SSP.

4.3.7 Capital Cultural

4.3.7.1 Usos de la herpetofauna

Un 28% de los pequeños y medianos productores utiliza algún reptil o anfibio como medicinal, y en menor porcentaje los grandes productores emplean estos animales (6%) (Cuadro 16). Dentro de los usos más frecuentes de la herpetofauna como medicinal, se menciona la utilización de sapos (*Bufo coccifer*) como posibles remedios o cura para la

erisipela[16]. Los productores reportan que los usan de la siguiente manera "… *uno lo agarra y se lo pasa en ayunas en todo aquello que le da uno, se pasa varias veces ahí, el sapito mire se pone más lleno de borroñitas como él, se sopla se revienta y se muere y uno se cura de eso (…) es cierto porque yo lo probé en una nietecita que sufrió de eso*". Para otras afecciones de la piel, se reporta el empleo de lagartijas: *"…la lagartija si, la hemos utilizado, o sea que yo la he utilizado, no sé si los demás la han utilizado, pero yo la he utilizado, hay una enfermedad que le sale debajo del pie, a una, que le dicen ojo de pescado, es como una ampollita pero es dura, se siente como una estaquita para dentro, entonces ese animalito lo hemos utilizado agarrándolo y pasándose así sobre él en forma de cruz, pasándola así para allá, aquí para allá* (hace la seña de la cruz en su pie)*, es la lagartija de paredes, una que es amarillita brillanta, y se sana porque yo padecía de eso, porque me lastimaba algo y tá! como que me hincaba, y se quita, porque a mí me la dieron de remedio…"* (Productor pequeño, mujer adulta, San Ignacio).

Aceites extraídos de serpientes (*B. constrictor*) e iguanas (*Iguana iguana*) son utilizados en los dolores de las articulaciones, "huesos" y otras afecciones reumáticas, hematomas por golpes en humanos y animales e inflamación de la ubre en el ganado. La forma reportada en las entrevistas y talleres es la siguiente: "…*entonces una lo mata en la mañana un ejemplo y se cuelga, y ya hasta en la tarde el aceite esta abajo de viaje, entonces ese tuco* (trozo o parte) *de ahí se echa a freír y de ahí sale el aceite de la boa"*(Productor pequeño, hombre adulto, Las Limas). Otros productores reportan usar las boas como controladores biológicos de ratas y otros roedores, como lo cita un mediano productor de la comarca Paiwitas: *"…he dejado cuatro bobas en la caña para que me controlen los ratones y ahora no tengo problemas. Una boba la lleve a la frijolera. (…) en la casa se alborotó una ratonera, entonces agarre una* (Boa) *y la traje para acá, la metimos debajo de una cama y se comió toditos los ratones…"*

Usos similares en la cura de la erisipela durante la época hispanomusulmana o andalusí (siglo IX al XII) en España son reportados por Casal y Casal (2004), los escritos narran un tratamiento para las "placas de erisipela" que consistía en aplicar un sapo vivo abierto en canal en la zona afectada, este remedio según la lógica de los autores ya está en desuso. Reportes similares en Panamá son hechos por Garay (1932) quien cita los efectos del vientre frío del

[16] Inflamación infecciosa aguda en placas que afecta la epidermis, ligada generalmente a fiebre, linfangitis, leucocitosis y ocasionalmente adenopatías regionales, típicamente está asociada al *Streptococcus pyogenes* (Fica 2003).

sapo que se frota contra las partes afectadas por la erisipela. Otros usos de los bufos son citados Duran (2006) y Ramírez (2006).

4.3.7.2 Cacería y comercialización de la herpetofauna

Del 49% de los productores que consumen reptiles o anfibios, la especie más utilizada es la iguana (*Iguana iguana*) y el garrobo (*Ctenosaura similis*). Dos casos fueron reportados de consumo de ranas (especies no identificadas) y serpientes (*Boa constrictor*). La cacería de animales silvestres la practican del 8% al 13% de los productores, reportándose un mayor hábito dentro de la tipología grande. Es de anotar que algunos productores asocian la disminución o ausencia de las iguanas y garrobos en las comarcas con la cacería indiscriminada por parte de los habitantes de estas zonas y no con la disminución de las fuentes de agua.

"…en la rivera del río, la mayoría de la gente los compran, por lo menos la gente que vive a la orilla de los ríos los agarran, se les vende a la gente de la ciudad que los compran" (Productora pequeña, mujer adulta, Patastule).

"… es que aquí por lo menos la demás gente lo come, pero nosotros es casualidad que tal vez alguien pase con esos animalitos y tal vez los que queremos comer, los compramos, pero no es que miremos un garrobito allí y lo vayamos a ir a agarrar" (Productor pequeño, hombre adulto, Patastule).

Las razones principales de consumo de la carne de iguana y el garrobo reportadas por los productores, es su alto contenido nutricional (*"de mucho alimento"*) y su buen sabor (*"es rica"*). El consumo de los huevos de la iguana fue mencionado pocas veces. Gutiérrez (1996) encontró que los habitantes de la región de Cosigüina (Nicaragua) atribuyen a la carne de Garrobo propiedades medicinales y que los hombres de la comunidad insisten en afirmar que el consumo de este animal es reconstituyente y con propiedades afrodisiacas.

Los entrevistados reportan que la mayor presión de caza para estos reptiles es en los meses de abril y mayo, incrementándose en la época de Semana Santa y coincidiendo con el periodo de veda establecido por el MARENA que se aplica desde el 1 de enero al 30 de abril de cada año (MARENA 2004). El aumento del consumo de estos animales en Matiguás obedece a la costumbre tradicional Nicaragüense de preparar carne de garrobo e iguana en la época de cuaresma, al servir de reemplazo de otras carnes, lo cual coincide con lo reportado para la región Pacifica del país (Gutiérrez 1996). Otro punto relacionado con la caza y

comercialización de fauna, es la adopción de mascotas, muy frecuente en los medianos productores con un 44%, los grupos restantes se encuentran entre el 20 % y 13 %. La compra de animales silvestres no supera el 12% de los entrevistados (Cuadro 16).

4.3.7.3 Conocimiento de la herpetofauna

Los nombres comunes utilizados por los productores para identificar a las especies de reptiles y anfibios fueron aprendidos en su mayoría (93%) de sus padres. Sin embargo se encontró que dentro de la clase Reptilia, las especies del orden Serpentes son identificadas por los productores con más nombres que las especies del orden Sauria; en este último es muy generalizado el uso de los nombres gallego, cherepo y lagartija. En la clase Amphibia, las especies que conforman el orden Anura, los sapos (género *Bufo*) tienen nombres comunes locales, lo contrario ocurre con las ranas, las cuales son denominadas de acuerdo a su coloración o hábitos ecológicos (Cuadro 15). Los nombres comunes fueron mencionados por los productores durante los talleres con grupos focales, después de su identificación por medio de láminas fotográficas de las especias más abundantes reportadas para la zona. En general el 82% de los productores diferencian una rana de un sapo, en cambio el porcentaje disminuye cuando tienen que reconocer una serpiente venenosa de una no venenosa.

Un estudio etnozoológico realizado en la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca en México, encontró que varios de los nombres asignados a las diferentes especies tienen correspondencia a su morfología o etología. Por ejemplo, el nombre *mangua* de las ranas, que significa "patas largas", hace referencia a las extremidades posteriores del anuro. Similares denominaciones tienen las serpientes como la cascabel (*Crotalus triseriatus*), que recibe el nombre de Kihmi-poseé, que en mazahua se refiere a las manchas que cubren su piel.

Es de anotar que un gran número de productores desconocen los beneficios o el papel ecológico que puede desempeñar la herpetofauna en los sistemas productivos -controladores biológicos, polinización y dispersión de semillas (Galindo-Uribe y Hoyos-Hoyos 2007)- y fuentes de agua (indicadores biológicos). Por lo anterior demandan capacitaciones sobre el manejo de anfibios y reptiles, principalmente el reconocimiento y manipulación de serpientes. Otros productores afirman que las ranas y sapos por su coloración oscura y la textura de la piel (presencia de glándulas pronunciadas en las especies del género Bufo) son indicadores de suciedad o simplemente son rechazados por su estética. Al respecto un productor comenta: "*yo le cuento que una señora tenía una mata de rosa bien frondosa y se encontró un sapo al pie, y*

dice que ella agarro el sapo y dijo: que animal tan feo que me está afeando mi mata de rosa, lo tiro al río, cuando a los 3 días fue a ver la mata de rosa comida de zompopo y ella se afligió. Resulta que el sapo se comía las hormigas, resulta que son animales benéficos que antes ayudan, lo que pasa es que desconocemos los beneficios y a veces los tenemos como animales maléficos y no benéficos, por esto es importante el taller para saber qué papel desempeña estos animales" (Productor mediano, hombre).

Cuadro 15. Nombres comunes de especies de reptiles y anfibios usados por los productores ganaderos del municipio de Matiguás, Nicaragua.

CLASE Familia	**Especie**	**Nombre común***
AMPHIBIA		
Caeciliidae	*Gymnopis multiplicata*	Culebra de dos cabezas
Bufonidae	*Bufo marinus*	Sapo, sapo burque
	Bufo valliceps	Sapo, sapo pasqüeño
	Bufo coccifer	Sapito de disípela
Centrolenidae	*Hyalinobatrachium fleischmanni*	Rana verde
Hylidae	*Agalychnis callidryas*	Rana montañera, rana gancho, rana verde, rana ojos rojos
	Hyla loquax	Rana amarilla
	Hyla microcephala	Lechosa
	Scinax stauferri	Rana de agua
	Smilisca baudinii	Rana palo
	Phrynohyas venulosa	Rana ternero
Leptodactylidae	*Leptodactylus melanonotus*	Rana de charco
Ranidae	*Rana forreri*	Rana pinta
	Rana maculata	Rana de laguna, rana pinta
	Rana vaillanti	Rana de laguna, rana verde, rana verdiusca
REPTILIA		
Gekkonidae	*Coleonyx mitratus*	Perro zompopo
Iguanidae	*Basiliscus vittatus*	Gallego
	Norops biporcatus	Gallego
	Norops cupreus	Cherepo
	Norops limifrons	Cherepo
	Norops sericeus	Cherepo
Iguanidae	*Sceloporus variablilis*	Cherepo, montera
	Ctenosaura similis	Garrobo
	Iguana iguana	Iguana
Scincidae	*Mabuya unimarginata*	Lagartija, lución
	Sphenomorphus cherriei	Lagartija

Cuadro 15 (continuación). Nombres comunes de especies de reptiles y anfibios usados por los productores ganaderos del municipio de Matiguás, Nicaragua.

CLASE Familia	Especie	Nombre común*
Teiidae	*Ameiva undulata*	Lagartija
	Gymnophthalmus speciosus	Lagartija
Xanthusiidae	*Lepidophyma flavimaculatum*	Cherepo
Boidae	*Boa constrictor*	Boa, boba
Colubridae	*Drymobius margaritiferus*	Chocoya, Ranera
	Elaphe flavirufa	Voladora, ceniza
	Erythrolamprus mimus	Coral
	Imantodes cenchoa	Dormilona
	Leptodeira annulata	Majaguera, toboa
	Leptodrymus pulcherrimus	Bejuquilla
	Masticophis mentovarius	Sabanera
	Ninia sebae	Víbora de sangre
	Oxybelis aeneus	Bejuquilla
	Pliocercus euryzonus	Coral
	Senticolis triaspis	Voladora
	Spilotes pullatus	Mica
	Lampropeltis triangulum	Coral
	Leptophis ahetulla	Bejuquilla
	Oxyrhopus petola	Coral
	Xenodon rabdocephalus	Toboa
	Scaphiodontophis annulatus	Coral
Elapidae	*Micrurus nigrocinctus*	Coral
Viperidae	*Atropoides nummifer*	Mano de piedra
	Bothrops asper	Barba amarilla, terciopelo

*Nombres mencionados por los productores durante los talleres con grupos focales.

4.3.7.4 Creencias populares sobre la herpetofauna

La sabiduría campesina transmitida de generación en generación por medios orales y de experiencia juega un papel importante en el reconocimiento y uso de la biodiversidad, ya que es adquirida del medio ambiente mediante sistemas particulares de cognición y percepción (Altieri 1991). Además, se basa en un proceso histórico de acumulación y transmisión de conocimientos que se incrementa con la experiencia del propio productor, adquirida durante la repetición del ciclo productivo y su cultura que resultan útiles para manejar los ecosistemas (Ocampo y Escobedo 2006).

En el conocimiento local de los productores, algunas especies de reptiles y anfibios son consideradas peligrosas por presentar comportamientos que ponen en riesgo la integridad

física de pobladores de la zona y sus animales (Figura 15). Repetidamente los productores señalaron la serpiente "*boba*" (*Boa constrictor*) la "*mordedura puede ser letal debido a la presencia de veneno en ciertas horas* (a la madrugada y cuando inicia la noche)". Apreciación errónea debido a que esta especie de serpiente presenta una dentición de tipo aglifa (Solórzano 2004). Insistentemente durante los talleres con grupos focales la gran mayoría de los productores afirmaron que las serpientes *Erythrolamprus mimus, Pliocercus euryzonus, Oxyrhopus petolarius, Lampropeltis triangulum* y *Micrurus nigrocinctus,* conocidas localmente como corales, son venenosas, además hicieron énfasis que estos colubridae pican o *hincan* con la cola, debido a un aguijón presente en esta parte de su cuerpo el cual puede causar la muerte en humanos. En el caso de la mordedura, de las especies reportadas como corales falsas, sólo *M. nigrocinctus* es letal por su veneno neurotóxico (Savage 2002). Es importante indicar que *O. petolarius, E. mimus* y *P. euryzonus* presentan veneno moderadamente tóxico utilizado para inmovilizar las presas y la mordedura en humanos (en los dos últimos casos) puede causar dolor local, inflamación y hematomas moderados (Solórzano 2004).

Otra creencia muy común entre los productores es con la serpiente mica (*Spilotes pullatus*), descrita como "*un animal de mucha fuerza en su cola"*. Además citan que esta parte del cuerpo es utilizada en forma de látigo para defenderse. Algunos productores cuentan historias sobre este colubridae que es empleado en el entrenamiento de algunos productores para desarrollar destrezas y habilidades con el machete. "*...son siete días agarrándose con ella, para hacerse uno bueno con la cutacha. Me contaba un señor a mí una historia, me contaba el viejito aquel que una vez, viene un muchacho y dicen que la mamá lo miraba que todos los viernes se perdía, se perdía el muchacho a las cinco de la mañana, pero la mamá no sabía, dicen que, que él peleaba, estaba peleando con una mica. Él le tapaba la cola y dicen que la mica ahí venía y pa!pa!pa!pa!, con un palito así, dicen que es sacárselo al tiro de no matarla fla! fla!. Bueno, dicen que ya el último viernes que el muchacho se pierde, dicen que la mama se pone con cuidado, y se va la mama dicen de tras de él, dicen que cuando él estaba agarrado con esta bincha la mama le habla: y ole que te pasa que con ese animal! y la voltea a ver y dicen que de un solo le dio y fla!. Que le parece?, dicen que es para pelear. (...) dicen que si usted le ganó a la culebra será buenísimo para el machete, que no hay un maje que lo machetiee. (...) que la culebra se entierra, le tiró lo que tenía que tirarle y pum! se mete, aah! bota una una, una yema como huevo y esa es la prueba, si le botó eso, valeroso usted!!. (...) la*

serpiente le ganó porque lo mató, la mamá le hablo no más (se refiere a la historia)" (Productor grande, hombre adulto, El Bejigual).

Algunas de las apreciaciones anteriores son típicas de la etología de la *S. pullatus*. Al respecto Solórzano (2004) describe esta especie como una serpiente activa en la búsqueda de sus presas, con movimientos agiles y rápidos, de hábitos terrestres y arborícolas. Presenta como medida defensiva disposición a morder, levantando generalmente la cabeza e inflando el tercio anterior del cuerpo, mientras vibra fuertemente la cola contra el suelo. Sin embargo, es equivocado creer que la mordedura de *S. pullatus* puede causar la muerte, el veneno es ausente en su dentición (Savage 2002, Solórzano 2004).

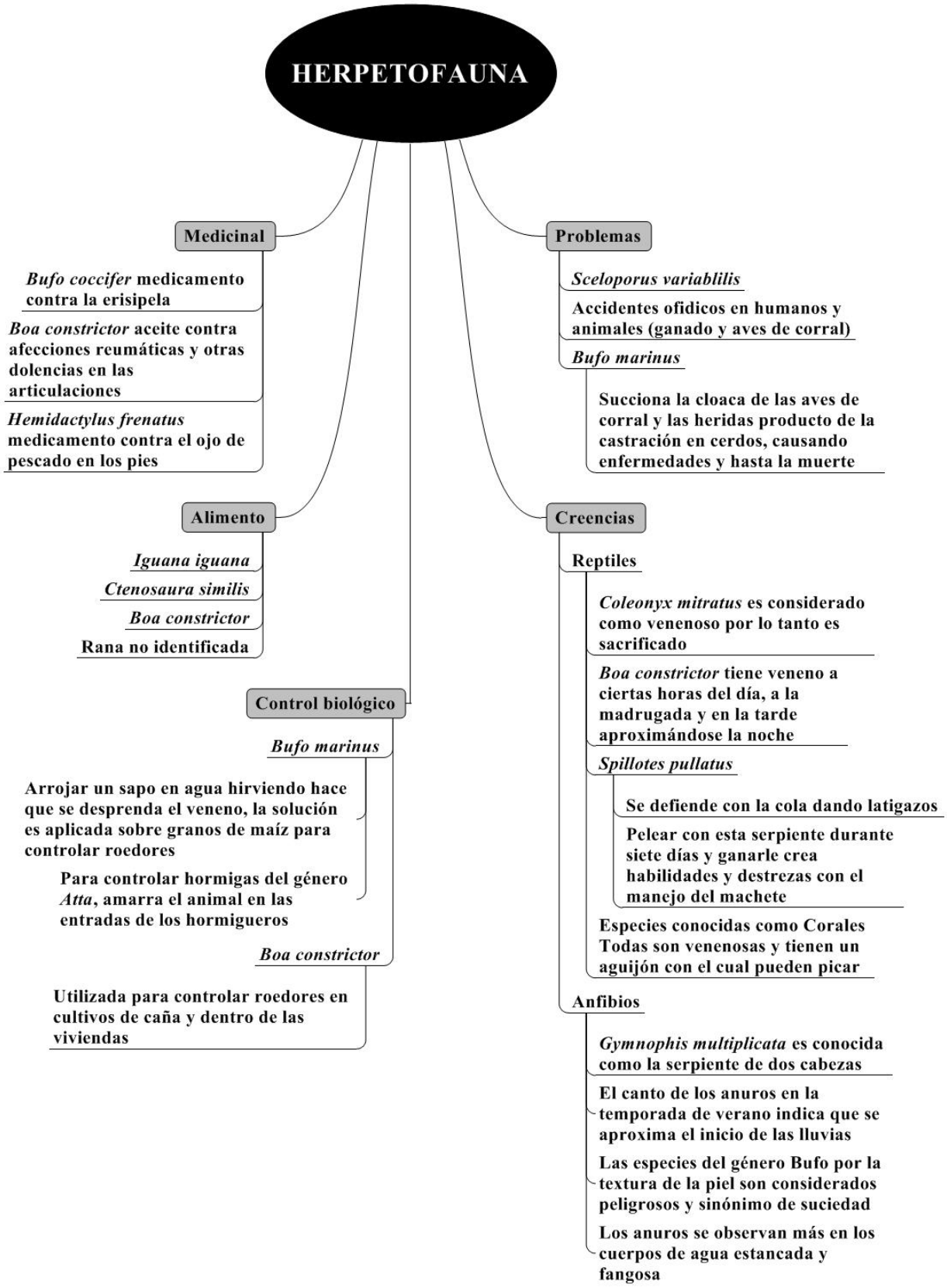


Figura 15. Usos y creencias de la herpetofauna por productores ganaderos del municipio de Matiguás, Nicaragua.

4.3.7.5 Sistemas silvopastoriles

Los grandes productores, en su totalidad, consideran que las condiciones ambientales de la región han cambiado negativamente desde cuando ellos eran niños. En un menor porcentaje los medianos (94%) y pequeños (88%) perciben esta situación. Efecto de este cambio, puede verse en que los productores en general trasladan su ganado a otras fincas durante el verano, siendo esta práctica mayor en grandes (56%) y pequeños (48%) productores. Las prácticas agrícolas para controlar arvenses y otras especies vegetales no deseadas en los potreros son realizadas una vez (12%), dos veces (69%) y tres veces (15%) al año (Cuadro 16). El menor porcentaje (3%) está asociado a la no realización de deshierbas y el realizar cuatro jornadas. En su mayoría se asocian con el comienzo de la época lluviosa (invierno) en la zona de estudio.

Sin embargo algunos productores opinan que han recuperado zonas de las fincas, por medio de la siembra de árboles y cuidado de las fuentes de agua: *"Lo que yo miro que pega más es lo que uno hace, porque nosotros en El Anzuelo tenemos otra finquita e íbamos comprando, comprando y antiguamente era de mi papa, pero cuando él la vende a otro hombre, aquel le zampa fuego y comienza a botar, desapareció el pozo, pues del agua para toda la vida y era un peladero que pelaba el ganado. Cuando nosotros le compramos a él, ese hombre, lo que hicimos fue primero cercar el tuco y sembrarle guineo, aguacate, mango, ceibas, todos los arboles y al año estaba igualitico, de vuelta* (Productor pequeño, hombre adulto, Las Limas).

4.3.7.6 Localización de agua a través de la técnica del "posero"

En repetidas ocasiones la técnica de vareo es muy utilizada por los productores en la búsqueda de agua del subsuelo para la construcción de pozos ("*pozos cobados*"). Según reportes de los entrevistados, esta práctica aumentó durante los últimos años en las comarcas Patastule y Las Limas debido a la creciente necesidad de construcción de fuentes de agua alternas para consumo animal y humano. La técnica del vareo es realizada por pocas personas denominados "Poceros"[17], quienes utilizan un alambre o alambrón de cobre no superior a un metro de largo y en forma de U. Estas personas argumentan que "*es un dón que Dios les dio*",

[17] Sinónimo a zahoríes: personas que detectan manantiales, corrientes subterráneas de agua o incluso sustancias minerales (Ocampo y Escobedo 2006);

en el caso del “pocero” entrevistado, comentó que ninguno de sus hijos puede realizar esta práctica.

Antes de iniciar el recorrido para localizar el punto exacto donde se debe comenzar la perforación, los “poseros” tienen en cuenta posibles sitios que fueron seleccionados tomando criterios como el fácil acceso, cercanía a la casa, proximidad a los bebederos o galeras, presencia de rocas, tipo de vegetación circundante y lugar seleccionado por el dueño. La búsqueda se realiza mientras se toma con las manos los extremos del alambre y conservando la forma de U. Cuando se encuentra un punto ideal (agua en el subsuelo) el alambre empieza a tener ondulaciones o movimientos bruscos, en algunos casos se retuerce o se rompe. La intensidad de las vibraciones en las manos determina la profundidad a la que sede cavar para encontrar el agua y la cantidad de la misma (Anexo 9).

Estudios realizados a un grupo de campesinos en la región de Atlixco, Puebla (México) mostraron resultados similares en cuanto a la técnica de localización de agua para la construcción de pozos. Personas denominadas “vareros” utilizan trozos de madera de forma lineal y en estado verde de cuatro especies vegetales reportadas para tal fin, en algunos casos emplean trozos de alambre de cobre. Conocer el ancho de la corriente es importante, porque a partir de este dato es la recomendación que el “varero” hace al solicitante (Ocampo y Escobedo 2006).

Cuadro 16. Indicadores que conforman el capital cultural en productores ganaderos del municipio de Matiguás, Nicaragua.

Indicador	Valor P máximo verosímil	Tipología					
		Pequeño (n=25)		Mediano (n=18)		Grande (n=16)	
		Si	No	Si	No	Si	No
–Utiliza alguna rana, sapo, garrobos, iguanas o lagartijas como medicinal.	0.1476	28*	72	28	72	6	94
–Utiliza alguna rana, sapo, garrobos, iguanas o lagartijas como alimento.	0.9885	48	52	50	50	50	50
–Compra animales silvestres	0.6283	12	88	17	83	6	94
–Ha adoptado como mascota algún tipo de animal silvestre**	0.0784	20	80	44	56	13	87
–Practica la cacería**.	0.8850	8	92	11	89	13	87
–Aprendió el nombre de este tipo de rana, sapo, garrobo, iguana y lagartija por enseñanza de los padres.	0.9472	92	8	94	6	94	6
–Diferencia una rana de un sapo	0.0960	88	12	89	11	63	37
–Diferencia una serpiente venenosa de una no venenosa.	0.7135	44	56	39	61	31	69
–Usted traslada su ganado durante el verano a otra finca**.	0.3857	48	52	33	67	56	44
–Nota que ha cambiado la situación del medio ambiente alrededor de su finca**.	0.2037	88	12	94	6	100	0

*Frecuencias relativas por filas (expresadas en porcentajes), ** Indicador tomado de la base de datos del Proyecto GEF-SSP.

4.3.8 Capital Construido

4.3.8.1 Infraestructura y tecnologías relacionadas con la conservación y mejoramiento de la calidad del agua

La percepción del 97% de los productores es que los sistemas silvopastoriles tienen una relación positiva con la calidad del agua y el número de reptiles y anfibios presentes en las fincas. Algunos argumentan que desde que dejaron árboles dispersos en los potreros o han colocado cercas vivas, estas prácticas ayudaron a proteger a los animales, además ven que las fuentes de agua en sus propiedades han sostenido su caudal durante más tiempo en la época de

verano. Acerca de si ha mejorado la calidad y la cantidad de agua en la finca con la implementación de sistemas silvopastoriles y si estos favorecen a la herpetofauna, un productor afirma: *"sí, la cantidad de agua y la calidad de pasto pues, porque ahora tengo mucho pasto de corte y mantengo más ganado, hay más leche, por lo menos antes sacaba menos leche en este tiempo, ahora saco más y que debía ser lo contrario, pues me he preparado para estos tiempos con el agua, con la comida y no tengo problema en el verano, no tengo problema", "... pero de esas lagartijitas y de esos animalitos es más a la orilla del rió. Sí, ahí están buscando siempre madera seca, donde está la madera pegada al rió, también ellos buscan su protección, no van a andar en campo libre"* (Productor grande, hombre mayor, Las Limas).

Estudios realizados en Nicaragua y Costa Rica demostraron que la sustitución de pasturas nativas por mejoradas ayudan a disminuir la escorrentía y aumentar la infiltración (pasturas arboladas), resultados similares pueden ser vistos con los bancos forrajeros (gramíneas y leñosas) que debido a la alta densidad y a la elevada cobertura del suelo disminuyen el impacto de las gotas de agua sobre el suelo y la velocidad de la escorrentía (Ríos et ál. 2007). Es de resaltar que un solo productor de los entrevistados (n=59) aseguró que el nivel de su fuente de agua (quebrada) aumentó cuando el taló los arboles grandes de la rivera de la quebrada. Un comportamiento similar fue reportado en Villa Mills, Costa Rica, donde según los estudios realizados en bosque nuboso natural con extracción del 20 o 30 % del área basal de troncos recuperó fuentes de agua de aproximadamente 9300m^3 ha^{-1} y 10500m^3 ha^{-1} respectivamente, un volumen (7600 m^3 ha^{-1}) mayor de captación que el bosque sin explotación (Turcios 1995).

Los nacimientos de agua son cercados por la mitad de los grandes productores y un 32% y 39% por los pequeños y medianos respectivamente. De las prácticas realizadas por estos pocos productores para proteger sus nacimientos se encuentra una relación entre el cercado y la siembra de árboles y arbustos con el tipo de productor (Chi cuadrado p=0.0016) siendo más frecuente en la tipología grande (44%), seguido de los pequeños (16%) y en ninguno de los casos los productores medianos realizan estas prácticas en conjunto, ya que la mitad de ellos siembran árboles sin cercar la naciente. El 42% de los productores efectúan otras prácticas para proteger sus nacientes de agua (Cuadro 17).

La protección de fuentes agua como riachuelos, quebradas, o ríos que cruzan por las fincas es realizada por la totalidad de los pequeños productores y por la mayoría (94%) de los

medianos y grandes. Según los tres tipos de productores las actividades más frecuentes para la protección de estos cuerpos de agua son la regeneración natural (92%) y la siembra de árboles y arbustos (36%). En menor porcentaje (3%), se citan actividades como evitar que lleguen las aguas residuales a los cuerpos de agua e instalar bebederos en los potreros. No obstante, es importante resaltar que ninguno de los pequeños y medianos productores evitan el acceso del ganado a las quebradas o ríos que pasan por sus propiedades y sólo el 13% de la tipología grande realiza esta actividad. Más aún se señala que los productores deben garantizar el acceso del ganado a las fuentes de agua durante las jornadas de pastoreo haciendo puntos de bebederos sobre las quebradas o ríos ("*aguaderos"*).

En relación con la infraestructura presente en las fincas se observa una concordancia con las tipologías de los productores (Chi cuadrado $p \leq 0.005$) (Anexo 10). El almacenamiento del agua es realizado en menor grado por los productores pequeños (12%) y grandes (6%) y ausente en los medianos. Los productores pequeños reportan más letrinas (92%) y agua por tubería dentro de las casas (48%) que los productores medianos y grandes. Específicamente para los grandes productores es muy poca la utilización de tubería para llevar el agua hasta sus casas (6%), esto posiblemente se debe a la alta existencia (93%) de pozos en sus fincas (Cuadro 17). Los productores pequeños son los que menos tienen pozos y repetidas veces se menciona dentro de las entrevistas su interés por construir o mejorar los presentes. Se encontró en algunos sitios que los productores tienen pozos propios en las fincas, esto reduce el uso de las construcciones comunales: *"si hay uno pero, allí hay un problema que queda muy retirado ese pozo, entonces como cada quien en su parcela, en su pedazo de finca tiene su pozo, entonces no se utiliza"* (Productora pequeña, mujer adulta, Patastule).

Cuadro 17. Indicadores que conforman el capital construido en productores ganaderos del municipio de Matiguás, Nicaragua.

Indicador	Valor P máximo verosímil	Tipología					
		Pequeño (n=25)		Mediano (n=18)		Grande (n=16)	
		Si	No	Si	No	Si	No
–Ha visto alguna relación entre los SSP con la calidad del agua y el número de ranas, lagartijas, garrobos,	0.4515	96	4	100	0	94	6
–Tiene cercado la naciente de agua.	0.5163	32	68	39	61	50	50
–Protege los nacimientos de agua con el cercado y aislamiento del nacimiento**.	0.3459	4	96	17	83	13	87
–Protege los nacimientos de agua cercando y sembrando árboles y arbustos**.	**0.0016**	16	84	0	100	44	56
–Protege los nacimientos de agua sembrando árboles sin	0.8721	48	52	50	50	56	44
–Protege los nacimientos de agua con otra práctica**.	0.2732	52	48	28	72	44	56
–Realiza usted protección de las quebradas, riachuelos, o ríos que cruzan por su	0.3225	100	0	94	6	94	6
–La actividad que usted realiza es que evita el acceso	0.0668	0	100	0	100	13	87
–La actividad realizada es permitir el crecimiento de	0.7071	88	12	94	6	94	6
–La actividad realizada es la siembra de árboles y	0.3187	44	56	22	78	38	62
–La actividad realizada es evitar que lleguen aguas	0.4515	4	96	0	100	6	94
–La actividad realizada es que instala bebederos**.	0.5098	4	96	6	94	0	100
–La actividad realizada es que no usa agroquímicos cerca del curso**.	0.4808	12	88	6	94	19	81
–Hace falta mejores plantas de tratamiento de agua.	0.1589	100	0	89	11	94	6
–Tiene su casa letrina**.	**0.0262**	92	8	78	22	56	44
–Tiene agua de tubería dentro de la casa**.	**0.0100**	48	52	28	72	6	94

Cuadro 17 (continuación). Indicadores que conforman el capital construido en productores ganaderos del municipio de Matiguás, Nicaragua.

Indicador	Valor P Máximo verosímil	Tipología					
		Pequeño (n=25)		Mediano (n=18)		Grande (n=16)	
		Si	No	Si	No	Si	No
–Tiene agua de pozo en la finca**.	**0.0002**	36	64	78	22	94	6
–Utiliza el agua de río**.	0.3818	28	72	17	83	38	62
–Tiene agua de cañería pública**.	0.2512	4	96	11	89	0	100
–Tiene otro tipo de agua**.	0.4515	4	96	0	100	6	94
–Almacena y distribuye el agua**.	0.1804	12	88	0	100	6	94

*Frecuencias relativas por filas (expresadas en porcentajes), ** Indicador tomado de la base de datos del Proyecto GEF-SSP.

4.4 Conclusiones

–El bienestar de los productores ganaderos se ve afectado por la calidad y cantidad del agua presentes en las fincas. La salud del finquero y sus animales puede ver afectada por la calidad y cantidad del agua. Cuando el agua es abundante y permanente durante todo el año, el bienestar de los productores es menos vulnerable. En el caso contrario los productores deben realizar labores o gastos adicionales para suplir su necesidad del agua.

–De la herpetofauna reportada para el municipio de Matiguás y relacionadas con las fuentes de agua, algunas especies de reptiles y anfibios tienen un significado e importancia para la comunidad, ya sea como fuente de alimento, controladores biológicos, tratamientos de enfermedades o indicadores del clima (inicio de la temporada de lluvias). Entre los anfibios se reporta el uso medicinal de *Bufo coccifer* en el tratamiento de la erisipela y en los reptiles *Hemidactylus frenatus* (lagartija) es empleada para el mal de ojo de pescado y el aceite de *Boa constrictor* en las afecciones reumáticas. En la gastronomía tradicional la *Iguana iguana* y *Ctenosaura similis* son las principales especies utilizadas en la dieta durante la época de cuaresma. Otros casos (*Boa constrictor*) se registraron como controladores biológicos de roedores e insectos.

–Los productores ganaderos del municipio de Matiguás reconocen que la problemática existente en torno al agua a nivel local, regional y nacional está fuertemente relacionada con las prácticas agrícolas y pecuarias. Además identifican los principales contaminantes de las fuentes de agua. Puntualmente en la finca perciben que la aplicación de químicos, la deforestación ("despale") y el ingreso del ganado a las quebradas o ríos causan contaminación y deterioro en las fuentes de agua. Otros contaminantes son el lavado de vehículos (mayor proporción camiones transportadores de leche y ganado) y de recipientes utilizados en el transporte de leche, así como las aguas residuales de las queseras de la zona.

–Los productores identifican, diseñan y aplican estrategias que ayudan a enfrentar y reducir el impacto causado por la escasez de agua durante la época seca. En las fincas se encuentra el establecimiento de bancos forrajeros de gramíneas (pasto de corte) y la construcción de obras de retención de agua como pozos cerca a la casa, lagunas en los potreros y pocetas en el cauce de los ríos o quebradas.

–La percepción de los diferentes grupos de productores (grandes, medianos y pequeños) en el municipio de Matiguás con respecto a la relación entre biodiversidad y calidad de agua y sus capitales (social, humano, político, natural, físico, financiero y cultural) en fincas ganaderas es muy similar. Esto favorece la toma de decisiones, elaboración y ejecución de proyectos o programas en la zona de estudio ya que no sería necesario la estratificación o diseño de propuestas distintas para cada grupo.

–Los productores reconocen que hace falta una mejor implementación y aplicación de las leyes por las autoridades o entidades encargadas del área ambiental del municipio de Matiguás, así como programas de concientización y educación sobre la problemática del agua y los recursos naturales producto de las actividades pecuarias y ganaderas. Esto ocasiona un debilitamiento en las relaciones entre las instituciones y los productores (capital político) al no sentirse protegidos, respaldados y apoyados por las organizaciones.

4.5 Recomendaciones

–Permitir el intercambio de experiencias en conservación del agua y los recursos naturales, así como la implementación de los sistemas silvopastoriles con productores de otras zonas, para

que sean los mismos productores quienes imparten sus conocimientos, experiencias y vivencias, por medio de un lenguaje de "productor a productor".

–Realizar capacitaciones por zonas o comarcas sobre el manejo y reconocimiento de la herpetofauna en paisajes ganaderos, debido a que existe una fuerte presión de caza sobre estos animales, fundamentada en el desconocimiento de las especies.

–Se debe considerar en lo posible la vinculación del mayor número de miembros de la familia a los proyectos y capacitaciones que se quieran realizar, para garantizar agentes multiplicadores dentro de las unidades familiares, principalmente niños o jóvenes los cuales mostraron más interés durante los talleres realizados, y quienes serán los administradores de los agroecosistemas.

–Debido a que los productores en su gran mayoría carecen de fuentes de agua para consumo humano y animal distintas a los ríos y quebradas, se hace necesario programas o proyectos que apoyen o financien obras de conservación, captación, distribución y almacenamiento del recurso hídrico a nivel de finca o comarca. Los créditos deben estar diseñados acorde con las tipologías de los productores y las necesidades más apremiantes en relación con el agua y la conservación.

–El número elevado de instituciones estatales y ONG presentes en el municipio de Matiguás, hace necesario la socialización de la información obtenida por medio de los estudios. Esto con el fin de trazar planes de trabajo y proyectos que no se solapen o tiendan a ser repetitivos en la zona, ocasionando un gasto de recursos y un desgaste en las comunidades por la presencia tan marcada de las instituciones. También, buscar incidir en las políticas locales que promuevan la producción amigable con los recursos naturales y el mejoramiento de la calidad de vida.

–Es necesario la aplicación y difusión de las leyes y normas que regulan el buen uso del agua, la flora y la fauna, para evitar la explotación de estos recursos indiscriminada durante los periodos críticos (verano o época de apareamiento).

–Las instituciones involucradas en la parte ambiental y que ejecutan proyectos deben garantizar su reconocimiento institucional en la comunidad, ya que en algunos casos su razón social o nombre son desconocidos por los productores, limitándose al nombre del técnico.

–Se desconoce la calidad en casi todas las fuentes de agua para consumo humano y animal, es conveniente realizar monitoreos y análisis fisicoquímicos y microbiológicos a los cuerpos de agua en las fincas ganaderas (principalmente uso domestico)

–Los Comités de Agua de las comarcas son organizaciones de base, legalmente constituidas y reconocidas por las autoridades municipales y habitantes de la zona, es necesario trabajar con estas agrupaciones en proyectos o programas hacia la conservación del agua y de los recursos naturales que sean manejados por ellos y supervisados y asistidos por la institución gestora. Por ejemplo, la realización de viveros comunales que permitan intercambiar o facilitar material vegetal para reforestación o conservación. La realización de fábricas de tanques o estructuras con "ferrocemento" para el almacenamiento del agua, o la implementación de tecnologías apropiadas que ayuden a disminuir el impacto de la ganadería sobre los recursos naturales.

–Se encontraron especies de reptiles y anfibios que pueden ser zoocriaderos (previo estudio técnico y viabilidad del proyecto) para fines comerciales, fuente de alimento e individuos de repoblamiento de los hábitat. Es el caso de la rana *Agalychnis callidryas* que se observó frecuentemente en algunos de los hábitat estudiados y que los productores identificaron constantemente como una rana común en la zona, podría ser un espécimen promisorio. También, el garrobo, la iguana que son consumidos o serpientes como la boa, que es sacrificada para la elaboración de productos medicinales.

4.6 Bibliografía

Alcaldía Municipal de Matiguás. 2003. Norma de regulación y control en el manejo y uso de los recursos naturales y del ambiente. La Gaceta 15-05-03:2409-2414

Alcaldía Municipal de Matiguás. 2006. Plan ambiental municipal de Matiguás 2006-2007. 76p.

Altieri, M. A. 1991. ¿Por qué estudiar la agricultura tradicional?. Revista Agroecología y desarrollo. 1(1): 16-24.

Asua, J.; Taboada, J. 2005. Línea 1.1.-Identificación y priorización de necesidades en salud. Grupo Focal (en línea). Red de Investigación de Resultados en Salud y Servicios Sanitarios (IRYSS), Bilbao. Consultado 23 Oct. 2006. Disponible en http://www.rediryss.net/pub/units/rediryss/pdf/identifypriorizgrupofocal.pdf

BCN (Banco Central de Nicaragua). 2006. Tipo de cambio oficial. (en línea). Consultado 10 Jul. 2007. Disponible en http://www.bcn.gob.ni/estadisticas/tasas/cambio/avisojulio07.htm

Betancourt, K.; Ibrahim, M.; Harvey, CA.; Vargas, B. 2003. Efecto de la cobertura arbórea sobre el comportamiento animal en fincas ganaderas de doble propósito en Matiguás, Matagalpa, Nicaragua. Agroforestería de las Américas 10(39-40):47-51.

Casal, M. T.; Casal, M. 2004. El tratamiento de las enfermedades infecciosas en al-Andalus. Revista Española de Quimioterapia 17(4):350-356

Castillo, E.; Calderón, H.; Delgado, V.; Flores, Y.; Salvatierra, T. 2006. Situación de los recursos hídricos en Nicaragua. Boletín Geológico y Minero 117 (1): 127-146

Castrillón-Estrada, D.; Acosta-Vélez, J.; Hernández-Ruiz, E. 2007. Envenenamiento Ofídico. Salud Uninorte 23 (1): 96-111

Chará, J. 2003. Manual para la evaluación biológica de ambientes acuáticos en microcuencas ganaderas. CIPAV. Cali, CO. 76 p.

Chará, J.; Pedraza, G.; Giraldo, L.; Hincapié, D. 2007. Efecto de los corredores ribereños sobre el estado de quebradas en la zona ganadera del río La Vieja, Colombia. Agroforestería en las Américas 45:72-78

Cupples, J. 2004. Rural development in El Hatillo, Nicaragua: gender, neoliberalism and environmental risk. Singapore Journal of Tropical Geography 25(3):343-357

Betancourt, K.; Ibrahim, M.; Harvey, C. A.; Vargas, B. 2003. Efecto de la cobertura arbórea sobre el comportamiento animal en fincas ganaderas de doble propósito en Matiguás, Matagalpa, Nicaragua. Agroforestería de las Américas 10(39-40):47-51.

Dagang, A.; Nair, P.K.R. 2003. Silvopastoral research and adoption in Central America: recent findings and recommendations for future directions. Agroforestry Systems 59:149-155.

Durán, P. 2006. Misterio y Ministerio del sapo. El Siglo Digital. (en línea). Ciudad de Panamá, Panamá. Consultado 20 Oct. 2007. Disponible en http://www.elsiglo.com/siglov2/Opinion.php?idnews=9551&idsec=3&fechaz=02-01-2006

Emery, M.; Flora, C. 2006. Spiraling-Up: Mapping Community Transformation with Community Capitals Framework. Journal of the Community Development Society. 37(1):19-35

Fica, A. 2001. Celulitis y erisipela: Manejo en atención primaria. Revista Chilena Infectectología 20 (2): 104-110

Flora, C. 2004. Social aspects of small water systems. Journal of Contemporary Water Research & Education 128:6-12.

Flora, C.; Flora, J.;Fey, W. 2004. Rural Communities. Westview Press. US. 372p.

Fujisaka, S.; Holmann, F.; Escobar, G.; Solórzano, N.; Badilla, L.; Umaña, L., Lobo, M. 1997. Sistemas de producción de doble propósito en la región Pacífico Central de Costa Rica: uso de la tierra y demanda de alternativas forrajeras. Pasturas Tropicales 19 (1):55-59

Galindo-Uribe, D.; Hoyos-Hoyos, J. M. 2007. Relaciones planta - herpetofauna: nuevas perspectivas para la investigación en Colombia. Universitas Scientiarum 12: 9-34

Garay, N. 1932. Tradiciones y cantares populares de Panamá. Bruselas. p.p.101-114.

Grudens-Schuck, N.; Lundy-Allen, B.; Larson, K. 2004. Focus Group Fundamentals (en línea). Ames, Iowa: Iowa State University Extension. Consultado 14 Nov. 2006. Disponible en http://www.extension.iastate.edu/Publications/PM1969B.pdf

Gutierrez, I. A. 1996. Contributions of a wildlife management project to the quality of life of rural communities: a case of study of the Omar Baca Cooperative, Cosigüina, Nicaragua. Aportes de un proyecto de manejo de vida silvestre a la calidad de vida de las poblaciones rurales: el caso de la Cooperativa Omar Baca, Cosiguina, Nicaragua. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 133p.

Harvey, C.; Haber, W. 1999. Remnant trees and the conservation of biodiversity in Costa Rican pastures. Agroforestry Systems 44: 37–68

Holdridge, L. R. 1978. Ecología Basada en Zonas de Vida. Serie Libros y Materiales. San José, CR. Educativos IICA No. 34.

INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos). 2005. Cuadro de Cifras Oficiales Censo 2005 (en línea). Managua, NI. Consultado 5 Oct. 2006. Disponible en http://www.inec.gob.ni/censos2005/censo2005.htm

INS (Instituto Nacional de Salud-Perú). 2000. Ofidismo. Serie Documentos Monográficos 10. Lima. 57p.

Köhler, G. 2001. Anfibios y reptiles de Nicaragua. Herpeton. Frankfurt. 208p.

Köhler, G. 2003. Reptiles de Centroamérica. Herpeton. Frankfurt. 367p.

López, F. 2007. Puerto Cabezas Power contamina pozos de agua. El Nuevo Diario, Departamentales, 28 de julio de 2007.

Larson, K.; Grudens-Schuck, N.; Lundy-Allen, B. 2004. Can You Call It a Focus Group? (en línea) Ames, Iowa: Iowa State University Extension. Consultado 14 Nov. 2006. Disponible en http://www.extension.iastate.edu/Publications/PM1969A.pdf

Madriz, E. 2000. Focus groups in feminist research. *In* Denzin, N. K.; Y. S. Lincoln. Eds. Handbook of qualitive research. p. 835-850.

Mahécha, L. 2002. El silvopastoreo: una alternativa de producción que disminuye el impacto ambiental de la ganadería bovina. Rev Col Cienc Pec Vol. 15(2):226-231

MARENA (Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales). 2002. Estrategia Nacional de Biodiversidad Nicaragua. Managua, NI. 96 p.

MARENA (Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales). 2004. Resolución ministerial no. 46-2003 (en línea) Managua, NI. Consultado 30 Oct. 2007. Disponible en http://legislacion.asamblea.gob.ni/Normaweb.nsf/($All)/21ADF5E15B25DEA4062570A100583B99?OpenDocument

Meyrat, A. 2000. Los ecosistemas y formaciones vegetales de Nicaragua. Protierra/MARENA/CBA. Managua, Nicaragua. 30 p.

MINAE (Ministerio de Ambiente y Energía). 2007. Reglamento para la Evaluación y Clasificación de la Calidad de Cuerpos de Agua Superficiales (en línea) San José, CR. Consultado 30 Oct. 2007. Disponible en http://www.hacienda.go.cr/centro/datos/Decreto/Decretos%2033903-MINAE-S-

Reglamento%20para%20Evaluaci%C3%B3n%20y%20Clasificaci%C3%B3n%20de%20Cuerpos%20agua%20Superficiales-La%20Gaceta%20178-17%20SET-2007.pdf

Murgueitio, E. 2003. Impacto ambiental de la ganadería de leche en Colombia y alternativas de solución (en línea). Livestock Research for Rural Development 15(10). Consultado 5 Nov. 2006. Disponible en http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd15/10/murg1510.htm

Murgueitio, E.; Ibrahim, M. 2001. Agroforestería pecuaria para la reconversión de la ganadería en Latinoamérica. (en línea). Livestock Research for Rural Development (13) 3 2001 Consultado 5 Nov. 2006. Disponible en http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd13/3/murg133.htm

Munguía, C.; Pérez, W. 2007. Urge hacer pozos en Occidente. La Prensa, 14A, 28 de mayo de 2007.

Naranjo, L. 2003. Sistemas agroforestales para la producción pecuaria y la conservación de la biodiversidad. En: Sánchez, M.D.; Rosales, M. 2003. Agroforestería para la producción animal en América Latina-II. Estudio FAO Producción Animal, no.155. 34 p.

Nitlapan-UCA. 2001. Tipología nacional de productores y zonificación socio-económica. Managua, NI. p. 7-18, 35-42.

Nitlapan-UCA. 2006. Informe anual 2006. Proyecto Regional Enfoques Silvopastoriles Integrados para el Manejo de Ecosistemas. 94 p.

NRFC (National Rural Funders Collaborative). 2005. Community Capitals, Capacity Building and Outcome Achievement. (en línea) Consultado 28 Oct 2006. Disponible en: http://www.nrfc.org/portal/alias__rainbow/lang__en-/tabID__3378/DesktopDefault.aspx.

Ocampo, I.; Escobedo, J.2006. Conocimiento tradicional y estrategias campesinas para el manejo y conservación del agua de riego. Ra Ximhai 2(2):343-371

ONU. 2005. Género y sistemas de producción campesinos: lecciones de Nicaragua. Roma. 70p.

Pagiola S.; Agostini, P.; Gobbi, J.; Deán, C.; Ibrahim, M.; Murgueitio, E.; Ramírez, E.; Rosales, M.; Ruíz, J. 2004. Pago por servicios de conservación de la biodiversidad en paisajes agropecuarios. Banco Mundial. 50 p.

Pantoja, A.; Córdoba, M. 2007. Batalla por el agua. El Nuevo Diario, 4A, 14 de mayo de 2007.

Pérez A. M.; Sotelo M.; Ramírez F.; Ramírez I.; López A.; Siria I. 2006. Conservación de la biodiversidad en sistemas silvopastoriles de Matiguás y Río Blanco (Matagalpa, Nicaragua) (en línea). Ecosistemas. no. 3. Consultado 5 Nov. 2006. Disponible en http://www.revistaecosistemas.net/pdfs/429.pdf

Plieninger, T.; Wilbrand, C. 2001. Land use, biodiversity conservation, and rural development in the dehesas of Cuatro Lugares, Spain. Agroforestry Systems 51(1):23-34

RAE (Real Academia de la Lengua Española). 2007. Diccionario de la Lengua Española - Vigésima segunda edición. (en línea). España. Consultado el 1 Nov. 2007. Disponible en http://www.rae.com

Ramírez, A. 2006. Mitos y leyendas: la solución a tus problemas esta en charca. (en línea). SW Digital no. 1. Consultado 20 Oct. 2007. Disponible en http://www.seawolves.es/SEPTIEMBRE%202006.pdf

Reyes, K. Y. 2006. Análisis del estado de las fuentes de agua para consumo humano y funcionamiento de los acueductos en la cuenca del río La Soledad, Honduras. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE.

Ríos, N.; Cárdenas, Y.; Andrade, H.; Ibrahim, M.; Jiménez, F.; Sancho, F.; Ramírez, E.; Reyes, B.; Woo, A. 2007. Escorrentía superficial e infiltración en sistemas ganaderos convencionales y silvopastoriles en el trópico subhúmedo de Nicaragua y Costa Rica. Agroforestería en las Américas 45:66-71

Rocha, L. 2002. Cambio en el uso de suelo y factores asociados a la degradación de pasturas en la cuenca del Río Bulbul en Matiguás, Nicaragua. Tesis Mag. Sc. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. CATIE, Turrialba, CR. 84p

Rodríguez-Acosta, A. 2001. Los venenos y el síndrome de envenenamiento ofídico. (en línea) VIATE Acedémia Médica Digital no. 9. Consultado 20 Oct. 2007. Disponible en http://caibco.ucv.ve/caibco/CAIBCO/Vitae/VitaeNueve/Articulos/MedicinaTropical/ArchivosPDF/MedicinaTropical.PDF

Rosemberg, H. 1994. El Índice de Desarrollo Humano. Bol Oficina Sanit Panam 117(2):175-184

Ruíz F.; Gómez, R.; Harvey, CA. 2005. Caracterización del componente arbóreo en los sistemas ganaderos de Matiguás, Nicaragua. TROPITECNICA – NITLAPAN - CATIE. Turrialba, CR. 40 p.

Sánchez-Merlos, D.; Harvey, C. A.; Grijalva, A.; Medina, A.; Vilchez, S.; Hernández, B. 2005a. Diversidad, composición y estructura de la vegetación en un agropaisaje ganadero en Matiguás, Nicaragua. Revista de Biología Tropical 53(3-4):387-414.

Savage, J.M. 2002. The amphibians and reptiles of Costa Rica: a herpetofauna between two continents, between two seas. The University of Chicago Press.

Solórzano, A, 2004. Serpientes de Costa Rica.INBio, San José, CR. 792p.

Turcios, W.R. 1995. Producción y valoración económica del componente hídrico y forestal de los robledales de altura bajo intervenciones silviculturales. M.Sc.-Thesis, CATIE, Turrialba, Costa Rica. 80 p

Useche, D.C. 2006. Restauración del paisaje a partir de la implementación de sistemas silvopastoriles para la conservación de la biodiversidad en Nicaragua. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE.

Walsh, B. 1999. Diversidad de ecosistema. *En:* MARENA (Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales). Biodiversidad en Nicaragua: un estudio de país. Managua, NI. p. 144-182.

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES FINALES

–Se encontraron especies que son consideradas indicadoras de hábitat conservados asociadas más frecuentemente al bosque ribereño-pasturas con alta densidad de árboles. Indicando que estos hábitat a pesar de estar intervenidos por el ganado, no han sido afectados considerablemente, mostrando un valor potencial en la conservación de flora y fauna. Además durante la realización de las entrevistas semiestructuradas y los talleres se vio repetidamente que los productores identifican o reconocen estas especies, pero desconocen sus beneficios, situación que es extensiva para otros taxas. Esta fortaleza puede ser aprovechada en programas de concientización o capacitación sobre indicadores biológicos en los hábitat, así como la generación de criterios de selección en cambios de uso del suelo.

–La mayor riqueza y abundancia de anfibios y reptiles se encontró en la distancia más cercana a la quebrada, disminuyendo drásticamente para los anfibios a medida que se alejan de esta. Los productores reconocen la situación anterior y los principales beneficios de conservar los bosques ribereños, ya que los asocian con la calidad del agua. Sin embargo, algunos creen que el ganado al ingresar al cauce de las quebradas no están contaminando o alterando el hábitat. Por lo anterior, hay que buscar bebederos alternos o ubicar puntos de fijos de ingreso en los bosques ribereños, para evitar la perturbación de estas zonas, fuera de ampliar en lo posible las franjas ribereñas.

–Los resultados de los análisis de calidad de agua en las quebradas seleccionadas, muestran que hay contaminación por coliformes fecales y estos a su vez posiblemente están causando un efecto en la distribución de los reptiles, caso similar ocurre con el pH en anfibios. Muchas de estas quebradas son utilizadas como fuente de agua para consumo animal y humano, y los productores desconocen la calidad de las mismas y reclaman de las instituciones programas de monitorio, primordialmente para las fuentes de consumo humano.

–Permitir el intercambio de experiencias en conservación del agua y los recursos naturales, así como la implementación de los sistemas silvopastoriles con productores de otras zonas, para que sean los mismos productores quienes imparten sus conocimientos, experiencias y vivencias, por medio de un lenguaje de "productor a productor". Además considerar la vinculación del mayor número de miembros de la familia a los proyectos y capacitaciones que se quieran realizar, para garantizar agentes multiplicadores dentro de las unidades familiares,

principalmente niños o jóvenes que serán los futuros agentes multiplicadores de las experiencias en los agroecosistemas.

–Debido a que los productores en su gran mayoría carecen de fuentes de agua para consumo humano y animal distintas a los ríos y quebradas, se hace necesario programas o proyectos que apoyen o financien obras de conservación, captación, distribución y almacenamiento del recurso hídrico a nivel de finca o comarca. Los créditos deben estar diseñados acorde con las tipologías de los productores y las necesidades más apremiantes en relación con el agua y la conservación.

–El número elevado de instituciones estatales y ONG presentes en el municipio de Matiguás, hace necesario la socialización de la información obtenida de los estudios. Esto con el fin de trazar planes de trabajo y proyectos que no se solapen o tiendan a ser repetitivos en la zona, ocasionando un gasto de recursos y un desgaste en las comunidades por la presencia tan marcada de las instituciones. También, se debe incidir en las políticas locales que promuevan la producción amigable con los recursos naturales y el mejoramiento de la calidad de vida.

–Los Comités de Agua de las comarcas son organizaciones de base, legalmente constituidas y reconocidas por las autoridades municipales y habitantes de la zona. Es necesario trabajar con estas agrupaciones en proyectos o programas hacia la conservación del agua y de los recursos naturales que sean manejados por ellos y supervisados y asistidos por la institución gestora. Por ejemplo, la realización de viveros comunales que permitan intercambiar o facilitar material vegetal para reforestación o conservación. La realización de fábricas de tanques o estructuras con "ferrocemento" para el almacenamiento del agua, o la implementación de tecnologías apropiadas que ayuden a disminuir el impacto de la ganadería sobre los recursos naturales.

–Fortalecer las asociaciones de base que son reconocidas por las instituciones y miembros de la comunidad, para el diseño y ejecución de proyectos de beneficio común en la zona, como viveros forestales comunales, intercambio de semillas (autóctonas o mejoradas) y aprovechar las especies promisorias encontradas de reptiles y anfibios que pueden ser zoocriaderos (previo estudio técnico y viabilidad del proyecto) para fines comerciales, fuente de alimento e individuos de repoblamiento de los hábitat.

–Debido a las condiciones ambientales distintas en las comarcas del municipio de Matiguás, es necesario en los proyectos trazar programas comunes entre las comunidades y enfatizar en

las situaciones apremiantes y particulares de cada una, de las comarcas. Prueba de ello es la problemática del agua, que es común en la zona, pero diferenciada en las comarcas.

ANEXOS

Anexo 1. Planilla de datos para los muestreos de anfibios y/o reptiles capturados en los transectos ubicados en las parcelas estudiadas.

Página No.

Fecha:	Hora de inicio	Hora de finalización	Nombre del observador (es):
Lugar de Muestreo:			
Altitud (m.s.n.m.):	Zona UTM:	UTM-N o LAT:	UTM-E o LONG: Parcela No.:

	Despejado	Nublado	Lluvia		Calmado	Ligero	Fuerte	Temp.	Aire	Suelo	Agua	pH agua	%HR	Oxigeno disuelto	Cond. eléctrica	Hojarasca	sombra
Tiempo:				Viento:				°C:						(mg/l)	(ms/cm)	%	

Observaciones:

No.	Especies	Sexo ♂	Sexo ♀	Est. desa. Adu.	Est. desa. Juv.	Longitud Hocico-cloaca	Sustrato *	Actividad **	Estrato percha	Área basal	Ancho corriente	Hora captura		Trans. No.	Ejem. ref. Si	Ejem. ref. No	Foto No.	Zona UTM

* **Sustrato** sobre el cual se encuentra: Hojas (H), Hojarasca (HOJ), roca (RC), rama (RM), musgo (MG). ** **Actividad**: llamado (LL), en amplexus (AMP), reposo (RP), alimentandose (AL), saltando (SL).

Modificado de Heyer et ál. 1994, p.59, 86, 174.

Anexo 2. Planilla de datos para los muestreos de anfibios y/o reptiles capturados en las trampas de cobertura ubicadas en las parcelas estudiadas.

Página No.

Fecha:	Hora de inicio	Hora de finalización	Lugar de Muestreo: Parcela No.:
Nombre del observador (es):			
Altitud (m.s.n.m.):	Zona UTM:	UTM-N o LAT:	UTM-E o LONG:
Observaciones:			

No.	Especies	Sexo		Est. desa.		Longitud	Trampa		Complejo de Trampeo No.	Ejem. ref.		Fotografía No.
		♂	♀	Adu.	Juv.	Hocico-cloaca	Pozo	Túnel		Si	No	

Modificado de Heyer et ál. 1994, p.59, 86, 174.

Anexo 3. Familias y especies de reptiles y anfibios encontrados fuera de las jornadas de muestreo en el municipio de Matiguás, Matagalpa, Nicaragua.

Clase	Familia	Especies
Amphibia	Caeciliidae	*Gymnopis multiplicata*
	Hylidae	*Phrynohyas venulosa*
Reptilia	Emydidae	*Rhinoclemmys pulcherrima*
	Iguanidae	*Ctenosaura similis*
		Iguana iguana
		Polychrus gutturosus
	Colubridae	*Lampropeltis triangulum*
		Leptophis ahaetulla
		Oxyrhopus petola
		Scaphiodontophis annulatus
	Viperidae	*Bothrops asper*

Anexo 4. Especies y número total de individuos de anfibios y reptiles reportados en 15 parcelas en fincas ganaderas del municipio de Matiguás, Nicaragua.

ORDEN / **Familia**	**ESPECIE**	**Hábitat**				**TOTAL**	**CÓDIGO ESPECIE**
		BR+PADA (n=6)	**BR+PBDA (n=3)**	**SBR+PADA (n=3)**	**SBR+PBDA (n=3)**		
CAUDATA							
Plethodontidae	*Bolitoglossa striatula*	0	1	0	0	1	A
ANURA							
Bufonidae	*Bufo coccifer*	0	5	26	5	36	B
	Bufo marinus	14	1	2	2	19	C
	Bufo valliceps	9	4	3	13	29	D
Centrolenidae	*Hyalinobatrachium fleischmanni*	24	1	0	0	25	E
Hylidae	*Agalychnis callidryas*	14	4	0	0	18	F
	Hyla loquax	1	0	0	0	1	G
	Hyla microcephala	6	0	3	0	9	H
	Scinax stauferri	2	0	0	0	2	I
	Smilisca baudinii	3	1	1	0	5	J
Leptodactylidae	*Eleutherodactylus fitzingeri*	3	1	0	0	4	K
	Eleutherodactylus lauraster	8	0	0	0	8	L
	Eleutherodactylus mimus	1	0	0	0	1	M
	Eleutherodactylus spp.	3	0	1	1	5	N
	Leptodactylus labialis	0	2	2	8	12	O
	Leptodactylus melanonotus	11	7	10	14	42	P
Ranidae	*Rana forreri*	2	2	8	4	16	Q
	Rana maculata	9	7	10	0	26	R
	Rana vaillanti	5	8	29	4	46	S
	Rana spp.	2	4	0	8	14	T
SAURIA							
Gekkonidae	*Coleonyx mitratus*	1	0	0	0	1	1
	Gonatodes albogularis	1	0	17	0	18	2
	Sphaerodactylus millepunctatus	3	0	1	0	4	3

Anexo 4 (continuación). Especies y número total de individuos de anfibios y reptiles reportados en 15 parcelas en fincas ganaderas del municipio de Matiguás, Nicaragua.

ORDEN Familia	ESPECIE	Hábitat				TOTAL	CÓDIGO ESPECIE
		BR+PADA (n=6)	BR+PBDA (n=3)	SBR+PADA (n=3)	SBR+PBDA (n=3)		
Iguanidae	*Basiliscus vittatus*	0	4	1	9	14	4
	Norops biporcatus	2	0	0	0	2	5
	Norops cupreus	56	8	15	0	79	6
	Norops limifrons	26	5	1	2	34	7
	Norops sericeus	6	5	4	5	20	8
	Norops spp.	2	0	0	0	2	9
	Sceloporus variablilis	3	1	11	2	17	10
Scincidae	*Mabuya unimarginata*	2	3	5	4	14	11
	Sphenomorphus cherriei	2	0	0	0	2	12
Tiidae	*Ameiva undulata*	2	2	3	1	8	13
	Gymnophthalmus speciosus	3	4	4	5	16	14
Xanthusiidae	*Lepidophyma flavimaculatum*	0	0	0	1	1	15
SERPENTES	*Boa constrictor*	0	1	0	0	1	16
Colubridae	*Drymobius margaritiferus*	2	0	0	0	2	17
	Elaphe flavirufa	0	1	0	0	1	18
	Enuliophis sclateri	2	0	0	0	2	19
	Erythrolamprus mimus	1	1	0	0	2	20
	Imantodes cenchoa	3	0	2	0	5	21
	Leptodeira annulata	0	0	2	1	3	22
	Leptodrymus pulcherrimus	0	0	1	1	2	23
	Masticophis mentovarius	0	0	0	1	1	24
	Ninia sebae	1	0	0	1	2	25
	Oxybelis aeneus	1	0	0	0	1	26
	Pliocercus euryzonus	0	1	0	0	1	27
	Senticolis triaspis	1	0	0	0	1	28
	Sibon nebulatus	1	0	0	0	1	29

Anexo 4 (continuación). Especies y número total de individuos de anfibios y reptiles reportados en 15 parcelas en fincas ganaderas del municipio de Matiguás, Nicaragua.

ORDEN Familia	ESPECIE	Hábitat				TOTAL	CÓDIGO ESPECIE
		BR+PADA (n=6)	BR+PBDA (n=3)	SBR+PADA (n=3)	SBR+PBDA (n=3)		
	Spilotes pullatus	1	0	0	0	1	30
	Tantillita lintoni	1	0	0	0	1	31
Elapidae	*Micrurus nigrocinctus*	2	1	0	0	3	32
Viperidae	*Atropoides nummifer*	1	0	0	0	1	33
TOTAL		**243**	**85**	**162**	**92**	**582**	

Anexo 5. Protocolo de entrevista semiestructura para conocer la percepción de los productores ganaderos del municipio de Matiguás sobre el agua, la biodiversidad y su bienestar.

PERCEPCIÓN DEL AGUA, LA BIODIVERSIDAD Y SU RELACIÓN CON LOS DIFERENTES CAPITALES

Saludo y presentación personal: quién soy

Explicación del motivo de la visita (descripción de la actividad): Estoy realizando un trabajo que forma parte de mi tesis de maestría en el CATIE. En el CATIE todos los estudiantes tenemos que hacer nuestra maestría en dos años, en el primer año se llevan clases y en el segundo se realiza una investigación (tesis), lo que se trata es que las tesis tengan un impacto, principalmente en el beneficio de los productores.

Yo tengo la fortuna de estar haciendo esta investigación dentro de un proyecto de varios investigadores del CATIE. Este proyecto lo que busca es documentar la importancia de los sistemas silvopastoriles para la conservación de la biodiversidad y la producción ganadera. El proyecto tiene mucho interés en conocer como se relacionan los SSP, la biodiversidad y el bienestar de los productores; en este caso las ranas, sapos, lagartijas, iguanas y garrobos presentes en los potreros y las quebradas cercanas. Para nosotros en el proyecto es muy importante conocer qué es lo que los agricultores saben sobre estos temas.

Me gustaría tener su permiso para entrevistarle y aclararle que es algo totalmente voluntario. Si no desea participar, o si existe alguna pregunta que no desea contestar, simplemente me dice y no hay problema alguno; igualmente si en algún momento se siente incomodo y no desea continuar. Le recuerdo que usted me está haciendo un favor a mi, así que siéntase con confianza para detener la entrevista cuando guste.

Otra cosa importante a aclarar es que sus respuestas serán anónimas. Todo lo que usted diga es importantísimo para mi y para el proyecto ya que nos servirán para entender mejor lo que los productores conocen, pero las respuestas de todas las entrevistas serán analizadas en conjunto y no se sabrá que es lo que dijo cada persona.

Desarrollo de entrevista: Si mi pregunta no es clara o si desea alguna explicación adicional por favor no dude en decírmelo,

Capital natural

–Considera que la calidad y cantidad del agua esta afectando o afectará a sus vacas?

–Considera que existe una relación entre las ranas, sapos, garrobos, iguanas o lagartijas con la calidad del agua (buena, mala o regular)?

–Este tipo de rana, sapo, garrobo o iguana o lagartija esta presente durante todo el año? En que época (verano o invierno) ve más ranas, sapos, lagartijas y serpientes?

–Considera usted que la ganadería o agricultura han afectado o afectarán la calidad o cantidad del agua?

Capital cultural

–Diferencias entre ranas y sapos.

–Diferencia una serpiente venenosa de una no venenosa?

–Liste los tipos de ranas, sapos, garrobos, iguanas, lagartijas y serpientes que usted observa en su finca.

–Usted aprendió el nombre de este tipo de rana, sapo, garrobo, iguana y lagartijas por enseñanza de sus padres?
–Utiliza alguna rana, sapo, garrobos, iguanas o lagartija como medicinal o alimento?
–Compra animales de monte?

Capital humano

–Actualmente, la baja calidad de agua afecta a la salud de su familia?
–La baja calidad de agua ha afectado el consumo (salud de la familia)?
–Le dan asistencia técnica o capacitación sobre el manejo del agua o animales silvestres (ranas, sapos y lagartijas)?
–Es este tipo de rana, sapo, garrobos, iguanas y lagartija es problemático para usted?

Capital social

–Le gustaría trabajar con otras personas para mejorar la calidad de agua?
–Cree usted que trabajar con otras personas en su comunidad podrá ayudar a mejorar la calidad del agua?
–Comparte la toma de decisiones del manejo de agua en la finca?
–Existe un comité de agua en la comarca o comunidad?
–Pertenece a este comité?
–La calidad y acceso de agua es un gran problema en Nicaragua, Matagalpa y en la comunidad?

Capital político

–Necesita al gobierno y/o ONG para la protección y mejoramiento de la calidad del agua?
–Que instituciones Estatales y/o ONG trabajan en la calidad del agua o conservación de los recursos naturales?
–Falta una mejor implementación de leyes para proteger a nuestro patrimonio de agua y biodiversidad?

Capital financiero

–Incentivos individuales son muy importantes para que mejoremos la calidad y acceso al agua?. Que tipos de incentivos propone?
–Mejorar la calidad de agua aumentará el valor de la propiedad?
–Hace falta dedicar más recursos públicos a la protección y mejoramiento de la calidad de agua?
–Cuánto dinero gasta al año en la conservación y acceso al agua?
–Cuánto invierte para tener agua limpia de consumo humano?
–Ha tenido casos de muerte de ganado por accidente con serpientes?

Capital construido

–Tiene cercado la naciente de agua?
–Quisiera cercar la naciente de agua? Porque no lo ha hecho?
–Hace falta mejores plantas de tratamiento de agua?
–Ha visto alguna relación entre los SSP con la calidad del agua y el número de ranas, lagartijas, garrobos, iguanas y sapos?

Anexo 6. Protocolo de entrevista semiestructurada a las instituciones mencionadas por los productores y que se relacionan con la problemática del agua y los recursos naturales en el municipio de Matiguás.

PERCEPCIÓN INSTITUCIONAL DEL AGUA, LA BIODIVERSIDAD Y SU RELACIÓN CON LOS DIFERENTES CAPITALES

ALCALDÍA

–Tienen programas o proyectos relacionados con la calidad, manejo y conservación del agua y la biodiversidad?
–Qué estrategias emplearon para identificar los proyectos?
–Radio de acción del proyecto?
–Cómo es la respuesta de la comunidad?
–Imparten asistencia técnica sobre el manejo del agua y la biodiversidad?
–Cuál es su percepción del agua y la biodiversidad en el municipio de Matiguás?
–Las comunidades radican o presentan proyectos relacionados con el manejo del agua y la biodiversidad?
–Quién autoriza los proyectos y cuanto es el presupuesto destinado anualmente para esta área?
–La ganadería y la agricultura pueden afectar la calidad y cantidad de agua, asi como los recursos naturales?

ENACAL

–Tienen programas o proyectos relacionados con la calidad, manejo y conservación del agua y la biodiversidad?
–Qué estrategias emplearon para identificar los proyectos?
–Radio de acción del proyecto?
–Cómo es la respuesta de la comunidad?
–Imparten asistencia técnica sobre el manejo del agua y la biodiversidad?
–Cuál es su percepción del agua y la biodiversidad en el municipio de Matiguás?
–Las comunidades radican o presentan proyectos relacionados con el manejo del agua y la biodiversidad?
–Quién autoriza los proyectos y cuanto es el presupuesto destinado anualmente para esta área?
–Cómo es la distribución de los pozos en el municipio de Matiguás?
–Qué zonas tienen acueductos y cuál es la condición?
–La ganadería y la agricultura pueden afectar la calidad y cantidad de agua, así como los recursos naturales?
–Cuáles son los principales contaminantes del agua en la zona?

HOSPITAL

–Tienen programas o proyectos relacionados con la calidad, manejo y conservación del agua.
–Qué estrategias emplearon para identificar los proyectos?
–Cómo es la respuesta de la comunidad?

–Imparten asistencia técnica sobre el manejo del agua?
–Cuál es su percepción sobre el agua y la biodiversidad en el municipio de Matiguás?
–Cuantos pacientes atienden mensualmente relacionados con la calidad del agua y ataques ofídicos?
–Qué comunidades atienden?

MAGFOR

–Tienen programas o proyectos relacionados con la calidad, manejo y conservación del agua y la biodiversidad?
–Qué estrategias emplearon para identificar los proyectos?
–Radio de acción del proyecto?
–Cómo es la respuesta de la comunidad?
–Imparten asistencia técnica sobre el manejo del agua y la biodiversidad?
–Cuál es su percepción del agua y la biodiversidad en el municipio de Matiguás?
–Las comunidades radican o presentan proyectos relacionados con el manejo del agua y la biodiversidad?
–Quién autoriza los proyectos y cuanto es el presupuesto destinado anualmente para esta área?
–La ganadería y la agricultura pueden afectar la calidad y cantidad de agua, asi como los recursos naturales?
–La condición física del ganado es afectado por la calidad del agua y las mordeduras de serpiente?

TECNOSERVE

–Tienen programas o proyectos relacionados con la calidad, manejo y conservación del agua y la biodiversidad?
–Qué estrategias emplearon para identificar los proyectos?
–Radio de acción del proyecto?
–Cómo es la respuesta de la comunidad?
–Imparten asistencia técnica sobre el manejo del agua y la biodiversidad?
–Cuál es su percepción del agua y la biodiversidad en el municipio de Matiguás?
–Las comunidades radican o presentan proyectos relacionados con el manejo del agua y la biodiversidad?
–Quién autoriza los proyectos y cuanto es el presupuesto destinado anualmente para esta área?
–La ganadería y la agricultura pueden afectar la calidad y cantidad de agua, asi como los recursos naturales?
–La condición física del ganado es afectado por la calidad del agua y las mordeduras de serpiente?

NITLAPAN

–Tienen programas o proyectos relacionados con la calidad, manejo y conservación del agua y la biodiversidad?
–Qué estrategias emplearon para identificar los proyectos?
–Radio de acción del proyecto?
–Cómo es la respuesta de la comunidad?

–Imparten asistencia técnica sobre el manejo del agua y la biodiversidad?
–Cuál es su percepción del agua y la biodiversidad en el municipio de Matiguás?
–Las comunidades radican o presentan proyectos relacionados con el manejo del agua y la biodiversidad?
–Quién autoriza los proyectos y cuanto es el presupuesto destinado anualmente para esta área?
–La ganadería y la agricultura pueden afectar la calidad y cantidad de agua, asi como los recursos naturales?
–La condición física del ganado es afectado por la calidad del agua y las mordeduras de serpiente?

FONDEAGRO

–Tienen programas o proyectos relacionados con la calidad, manejo y conservación del agua y la biodiversidad?
–Qué estrategias emplearon para identificar los proyectos?
–Radio de acción del proyecto?
–Cómo es la respuesta de la comunidad?
–Imparten asistencia técnica sobre el manejo del agua y la biodiversidad?
–Cuál es su percepción del agua y la biodiversidad en el municipio de Matiguás?
–Las comunidades radican o presentan proyectos relacionados con el manejo del agua y la biodiversidad?
–Quién autoriza los proyectos y cuanto es el presupuesto destinado anualmente para esta área?
–La ganadería y la agricultura pueden afectar la calidad y cantidad de agua, asi como los recursos naturales?
–La condición física del ganado es afectado por la calidad del agua y las mordeduras de serpiente?
–Prestan dinero para la compra de equipo de bombeo de agua o mejoramiento de las instalaciones de captación, almacenamiento o distribución del agua?

FDL

–Tienen programas o proyectos relacionados con la calidad, manejo y conservación del agua y la biodiversidad?
–Qué estrategias emplearon para identificar los proyectos?
–Radio de acción del proyecto?
–Cómo es la respuesta de la comunidad?
–Imparten asistencia técnica sobre el manejo del agua y la biodiversidad?
–Cuál es su percepción acerca del agua y la biodiversidad en el municipio de Matiguás?
–Las comunidades radican o presentan proyectos relacionados con el manejo del agua y la biodiversidad?
–Quién autoriza los proyectos y cuanto es el presupuesto destinado anualmente para esta área?
–La ganadería y la agricultura pueden afectar la calidad y cantidad de agua, asi como los recursos naturales?
–La condición física del ganado es afectado por la calidad del agua y las mordeduras de serpiente?

–Prestan dinero para la compra de equipo de bombeo de agua o mejoramiento de las instalaciones de captación, almacenamiento o distribución del agua?

IGLESIA CATÓLICA

–Tienen programas o proyectos relacionados con la calidad, manejo y conservación del agua y la biodiversidad?
–Qué estrategias emplearon para identificar los proyectos?
–Radio de acción del proyecto?
–Cómo es la respuesta de la comunidad?
–Cuál es su percepción acerca del agua y la biodiversidad en el municipio de Matiguás?
–Las comunidades manifiestan su preocupación sobre el manejo del agua y la biodiversidad?
–Qué orientaciones dan ustedes al respecto?
–La ganadería y la agricultura pueden afectar la calidad y cantidad de agua, asi como los recursos naturales?

POLICÍA NACIONAL

–Qué leyes o normas presenta el municipio de Matiguás relacionadas con el agua y los recursos naturales?
–Cuál es el mecanismo que ustedes realizan para hacer cumplir esta legislación.
–Apoyan a otras instituciones en estos temas?
–Se presentan casos denuncia sobre el mal uso de la fauna, flora y el agua en las fincas ganaderas?
–Cuál es su percepción acerca del agua y la biodiversidad en el municipio de Matiguás.
–La ganadería y la agricultura pueden afectar la calidad y cantidad de agua, asi como los recursos naturales?

Anexo 7. Copia de los resultados del análisis bacteriológicos del agua del acueducto municipal y de los pozos rurales comunales del municipio de Matiguás, Nicaragua.

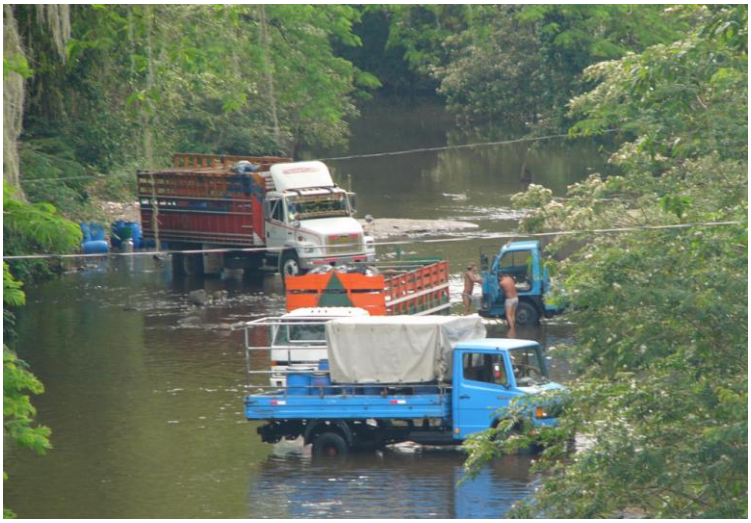
MINISTERIO DE SALUD
LABORATORIO EPIDEMIOLOGICO
SILAIS MATAGALPA
ANALISIS BACTERIOLOGICO

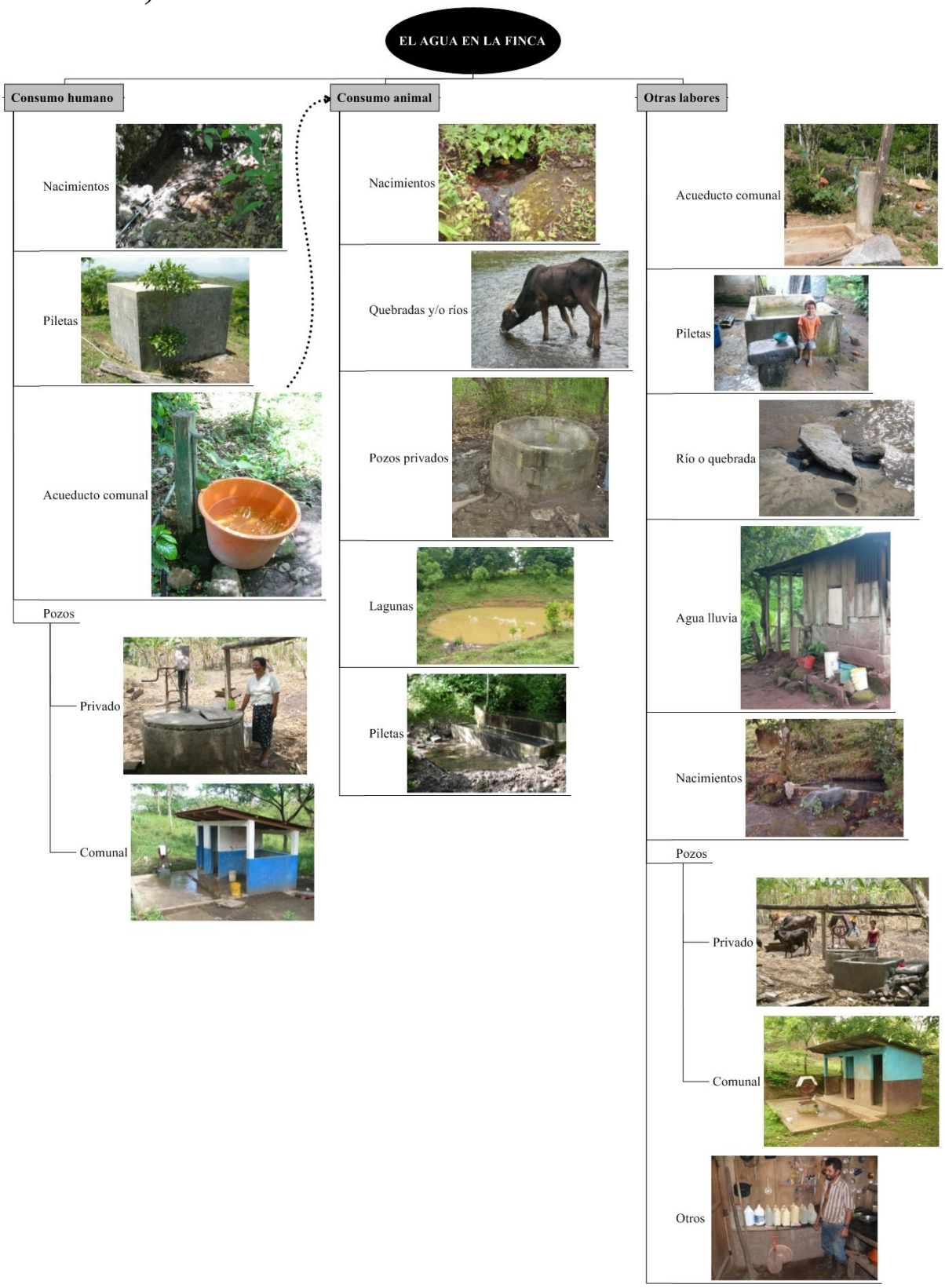
				RESULTADO DE AGUA		
N.	FECHA	MUNICIPIO	DIRECION	1-/10	1/100	C 100 ML.
1	16/05/2007	MATIGUAS	SN MIGUEL LIMAS	0	0	0
2	16/05/2007	MATIGUAS	LIMA CENTRAL	DPC	DPC	DPC OTB
3	16/05/2007	MATIGUAS	LIMA ABAJO	3	5	7 OTB
4	16/05/2007	MATIGUAS	LIMA SN LUCAS	0	0	0 OTB
5	16/05/2007	MATIGUAS	ARGELIA	1	7	7 OTB
6	16/05/2007	MATIGUAS	ARGELIA · 2	0	0	0 OTB
7	16/05/2007	MATIGUAS	BULL BULL	2	3	5 OTB
8	16/05/2007	MATIGUAS	MANUEL BENITEZ	0	0	0 OTB
9	16/05/2007	MATIGUAS	BILWAS AFUERA	0	0	0 OTB
10	16/05/2007	MATIGUAS	STA CRUZ	0	0	0 OTB
11	16/05/2007	MATIGUAS	STA. CRUZ	0	0	0
12	16/05/2007	MATIGUAS	STA. CRUZ SN ANTONIO	0	2	3 OTB
13	16/05/2007	MATIGUAS	CUSILE	DPC	DPC	DPC OTB
14	16/05/2007	MATIGUAS	B. PANCASAN	12	17	27 OTB
15	16/05/2007	MATIGUAS	C/S SN. JOSE		NO VINO	
16	16/05/2007	MATIGUAS	B. PANCASAN	0	0	0 OTB
17	16/05/2007	MATIGUAS	MERCADO	3	5	7 OTB

Laboratorio Epidemiológico SILAIS MATAGALPA

ELAB. IVONNE FLORES LUNA
RESP. SECCION DE AGUA
LABORATORIO EPIDEMIOLOGICO
SILAIS MATAGALPA

Anexo8. Punto de lavado de vehículos y recipientes varios relacionados con el transporte de leche. Cauce del río Bul Bul 200 metros abajo del puente de la vía que comunica la ciudad de Matiguás con el Municipio de Río Blanco (Foto M. Gómez-Martínez).



Anexo 9. Localización de agua en el subsuelo por medio de un alambre de cobre, técnica utilizada por los "poceros" en el municipio de Matiguás, Nicaragua (Foto M. Gómez-Martínez).

Anexo 10. Infraestructura de captación, distribución y almacenamiento de agua en la finca de acuerdo al uso dado por los productores ganaderos del municipio de Matiguás, Nicaragua. Línea de puntos indica el uso de la fuente en consumo no autorizado (Fotos M. Gómez-Martínez).