

# Relaciones entre biodiversidad y producción en sistemas silvopastoriles de América Central

A. M. Pérez<sup>1</sup>, G. Bornemann<sup>2</sup>, L. Campo<sup>3</sup>, M. Sotelo, F. Ramírez, I. Arana<sup>4</sup>

(1) Centro de Diversidad Animal, Universidad Centroamericana, Apartado 69, Managua, Nicaragua.

(2) Dirección de Postgrado, Universidad Centroamericana, Apartado 69, Managua, Nicaragua

(3) Departamento de Geografía, Urbanismo y Ordenación del Territorio. Escuela Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Universidad de Cantabria, Avda. de Los Castros s/n 39005. Santander, España.

(4) Centro de Diversidad Animal, Universidad Centroamericana, Apartado 69, Managua, Nicaragua.

En el presente proyecto nos propusimos relacionar producción de carne con biodiversidad en fincas con sistemas silvopastoriles de tres regiones de Nicaragua, Honduras y Costa Rica. Para ese propósito estudiamos indicadores de biodiversidad y de producción en una finca en cada uno de los tres países, para un total de tres fincas. También estudiamos indicadores de producción en otras tres fincas sin cobertura de vegetación. Los indicadores de biodiversidad fueron: Cobertura de vegetación (%), Riqueza de especies (S) y Diversidad (H?) (Diversidad de plantas, aves y de moluscos). Los indicadores de producción fueron: Receptividad, Carga Total, Unidades Ganaderas Totales y Carga animal. Los resultados obtenidos sugieren que las fincas con sistemas silvopastoriles son más rentables que las fincas sin usos silvícolas. La rentabilidad está relacionada principalmente con la posibilidad de enfrentar la sequía del verano e incluso estaciones secas más largas que lo esperado, sin necesidad de proveer suplemento nutricional al ganado. Los valores de riqueza de especies obtenidos han sido los siguientes: Honduras (Plantas, S= 41; Aves, S= 17; Moluscos, S= 5), Nicaragua (Plantas, S= 34; Aves, S= 30; Moluscos, S= 18) y Costa Rica (Plantas, S= 31; Aves, S= 23; Moluscos, S= 6).

We aimed at relating meat production with biodiversity level on silvopastoral systems from three sites of Nicaragua, Honduras and Costa Rica. We sampled biodiversity and production indicators in one farm at each of the three countries; these farms had a vegetation cover of ca. 50 %. We also studied production indicators on another three farms with no vegetation cover at all. Biodiversity indicators were: Vegetation cover (%), Species richness (S) and Diversity (H?) (Of plants, birds and mollusks). Production indicators were: Receptiveness, Total stock, Total livestock unit and Stocking rate. Obtained results suggest that farms with silvopastoral systems are more profitable than farms without silvocultural uses. This profitability is related mostly with the possibility of facing the summer's drought and even drought seasons longer than expected, without the need of providing nutritional supplies to cattle. Species richness values obtained are as follows: Honduras (Plants, S= 41; Birds, S= 17; Molluscs, S= 5), Nicaragua (Plants, S= 34; Birds, S= 30; Molluscs, S= 18) y Costa Rica (Plants, S= 31; Birds, S= 23; Molluscs, S= 6).

## Introducción

En 1983 en el país se estimó una cobertura total de bosques de 76.668 km<sup>2</sup>. En el año 2000 la cobertura de bosques del país se estima en 55.977 km<sup>2</sup>. De estos datos se calcula una pérdida total de bosques en el país de 20.691 km<sup>2</sup>, transformada en su mayoría en tierras bajo uso agropecuario y asentamientos. Eso quiere decir que en 17 años, Nicaragua perdió el 27 % del bosque que tenía, lo que representa una tasa anual de conversión de uso del suelo del 1.6 % (Marena, 2001). Del bosque seco quedan sólo pocas áreas relictas de lo que una vez cubrió grandes áreas en la región del Pacífico, producto de la práctica de una ganadería y agricultura extensiva (Marena, 2001; Pérez, 2002). De acuerdo a Janzen (1988) el bosque tropical seco es el hábitat que está en mayor peligro en Centro América, actualmente reducido a menos del 1% de su magnitud original.

El desarrollo de las actividades agropecuarias, la causa principal del avance de la frontera agrícola, ha provocado la creación de pequeños parches o islotes de bosques dispersos en diferentes zonas, es decir, la fragmentación forestal (Nittlapan, 1993; Toval, 2002). Muchos de estos fragmentos de bosque se encuentran ubicados dentro de fincas de diferentes tipos o forman parte de sistemas agroforestales (Barahona, 1997). Los sistemas silvopastoriles son una modalidad de los sistemas

agroforestales, donde se desarrollan árboles y pastos manejados en forma conjunta, cuyo objetivo es incrementar la productividad en forma sostenible, supliendo además otros beneficios (Radulovich, 1994). Estudiar los componentes de cada sistema particular permitirá acercarse a la forma óptima de manejarlos.

El objetivo de este trabajo fue establecer indicadores preliminares de la relación entre la producción de carne de res en fincas con un alto grado de cobertura (> 40 %) e indicadores de biodiversidad, en tres zonas de Nicaragua, Honduras y Costa Rica, ubicadas en la región del Trópico Seco de los tres países.

## Material y métodos

### Selección de las fincas

Nos planteamos el estudio de dos fincas en cada uno de los tres países: Honduras, Nicaragua y Costa Rica. Una de ellas con usos silvícolas del suelo y otra sin ello. En la finca con uso silvícola se realizó el monitoreo de la biodiversidad y el estudio de las variables de productividad, y en la otra solamente se estudiaron las variables de productividad (**Tabla 1**). Para la selección de las fincas nos planteamos los siguientes criterios. Área: entre 25 y 35 mz, uso: doble propósito; tipo de ganado: criollo (es el ganado que se ha originado producto de cruces de varias razas que fueron traídas desde la época de la colonia por los españoles); estadios (Son las diferentes clases de edad): Todos; cercanía de un río: Con preferencia.

**Tabla 1.** Datos generales de las fincas estudiadas (Biodiversidad= B, Productividad= P). El área de cada finca se indica en hectáreas (ha) y manzanas (Mz, 0.7 ha).

Finca	Localidad	Monitoreo	Dpto/ Provincia	País	Área (ha)	Área (Mz)
Las Pavas de Santa Amelia	Cárdenas	B y P	Rivas	Nicaragua	22	33
Santa Ana	Rivas	P	Rivas	Nicaragua	21.5	30
La Bolsa	La Cruz	B y P	Guanacaste	Costa Rica	18	25
Finca de Conrado	Liberia	P	Guanacaste	Costa Rica	60	90
Los Balcanes	Choluteca	B y P	Choluteca	Honduras	30.1	45.15
Los Ranchos	Choluteca	P	Choluteca	Honduras	15	22.5

### Muestreos

El monitoreo de las fincas seleccionadas se realizó según dos estrategias, una dirigida al monitoreo de los cercos vivos y la otra de los parches de bosque dentro de las propiedades. Para llevar a cabo el monitoreo se realizó un mapeo previo de las fincas, las que posteriormente fueron consideradas polígonos. El monitoreo se llevó a cabo en vegetación arbórea y fauna, y en esta última, en aves y en moluscos. Los muestreos fueron realizados considerando los cercos elegidos o lados de los polígonos, como transectos. A lo largo de este transecto se realizaron puntos de muestreo que se distribuyeron sistemáticamente. En cada punto de muestreo se permaneció 10 minutos, y se recolectaron plantas y moluscos, los cuales posteriormente se identificaron en el laboratorio.

Para el estudio de las aves se realizó un recorrido a lo largo de este transecto considerando las aves dentro de una distancia de 25 m a ambos lados del transecto. Las observaciones se realizaron entre las 5:00 am y las 10:00 am. Para el monitoreo de bosques con pastoreo y los sistemas intensivos para ganado con áreas boscosas se hizo una parcela de 10 x 10 m en cada finca. En estas parcelas se tuvieron en cuenta moluscos y plantas.

### Análisis

El indicador de la "calidad" de las especies según criterios biogeográficos, es el Índice Biogeográfico de Pérez, que se aplicó según la siguiente escala: Especies endémicas (5): Especies que son exclusivas del país; Especies centroamericanas (4): Especies con ámbito de distribución centroamericano; Especies americanas (del norte y del sur) (3): Especies que se distribuyen en América del Norte o del Sur; Especies antillanas (2): Especies de distribución antillana y, Especies de amplia distribución (1): Especies de distribución panamericana o global. En esta escala las especies valen más en la medida que su ámbito de distribución es menor, es decir, los endémicos son los elementos más valiosos.

El segundo elemento es el monitoreo de la "cantidad". Para esto se cuantificó cómo varía la riqueza de especies y la abundancia en los transectos y parcelas previamente establecidos. También se calcularon dos índices de diversidad alfa, el índice de Shannon-Weaver y el índice de Simpson. En el caso de la vegetación se estimó también el porcentaje de cobertura en bosques con pastoreo y pasturas con presencia de árboles; para ello se utilizó la escala de cobertura de Braun-Blanquet (1932) que consta de siete categorías: 5. Más del 75 % de cobertura; 4. 50-75 %; 3. 25-50 %; 2. 5-25 %; 1. Menos del 5 % o dispersos; +. Muy pocos: Cobertura de 0 %; r. Solitario (1 ó 2): Cobertura de 0 %. Previamente al cálculo de esta variable, se elaboró una trama de cuadros de 1x1 ha la cual se sobrepuso al mapa elaborado para las fincas, de manera que la cobertura fue calculada en estas "parcelas" y posteriormente estimada a escala de toda la finca.

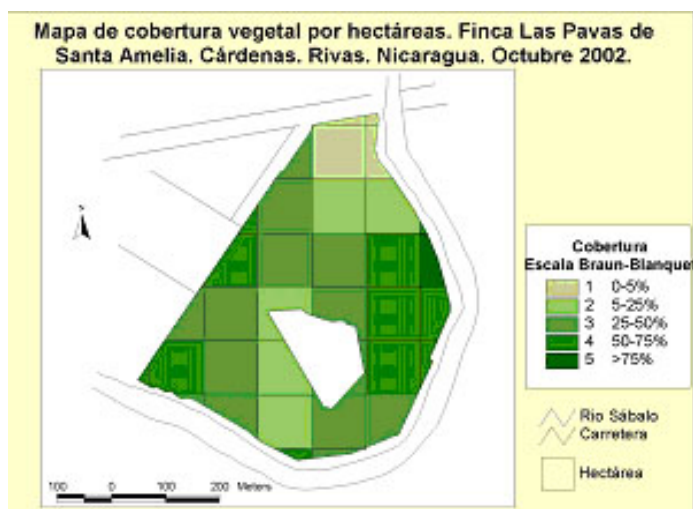
La cobertura, o el porcentaje de cobertura, por lo general se refiere a la proporción de un área cubierta por la proyección vertical de las copas o las áreas basales de las plantas en el nivel de la superficie del suelo. Tiene la ventaja adicional de que desde los árboles hasta los musgos pueden ser evaluados con el mismo parámetro (Mueller-Dombois y Ellenberg, 1974).

#### Variables de productividad:

Según Nitlapán-UCA (2001). Son algunas de las variables utilizadas para cuantificar la productividad en una finca ganadera. Los criterios para las unidades ganaderas se proponen en las fuentes anteriores para Nicaragua y aparentemente no existen para otros países del área. Estos son: Receptividad, Carga Total, Unidades Ganaderas Totales y Carga animal.

## Resultados

**Cobertura:** El croquis elaborado para el cálculo de la cobertura en la finca de Nicaragua se muestra como ejemplo en la **Figura 1**. Como se mencionó anteriormente se trató de tener fincas con una cobertura mayor del 40 % del área total.



**Figura 1.** Ejemplo de cálculo de la cobertura en la finca las Pavas de Santa Amelia, Nicaragua.

**Productividad:** Los datos de productividad en las fincas estudiadas de Nicaragua y Costa Rica, y la finca de comparación en Nicaragua se presentan en la **Tabla 2**.

**Tabla 2.** Datos de productividad en las fincas estudiadas.

Variables	Países					
	Nicaragua		Costa Rica		Honduras	
	Rivas	Cárdenas	La Bolsa, La Cruz (Con uso silvícola)	De Conrado, Liberia (Sin uso silvícola)	Los Balcanes, Choluteca	San Luis El Rancho, Choluteca
Receptividad (Capacidad de carga, UG ha <sup>-1</sup> )	1.3	1.6	1.3	1.3	1.6	1.4
Carga Total (UG)	63	36	23	77	47	21
Unidades ganaderas totales (UG)	49.8	33.2	16.6	94.8	46.4	24.4
Carga animal (UG ha <sup>-1</sup> )	1.2	1.4	1.0	3.3	1.5	1.6
Aportes nutricionales	Sí	No	No	Sí	No	Sí
Uso silvopastoril	No	Sí	Sí	No	Sí	Sí

**Biodiversidad:** Los datos de biodiversidad encontrados se presentan en la **Tabla 3**.

**Tabla 3.** Variables de biodiversidad medidas en las diferentes fincas.

Variables	Nicaragua		Costa Rica		Honduras	
	Cerco	Parcela	Cerco	Parcela	Cerco	Parcela
<b>Vegetación</b>						
Riqueza de especies	34	2	31	3	41	8
Diversidad Simpson	0.07	0.75	0.06	0.26	0.18	
Diversidad Shannon	2.08	0.37	2.1	1.01	1.62	2.02
Cobertura vegetal (%)	Ca. 50		Ca. 50		46.14	
Valor biogeográfico	2.44	2	2	3	1.93	1.87
<b>Moluscos</b>						
Riqueza de especies	18	5	6	0	5	6
Diversidad Simpson	.21	.24	.3	0	.62	.34
Diversidad Shannon	1.94	1.37	1.38	0	.72	1.24
Valor biogeográfico	3.16	2.6	2.83	0	2.6	2.5
<b>Aves</b>						
Riqueza de especies	30	--	23	--	17	--
Diversidad Simpson	0.04	--	.14	--	0.06	--
Diversidad Shannon	3.13	--	2.31	--	2.66	--
Valor biogeográfico	3.55	--	3.88	--	3.64	--

## Nicaragua

Se recolectaron nueve especies de plantas, 18 especies de moluscos y 34 especies de aves. Los datos de plantas indican una baja riqueza de especies, lo cual es lo esperado en un ecosistema modificado. Si se compara la riqueza del cerco con la riqueza de la parcela se puede apreciar que la de esta última es mucho menor ( $S=2$ ). Esto se explica porque los cercos en muchas ocasiones constituyen "relictos" de los ecosistemas primarios existentes en la zona. En cambio, dentro de las fincas los propietarios permiten el desarrollo de aquellas especies que son de su interés personal directo o indirecto, es decir, frutales de autoconsumo o especies arbóreas con alguna importancia para el ganado como el Guácimo del ternero (*Guazuma ulmifolia*) o el Guácimo de molinillo, ambas relacionadas con la alimentación del ganado. Se debe destacar que los bajos valores del índice biogeográfico indican el predominio de especies banales, es decir, especies que no tienen gran importancia desde el punto de vista biológico. (Fig. 2)

Aparentemente, la variable más importante relacionada con las plantas es la cobertura, es decir, el área cubierta bajo la copa de los árboles, y con ella la diversidad arquitectónica, lo que concuerda con lo observado por MacArthur *et al.*, (1966). En todas las fincas con uso silvícola la cobertura fue de ca. 50 %, lo cual es una cobertura bastante alta, si se tiene en cuenta que implica la convivencia de los usos de suelo pastoril con otros usos del suelo "no productivos".

No obstante, es de gran importancia la biodiversidad vegetal asociada con los altos niveles de cobertura ya que esta es la implica diferentes momentos de floración, producción de frutos, de brotes, etc. (González, 2002) y todo ello trae consigo diferentes especies de polinizadores, una importante diversidad animal asociada y una ganancia por concepto de alimentación del ganado (Radulovich, 1994, Barahona, 1997).

La riqueza de especies de moluscos del cerco vivo se considera media ( $S=18$ ) y está dentro de los valores promedio de las riquezas de especies encontradas en las comunidades de gasterópodos del Pacífico (Pérez *et al.*, en prensa). En cambio la riqueza de especies dentro de la finca es baja, posiblemente debido, en primer lugar, al impacto que supone la acción mecánica del ganado (González, 2002), y en segundo a los efectos colaterales del mismo, como el aumento de especies invasoras de otros invertebrados, como las hormigas, que coadyuvan a la disminución de la diversidad de otros grupos de fauna edáfica.

Las especies más abundantes fueron *Orthalicus princeps* y *Leptinaria lamellata*, la primera es una especie asociada con ecosistemas poco antropizados y se recolectó en un pequeño fragmento del bosque primigenio. Un dato curioso es que la especie *Ovachlamys fulgens* (Mollusca: Gastropoda), fue citada dentro del marco del presente proyecto como nuevo registro para la malacofauna continental de Nicaragua.

La riqueza de especies de aves puede considerarse alta, así como los valores de los índices de diversidad. Los valores de riqueza obtenidos fueron los más altos de los tres países. Las especies más abundantes fueron *Brotogeris jugularis*, *Wilsonia pusilla* y *Trhyothorus rufalbus*.





**Figura 2.** Vista de la finca de estudio en Rivas, Nicaragua (Finca Santa Amelia)

### Costa Rica

Se recolectaron nueve especies de plantas, seis especies de moluscos y 31 especies de aves. El comportamiento de la vegetación en la finca de estudio de Costa Rica es muy similar al caso de Nicaragua. Lo mismo ocurre para la cobertura, que en ambos casos es de ca. el 50 % del área total de la finca.

No obstante, en el caso de los moluscos la riqueza de especies es más bien baja, lo que se explica por la existencia en la zona de un suelo arcilloso que no es muy adecuado para el desarrollo de las comunidades de este grupo faunístico (Pérez *et al.*, 2003, en prensa). No obstante, se ha observado que las comunidades de gasterópodos de Costa Rica, habitualmente presentan valores de riqueza de especies más bajos que en Nicaragua (Z. Barrientos, com. pers.). Las especies más abundantes fueron *Leptinaria lamellata* y *Succinea recisa*.

La riqueza de especies de la comunidad de aves presenta un valor intermedio a los valores obtenidos en las comunidades de Nicaragua y Honduras. Las especies más abundantes fueron *Amazona albifrons* y *Tryothorus pleurostictus*.

### Honduras

Se recolectaron seis especies de plantas, ocho especies de moluscos y 41 especies de aves. El comportamiento de la vegetación en la finca de estudio de Honduras es muy similar al caso de Nicaragua y Costa Rica. Lo mismo ocurre para la cobertura, que en ambos casos es de ca. el 50 % del área total de la finca. (Fig. 3)



**Figura 3.** Vista de la finca de estudio en Choluteca, Honduras (Finca Los Balcanes)

La riqueza de especies de moluscos es baja y de magnitud similar a la encontrada en Costa Rica. Las especies más abundantes fueron *Bulimulus corneus* y *Praticolella griseola*.

La riqueza de especies de aves es la menor de las observadas en los tres países lo cual podría tener relación con la menor disponibilidad de hábitats circundantes, ya que en las cercanías existen numerosos cultivos y zonas antropizadas. Las especies más abundantes fueron *Tyrannus forficatus*, *Columbina inca* y *Pitangus sulfuratus*. (Fig. 4)



**Figura 4.** La Garceta Grande (*Casmerodius albus*), ave frecuente en fincas ganaderas de la región



## Discusión

Los valores de *Receptividad* y *Carga total* expresan las cantidades máximas que cada una de las fincas puede soportar, de acuerdo al tipo de pasto y a las condiciones climáticas de la zona. La *Carga animal* y las *Unidades ganaderas totales* son los valores reales que encontramos en las fincas de estudio (Nitlapan, 2001).

En las fincas de Nicaragua y en las fincas de muestreo de Costa Rica y Honduras las cantidades que soportan las fincas son inferiores a las máximas permitidas, lo que supone que todas ellas están siendo explotadas adecuadamente, no existe, por tanto sobrepastoreo. A pesar de ello, en la finca que no tiene uso silvopastoril (Rivas, Nicaragua) se ven obligados a dar aportes alimenticios durante ciertos meses al año.

En las fincas de comparación de Costa Rica y Honduras si existe sobrepastoreo, sin embargo, esta situación se ve compensada con el suministro de aportes nutricionales durante todo el año y la semiestabulación. En estas fincas se produce el mismo fenómeno que en la finca de comparación de Nicaragua, existe una clara diferencia entre el verano y el invierno, ya que a pesar de verse obligados a dar suplementos al ganado, las cantidades por animal varían mucho entre ambas estaciones, llegándose a suministrar más del doble de libras por vaca durante el verano.

De esto se deduce que la necesidad de aportes nutricionales no es consecuencia únicamente del sobrepastoreo, sino que al igual que en Nicaragua, en ambos países las fincas de comparación, a pesar de estar sometidas a las mismas condiciones climáticas que las de uso silvopastoril, poseen menos recursos frente a los periodos climáticos menos favorables (Beetz, 2002).

El factor cultural también influye en esta dirección ya que algunos productores en cuyas fincas existen fragmentos de bosque, le dan al mismo un manejo únicamente forestal y no se tiene en cuenta la utilización del mismo para la alimentación del ganado con los brotes, pasturas naturales, vainas, semillas, y otros elementos del mismo (Barahona, 1997; Toval, 2002).

Los datos de biodiversidad pueden considerarse entre medios y altos. En el caso de los moluscos, se plantea que los valores de riqueza de riqueza de especies en las comunidades oscilan entre 5 y 12 especies (Solem y Climo, 1985; Pérez, 1993), con valores a veces algo más altos, entre 20 y 30 especies (Pérez *et al.*, 1996) y en ocasiones valores de más de 50 especies en algunas localidades notables (Solem y Climo, 1985; López, 1993).

En cuanto a las aves, si comparamos nuestros valores con los de Naranjo (en línea), o Vilchez *et al.* (en prensa), sobre riqueza de especies de aves en sistemas silvopastoriles de Colombia y Nicaragua, respectivamente, los nuestros resultan algo bajos que los de Naranjo, pero más o menos similares a los de Vilchez *et al.* (en prensa). No obstante, nuestros datos están afectados por el esfuerzo de muestreo que fue relativamente puntual.

Los datos encontrados por nosotros de riqueza de especies de plantas con un promedio de 31 especies (Mín. 31 y Máx. 41), son algo menores que los de Weibull *et al.* (2003) para fincas de Suecia, pero se debe mencionar que nuestros valores sólo comprenden vegetación arbórea.

## Agradecimientos

Agradecemos a los Srs. Tomás y Francisco Meléndez permirtinos realizar este estudio en su finca La Bolsa, Costa Rica y además atendernos con extraordinaria gentileza. Lo mismo al Sr. Francisco Aburto en su finca de Rivas, Nicaragua. El Lic. Saíd Laínez y los ingenieros Saúl San Martín, Danilo Manzanares y Olman Rivera, han sido de una gran importancia en la selección de las fincas de Honduras. El Ing. Olman Rivera es el propietario de la finca de comparación y además nos ha contactado con el propietario de la finca de estudio (Los Balcanes) Sr. Melsiades Ochoa, por lo que a él le debemos un profundo agradecimiento.

Agradecemos también, los comentarios de los referees que estuvieron a cargo de la revisión de nuestro trabajo en Managua, así como de algunos de los colegas presentes. Un agradecimiento especial le debemos al Dr. Pablo Rodas por su paciencia. En el último proceso de revisiones debemos agradecer los comentarios del Dr. Pablo Rodas, Dr. Andrés Rius, Lic. Luis Figueroa y Lic. Elías Ramírez. Este proyecto está enmarcado dentro del 'Proyecto 'Centroamerica en la Economía Mundial del Siglo XXI', apoyado por IDRC, FF y ASIES, [www.asies.org.gt/ca?](http://www.asies.org.gt/ca?).



## Referencias

- Barahona, T. 1997. *Crisis, arborización y conservacionismo: por qué y cómo la gente se interesa por los árboles*. Colección de Tesis universitarias, UCA, Managua, Nicaragua. 170 p.
- Beetz, A. 2002. *Agroforestry overview. Horticulture systems guide*. <http://attra.ncat.org>. Consultada 18.05.2004, 4:51 pm.
- Braun-Blanquet, J. 1932. *Plant sociology; the study of plant communities*. [Transl. By G.D. Fuller and H.S. Conard]. Transl. Of 1<sup>th</sup> ed. Of Pflanzensoziologie (1928). McGraw-Hill, New York and London. 438 p.
- FAO. 2004. *Habitat fragmentation*. <http://www.fao.org>. Consultada 12.05.04, 2:28 pm.
- González, N. 2002. *Dos sistemas silvopastoriles como refugios de vida silvestre en el municipio de Estelí*. Tesis de Maestría, UNAN-León. 216 p.
- Janzen, D.H. 1998. Guanacaste National Park: Tropical ecological and biocultural restoration. En *Rehabilitating damaged ecosystems*. (ed. J. Cains, Jr.), CRC Press, Boca Raton. USA.
- López, A. 2003. Diversidad comparada de moluscos en diversas localidades de Nicaragua. *Gaia*, 3:1-9.
- MacArthur, R.H., H.F. Recher y M.L. Cody. 1966. On the relation between habitat selection and species diversity. *Amer. Nat.*, 100:319-327.
- MARENA. 2001. *Informe del estado actual del medio ambiente*, Managua, Nicaragua.
- Mueller-Dombois, D. y H. Ellenberg. 1974. *Aims and methods of vegetation ecology*. John Wiley and sons, New York. 546 p.
- Naranjo, L.G. (en línea). *Wild birds in Latin american pasture lands*. <http://www.virtualcentre.org/>. Consultada 18.05.04, 2:05 pm.
- Nitlapan-Universidad Centroamericana (UCA). 1993. *Tendencias actuales de la frontera agrícola en Nicaragua*. Informe de consultaría ASDI, UCA, Managua Nicaragua. 43p.
- Nitlapan-Universidad Centroamericana (UCA). 2001. Taller análisis de costo-beneficio de la aplicación de técnicas silvopastoriles. *Tropitécnica*, Managua, Nicaragua. 60 p.
- Pérez, A.M. 2002. Redes ecológicas: un uso alternativo del término y su aplicación a la conservación *in situ*. Un enfoque preliminar. *GAIA*, núm. 2.
- Pérez, A.M., G. Bornemann, L. Campo, M. Sotelo, I. Arana, F. Ramírez y E. Castañeda. 2003. Biodiversidad y producción en sistemas silvopastoriles de América Central. *Cuadernos de Investigación*, UCA. 77 p.
- Pérez, A.M., M. Sotelo, I. Arana y A. López (en prensa). Diversidad y aspectos del nicho ecológico de las comunidades de moluscos gasterópodos terrestres en la región del Pacífico de Nicaragua. *Iberus*.
- Radulovich, R. 1994. *Tecnologías productivas para sistemas agrosilvopecuarios de ladera con sequía estacional*. Serie Técnica, Informe Técnico No. 222, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba, Costa Rica. 190 P.
- Saunders, D., R. Hobbs y C. Marguies. 1991. Biological consequences of ecosystem fragmentation- a review. *Conservation biology*, 5(1):18-32.
- Solem, A. y F.M. Climo. 1985. Structure and habitat correlations of sympatric land snail species. *Malacologia*, 26(1-2):1-30.
- Toval, A.H. 2003. Hacia una silvicultura sostenible en el trópico seco: el caso de la Finca Piedra Rala, Nicaragua.

*Ecosistemas* 2003/2 (URL: <http://www.aeet.org/ecosistemas/032/informe2.htm>)

Vilchez, S., C. Harvey, D. Sánchez, A. Medina y B. Hernández. En prensa. Diversidad de aves en un paisaje fragmentado de bosque seco en Rivas, nicaragua. *Encuentro*,

Weibull, A.C., O.Ostman y A. Granquist. 2003. Species richness in agroecosystems: the effect of landscape, habitat and farm management. *Biodiversity and conservation*, 12:1335-1355.