

## **Monografía.**

# **LOS ECOSISTEMAS DE PASTIZALES. REALIDAD Y NECESIDAD PARA LA GANADERÍA SOSTENIBLE.**

*Dr.C. Rolando Hernández Prieto\**; *Dra. C. Sonia Jardines González\**;

*Ing. Alexey Díaz Reyes\*\** *Ing. Raicel Quesada Márquez\*\**

\*Profesores Titulares. Facultad de Agronomía. Universidad de Matanzas "C. Cienfuegos". Matanzas.  
Cuba

[sonia.jardines@umcc.cu](mailto:sonia.jardines@umcc.cu); [rolando.hernandez@umcc.cu](mailto:rolando.hernandez@umcc.cu)

\*\* Profesores Instructores. Facultad de Agronomía. Universidad de Matanzas "C. Cienfuegos".  
Matanzas. Cuba

## **Introducción**

La ganadería se inició en América aprovechando los ecosistemas de sabanas naturales presentes en varias regiones del Caribe. Poco a poco avanzaría acompañando los desmontes de los bosques de los ecosistemas secos y húmedos. Los animales ibéricos traídos por los conquistadores, con el paso del tiempo, se fueron adaptando a las nuevas condiciones y varios núcleos se transformaron en razas regionales llamadas criollas por los expertos.

Planas y Guerra (2000) plantean, que el término criollo se utiliza para identificar a los descendientes de animales que vinieron con los colonizadores españoles en sus viajes de conquista al nuevo mundo; así las razas criollas son un producto de la exposición a nuestro medio tropical, de la selección natural y artificial, del cruzamiento antaño indiscriminado y la consanguinidad en el decursar de cientos de años.

Esto lo reafirma Pérez (2000), quien plantea que el protagonismo de España en el descubrimiento alcanzó un relieve especial en el sector de la ganadería. A los animales españoles de diferentes especies traídos en el descubrimiento y por campesinos hispanos les correspondió el significado histórico de ser los progenitores con los que se formó la ganadería americana.

Para Cuba la introducción de la ganadería se presentó de forma similar al resto de los países del continente, sin embargo el desarrollo ganadero se presentó en tres etapas fundamentales:

**Primera etapa:** Siglos XVII y XVIII, como respuesta a un mercado creado para el suministro de carne salada a los galeones españoles que provenientes de otras regiones de América la utilizaban como punto de abastecimiento en su viaje de regreso a España y posteriormente y por la necesidad de utilizar la tracción animal para el desarrollo de la industria azucarera.

**Segunda etapa:** Siglo XIX y primera mitad del siglo XX, donde en sus inicios disminuye la importancia y desarrollo de la misma motivado por la introducción de la máquina de vapor y del ferrocarril en la industria azucarera, y las guerras de independencia, que la utilizaban como su principal fuente de alimento. En la primera mitad del siglo XX, surgen algunos patios de ganado de las razas Cebú, Charolais, Shorton, Santa Gertrudis, Holstein, etc en algunas regiones del país y cerca de los asentamientos poblacionales, aunque siempre existió una ganadería más extensiva que como resultado de múltiples cruzamientos se utilizaba como productora de carne. En general las condiciones de monoprodutor y monoexportador de azúcar en esta etapa frenaban e impedían el desarrollo de toda rama agrícola, especialmente la ganadería.

**Tercera etapa:** A partir de 1959 y con el triunfo de la Revolución, el desarrollo económico de nuestro país tuvo como principio romper la estructura productiva anterior, crear nuevas ramas económicas y cambiar los sistemas técnicos de producción.

Se decidió entonces, dar preferencias al sector agropecuario como aspecto fundamental en el desarrollo económico del país. En este contexto a partir de 1962 la producción pecuaria comenzó un desarrollo acelerado que la transformó de una ganadería extensiva y poco productiva a un eficiente sector con los adelantos tecnológicos más modernos.

Los pastizales que en un principio estaban constituidos por especies principalmente de gramíneas endémicas y naturalizadas, se transformaron en praderas con nuevas variedades de pastos introducidos de elevado rendimiento y calidad nutritiva pero dependientes de altos insumos y formadas de modo general por una sola especie de planta pratense, fundamentalmente gramíneas, desechándose así por los ganaderos el uso de los pastizales naturales.

Sin embargo, determinados cambios de consideración ocurridos en la economía del país en la década del 90 incidieron en la falta de recursos de que disponía la ganadería (riego, fertilización, maquinaria, combustibles, etc) Esto trajo aparejado como consecuencia una transformación de las praderas en explotación. El ecosistema de los pastos cambió de especies de gramíneas cultivadas a asociaciones de gramíneas y leguminosas naturales como respuesta en primera instancia, a la imposibilidad de recursos para sembrar y cultivar plantas introducidas y en segunda instancia por la comprensión de los productores ganaderos acerca de factibilidad de obtener producciones aceptables y viables económicamente con este tipo de plantas.

Existe, no obstante, otro elemento de interés que surge como consecuencia del uso de los pastizales naturales que es el incremento permanente de leguminosas naturales en las áreas dedicadas al pastoreo, las que proporcionan ventajas tanto en el enriquecimiento de alimento ofertado y como mejoradoras de las condiciones del suelo.

### **Fertilización nitrogenada y orgánica, su influencia en el pastizal.**

La explosión demográfica de este último siglo ha sido mantenida por una combinación del proceso Haber-Bosch para la producción de amonio como fertilizante en la revolución verde, en la cual las variedades de vegetación altamente productoras fueron hibridizadas en el contexto de un consumo pleno de nitrógeno, sin embargo ¿debemos realmente mantener esta producción de la misma forma, con los mismos costos? Esta pregunta se la han hecho

muchas personalidades científicas las cuales se han dedicado al estudio pleno de la materia en busca de una alternativa o solución.

Urbano (1997), en estudios realizados con gramíneas comprobó que entre los niveles de fertilización de 150 – 300 Kg N/ha/año si existían diferencias significativas en cuanto la producción de materia seca, obteniendo los mejores valores con la dosis de 300kg N/ha y que a partir de 150 Kg N/ha disminuía la relación hoja / tallo. Este autor plantea que el nitrógeno es el elemento más importante para el crecimiento de las gramíneas, que este macronutriente influye positivamente en la producción de materia seca y en el contenido de proteína cruda aumentándola hasta un 60% con la aplicación de 300 Kg N/ha.

La producción de materia seca de las gramíneas aumenta a medida que se incrementan los niveles de N de 0 a 450 Kg/ha/año, ya que el crecimiento de las plantas forrajeras y en el caso particular de las gramíneas tropicales, el N es el elemento que más lo limita. Es aceptado que los rendimientos en masa seca aumentan hasta una dosis específica de N para luego disminuir con dosis mayores (Faría, 1997)

Buchanan y Cowan (1990), señalaron que el rendimiento anual en pasturas de gramíneas tropicales como respuesta a la fertilización nitrogenada está relacionada con el nivel de N y modificado por los efectos de la lluvia, la capacidad del suelo para retener agua y la duración de la estación de crecimiento, coincidiendo con esto Espinoza y Argenti (1995), plantearon que el potencial de producción de una pastura está estrechamente relacionado con la fertilización con nitrógeno y que la fertilización nitrogenada contribuye en el crecimiento del rendimiento de la pastura.

Otro estudio realizado por Urbano (1997), reportó que este elemento disminuye el porcentaje de hojas e incrementa la altura del pasto disminuyendo la relación hoja/tallo como consecuencia de un incremento de la longitud de los tallos al aumentar el número y tamaño de los entrenudos. Sin embargo Soto, Laredo y Alarcón (1980), sostienen que la fertilización nitrogenada incrementa la relación hoja/tallo, coincidiendo con este último planteamiento Beliuchenko (1979),

encontró que el incremento de la dosis de fertilización nitrogenada como es el caso de 600 Kg N/ha disminuía el número de tallos ya que inhibía el desarrollo de las yemas apicales ubicadas en las zonas de ahijamiento y por lo tanto se incrementaba la relación hoja/tallo.

Sobre estos criterios Arnoldo (1996), plantea que la aplicación de niveles crecientes de fertilizantes nitrogenados, produce importantes incrementos en los rendimientos de materia seca, siendo más notable en los pastos más maduros, ya que el fertilizante nitrogenado tiene un efecto significativo en la producción de tallos por unidad de superficie, como también en el alargamiento de los entrenudos y escasa influencia positiva en el tamaño de las hojas.

La fertilización química puede producir varios beneficios directos pero estos no son comparados con los daños ecológicos que ocasiona al Medio Ambiente y a la Biodiversidad de especies imperante en el lugar donde son aplicados, además que su efecto positivo es instantáneo no perdurando en tiempo y espacio.

En los últimos años se han puesto en evidencia los efectos adversos de la fertilización química sobre el suelo, el agua y el aire. La influencia del fertilizante mineral, especialmente de N, P y K, en suelos deficientes en estos elementos es ampliamente reconocida en el mundo, particularmente en suelos tropicales (García, 2002); ejemplo de estos efectos son:

- Disminución de la biodiversidad ecológica
- Riesgo de contaminación del agua subterránea. Daños por salinidad y contaminación de acuíferos, causados por una dosificación muy alta.
- Riesgo de toxicidad a partir de sobredosis.
- Desarrollo de ciertas malezas.
- Rápida volatilización
- Variación de la reacción del suelo (acidificación o alcalinización).
- Modificación de la composición botánica de las praderas.

En Cuba la producción de pastos estuvo basada fundamentalmente en la aplicación de fertilizantes químicos y, en menor cuantía, en el uso de enmiendas orgánicas cuya fuente principal ha sido el estiércol fresco o conservado (Crespo y Arteaga, 1986).

Los estudios de fertilidad realizados en los suelos ganaderos de Cuba demostraron que la mayoría poseía valores muy bajos de Materia Orgánica y N., el 75% y el 45% presentaban contenidos muy bajos de P y K, respectivamente, y el 25% una marcada acidez (Crespo y Duran, 1990)

En los años que antecedieron la década de los 90 en los sistemas agrícolas (incluye los ganaderos) para alcanzar altas producciones, la fertilización con grandes cantidades de agroquímicos fue determinante y se manejó bajo criterios de necesidad de nutrientes y eficiencia, olvidando que parte de ella esta en función de los habitantes del suelo. Esta aplicación de agroquímicos fue causando progresivamente graves problemas de degradación en los suelos, lo que a su vez produjo pérdida de la fauna edáfica y la reducción de sus principales actividades. (Lee, 1994; Frago y Rojas – Fernández, 1994).

En los últimos años, sin embargo, teniendo en cuenta sus efectos adversos sobre el suelo, el agua y el aire, se ha adoptado la opción de la fertilización orgánica para corregirlos, que es mucho más económica y saludable para la naturaleza (Haan, Steinfeld y Blackburn 1997).

La materia orgánica es indispensable para el mantenimiento de la micro y meso vida y la bioestructura del suelo; además toda la productividad del suelo se basa en la presencia de materia orgánica en descomposición o humificada, jugando un destacado papel en la retención de humedad, ya que el suelo sólo retiene de ½ a 1½ partes de agua, mientras que la materia orgánica (estiércol) retiene de 3-4 partes (Neugebauer, Aumada y Bunch, 1992)

Respecto a lo anteriormente planteado Mirabal (1990), determinó que desde el punto de vista biológico, el contenido de humus en el suelo influye en la

actividad microbiana de este y puede reemplazar en su totalidad a los fertilizantes químicos, con la ventaja de que la cantidad de microorganismos que posee (un billón por gramo) contribuye a la recuperación plena de los suelos aunque hayan sido infértiles.

Es por ello que Peña (1993), le atribuye a los abonos orgánicos otras funciones y dentro de ellas está la mayor rentabilidad que proporciona el sistema agrícola, al reducir en gran medida las normas de riego, por su contribución a la mayor retención de humedad en el suelo, disminuyendo así los costos de producción.

Altieri (1992), afirma que el establecimiento de nutrientes, fundamentalmente de (N-P-K) debe realizarse, de forma tal, que no se convierta en una fuente de contaminación, lo que puede solucionarse a través de la fertilización con la aplicación de fuentes orgánicas, atenuando notablemente los efectos negativos que se le atribuyen a la agricultura de altos insumos.

La fertilización orgánica puede ser una vía económica y ecológicamente efectiva para reducir la dependencia de los fertilizantes químicos. Se ha demostrado que el uso de abonos orgánicos obtenido de los desechos de las propias fincas o de su entorno, contribuye a eliminar la contaminación ambiental que se produce cuando son vertidos al medio, e incrementa los rendimientos de varias especies forrajeras al sustituir parcial o totalmente a los fertilizantes minerales (Pérez, Matías, González y Alonso, 1997); (González, Vieto, Ramírez y Cruz, 2000).

La materia orgánica como fertilizante y como mejoradora de las condiciones físicas y químicas del suelo va imponiéndose como opción económica y ecológica, viable, Matienzo (2003). Diversos estudios han demostrado la importancia de la materia orgánica en el aporte de nutrientes, principalmente nitrógeno, su acción quelante sobre los iones metálicos, formando complejos más o menos estables y su efecto estimulante en la fisiología de las plantas.

Crespo (2001), asevera que en la actualidad el encarecimiento de los fertilizantes minerales y la falta de recursos en la mayoría de los países subdesarrollados ha renovado el interés por el uso del estiércol vacuno en la agricultura, no solo como mejorador de las propiedades físico-químicas del suelo sino además, como portador de macroelementos esenciales (N, P, K), elementos secundarios (Ca, Mg, S) y microelementos (B,Cu, Fe, Mn, Mo, Zn). Esto hace al estiércol un abono completo con cualidades difíciles de conseguir con los fertilizantes minerales comerciales, lo cual puede contribuir a un uso más eficaz de los nutrientes por parte de los pastizales.

Según Jacob (1968), la base para la obtención del rendimiento óptimo es el abastecimiento del suelo con materia orgánica en forma de estiércol. En suelos ligeros actúa como abastecedor de nutrientes y mejorador de la capacidad de retención, debiendo estar bien descompuesto.

El estiércol le aporta materia orgánica valiosa al suelo, contribuye a conservar los nutrientes suministrados por otros fertilizantes y por lo tanto, en forma indirecta reduce la contaminación del agua y el aire (Pimentel et al, 1992). La actividad biológica del suelo se estimula a través del uso de estiércol de herbívoros, fresco o procesado (Ferruzzi, 1987). Se piensa además que las poblaciones de artrópodos benéficos del suelo se estimulan a través del efecto del estiércol sobre las cadenas alimenticias.

Un nitrógeno de acción fertilizante rápida con efecto nutritivo inmediato proviene de la excreta animal que sumados a los restos vegetales no digeridos en la ración forrajera y los propios restos no consumidos por el ganado, aportan una gran cantidad de nutrientes al suelo, otra vía que aporta elevada cantidad de nitrógeno de diversas formas químicas son las deyecciones del ganado que pasta en la pradera el cual las deposita en la misma.

La cantidad y calidad de nutrientes en el estiércol, que a su vez varía según la nutrición de los animales, influye sobre los ciclos de nutrientes y las cadenas tróficas del suelo (Murgueitio y Calle, (2000).

Guzmán y Companioni (1994), atribuyen al estiércol vacuno buenas propiedades en la nutrición de los cultivos.

- Contaminación reducida de la tierra y de las aguas superficiales y subterráneas.
- Emisiones de amoníaco reducidas.
- Evaporación reducida de gases invernadero.
- Incremento en los rendimientos de cosecha.

En la tabla 9 se muestra el aporte de nutrimentos totales por toneladas de estiércol vacuno (% base seca). Según Ramírez y González et al. (2002).

*Tabla 1. Aporte de nutrientes por toneladas del estiércol vacuno.*

	<b>M.O.</b>	<b>N</b>	<b>P</b>	<b>K</b>	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>	<b>PH</b>	<b>Humedad (%)</b>
Estiércol vacuno	36,1	1,51	1,20	1,51	3,21	0,53	7,1	25,5

La aplicación mejorada de estiércol tiene un beneficio indirecto sobre la producción pecuaria a través de un provechoso reciclaje de nutrientes y los rendimientos mejorados de las cosechas forrajeras (entiéndase esto como un efecto mejorador de la biodiversidad en el pastizal natural).

Teniendo en cuenta lo anterior, la generalización en nuestro país de la utilización racional y eficiente de este subproducto (estiércol vacuno) contribuirá en gran medida al mejoramiento de la fertilidad de nuestros suelos y aumentará la capacidad productiva de los mismos, tanto los dedicados a la ganadería como a las demás producciones agrícolas.

### **Biomasa aérea/ Biomasa subterránea del pastizal.**

En el trópico es muy escaso el conocimiento existente respecto a la biomasa radical de las diferentes especies de pasto, en los años noventa aparece poca información en la literatura acerca de las características de esta biomasa.

Para realizar un adecuado manejo de la producción vegetal es necesario el estudio del crecimiento de las raíces como parte del funcionamiento del sistema productivo ya que las posibilidades de distribución de estas raíces en el suelo, sea esta una especie nativa o exótica, dependen de las resistencias mecánicas que encuentren para elongarse y sus comportamientos serían determinantes en las diferentes producciones de biomasa aérea (Ansin 1998). Estas resistencias mecánicas estarían dadas, entre otras, por la compactación del horizonte Bt que limita la elongación de las raíces a través del perfil (Malhi, Andrew y Carter 1992).

La distribución de la biomasa radical de una pradera está en función de la composición botánica y de la interacción con el suelo. Cuando los índices en la relación biomasa aérea/biomasa subterránea son altos, la mayor influencia la ejerce el crecimiento de la masa subterránea, que se desarrolla más cuando las condiciones del suelo son adversas. En los pastizales nativos será más preponderante que en los pastizales cultivados.

Crespo y Lazo (2001), en estudios realizados encontraron que las gramíneas perennes de pastoreo difieren en gran medida en el volumen y la biomasa de sus sistemas radicales, por lo que Gómez, Rao, Bek y Ortiz (1989) plantean que la mayor energía presentada por la biomasa subterránea respecto a la aérea, permite que las especies nativas se manifiesten en un mayor equilibrio con el medio ambiente

Otros autores atribuyen tales diferencias en el desarrollo radical de los pastos a la característica genética de cada especie (Pengelly y Hacker, 1998), al clima (Kirk Stevenson y Clarke 1989) y a las propiedades físicas del suelo, en especial la textura y la estructura (Vilche Mertín y Mortico, 2000).

Por su parte en los pastizales permanentes, el mayor volumen y biomasa de las raíces de los pastos se encuentran en los primeros 20 cm del perfil del suelo (Rappaport, 1988 y Hernández, Sánchez y Lazo, 1998), por lo que los métodos empleados para determinar estos indicadores no tienen porqué explorar mayor profundidad. Respecto a esto Schulze (1996), decidió hacer un

estudio del sistema radical de los pastos y encontró que únicamente el 17% de la biomasa radical se encontraba por debajo de los 30 cm de profundidad.

La producción de materia seca por hectáreas para diferentes plantas en estratos verticales herbáceos de pastizales naturales ha sido poco estudiada en nuestras condiciones, sin embargo si se han realizado trabajos relacionados con el nivel de oferta del pasto, la altura y la producción de leche (Milera, Martínez, Cáceres y Hernández, 1986; Hernández. Saéz, García- Trujillo, Carballo y Mendoza, 1987; Hernández, Carballo, Mendoza, Robles y Fungs, 1990). Y también existen trabajos sobre la relación entre la altura o los estratos de las plantas, la frecuencia de corte y la infestación por malezas en praderas de gramíneas comerciales (Remy y Martínez, 1978): Por otra parte Pereira (1987) realizó estudios en variedades de pastos comerciales relacionándolo con el manejo de la pradera, los caracteres estructurales de la planta y el valor nutritivo.

Actualmente se realizan estudios con estratos herbáceos, arbustivos y arbóreos como un ecosistema biodiverso y estable, en pastizales constituídos por plantas comerciales donde pueden crecer en armonía diferentes especies de plantas utilizadas para la alimentación animal con sorprendentes resultados; sin embargo para gramíneas y leguminosas nativas los estudios de composición y calidad de ecosistemas por estratos es un sendero que está aún por explorar.

### **Los pastizales naturales.**

La vía más factible para desarrollar una ganadería ecológica y económicamente sana es mediante la utilización de los pastos y los forrajes para la alimentar a la masa ganadera y es por eso que al estudio de estos ecosistemas se le debe prestar una mayor atención e incluso ayudarlos a equilibrar sus componentes para hacer un máximo aprovechamiento de ellos.

Los pastizales ocupan algo más de la cuarta parte de la superficie emergida del planeta (Newman 2000), son un ecosistema de comunidades vegetales con dominancia de plantas pratenses y/o forrajeras utilizadas para poblaciones de animales que pueden ser tanto domésticos como salvajes, (Novoa, 1993) y suelen estar situados en zonas con productividad relativamente baja que no son adecuadas para usos agrícolas intensivos. En ellos, el pastoreo es un procedimiento eficaz para recolectar y transformar su dispersa producción primaria en productos para uso o consumo humano (Rebollo y Gómez, 2003)

Variadas resultan las definiciones sobre los pastizales naturales y sus concepciones de acuerdo con el enfoque que se realice si es agroproductivo o ecológico.

Los pastizales naturales son aquellos terrenos con pastos que se han formado como consecuencia de la evolución de la vegetación sin haber sido implantados por el hombre; se debe tener cuidado y saber diferenciarlo de la comunidad seral porque un pastizal natural no sufrió un accidente importante. Llamamos importante a la quema reiterada o a la introducción del arado (rastros viejos). Puede estar más o menos degradado por pastoreo o sobrepastoreo y su interacción con los accidentes climáticos (sequías prolongadas).

Cuando se destruye el pastizal natural por el arado o las quemas reiteradas, la naturaleza trata de restaurar el equilibrio original y se va formando una serie de asociaciones vegetales, con la pérdida de muchas especies originales (se pierde parte de la biodiversidad original) y la aparición de otras especies con mayor o menor valor forrajero. Por eso se denominan comunidades serales (de serie) (Rhades, 2003)

El pastizal es un ecosistema de comunidades vegetales con dominancia de plantas pratenses y/o forrajeras utilizadas para poblaciones de animales que pueden ser tanto domésticos como salvajes, Novoa (1993). Por otra parte un ecosistema natural se convierte en agroecosistema cuando el hombre establece un sistema productivo que respete en lo posible los principios

ecológicos presentes. Con este enfoque en los últimos años se le presta mucha atención a criterios de algunas corrientes agroecológicas que plantean la necesidad de hacer más eficientes los sistemas agropecuarios, así Altieri (1996), consideró la sustentabilidad como uno de los indicadores de la sostenibilidad, siendo aquella la medida de la habilidad de un agroecosistema para mantener la producción a través del tiempo en presencia de repetidas restricciones ecológicas y presiones socioeconómicas.

Según Pueyo (2002), estos pastizales naturales constituyeron, constituyen y constituirán, aún en el largo plazo, el componente más importante del ecosistema pastoril, ya que pertenecen a un patrimonio biológico de importancia incuestionable, el cual debe ser utilizado con técnicas de manejo que permitan sustentarla en el futuro para el beneficio de las generaciones futuras. Entre las bondades de estos pastizales se destaca la alimentación económica que suministran y la buena estabilidad (referida a su persistencia productiva, es decir que no debe intervenir en forma recurrente como en las pasturas comerciales) y la capacidad de recuperación, aún después de severas contingencias climáticas, como prolongadas sequías.

El recurso "Pastizales Naturales" presenta una gran heterogeneidad; la cual surge de la combinación de los factores del ambiente, tales como clima, suelo, topografía, presencia o ausencia de monte; especies nativas adaptadas, manejo de los animales, entre las más importantes. El clima (lluvias y temperaturas) tiene una influencia notoria en el rebrote de las especies en los pastizales naturales.

Un aspecto de decisiva importancia, que es muy polemizado entre los estudiosos entre los pastizales naturales es su capacidad productiva y la relación que esta tiene con su biodiversidad.

Es difícil alcanzar la máxima productividad cuando el pastizal está constituido por distintas poblaciones ya que en muchas ocasiones en praderas mixtas se hace complejo mantener una proporción deseada entre gramíneas y leguminosas debido a las variadas exigencias de los diferentes pastos que

componen la asociación, es decir, dada su propia diversidad. El principal responsable de esta alta diversidad de especies en los pastizales lo constituye el pastoreo debido al consumo que ejercen los animales sobre las especies dominantes de la comunidad. (Milchunas, et al, 1988; Perevolotsky y Seligman, 1998; Knapp, 1999)

Las poblaciones existentes en el ecosistema pastizal están asociadas permanentemente a las interacciones que en el mismo se producen. (Isaka 1997); sin embargo debido a la diversidad de especies, géneros, y familias de plantas que forman las poblaciones de este ecosistema, por su importancia para la alimentación animal, la asociación de gramíneas y leguminosas resulta la de mayor interés para el productor ganadero.

Según Primavesi (1989), se sabe que cada planta nativa, por sí sola puede ser muy inferior a las forrajeras introducidas en las praderas, más en conjunto cuando son adecuadamente manejadas superan a los monocultivos plantados. Esta autora plantea que una forrajera plantada de un solo cultivo raras veces encontrará un ambiente favorable a su desenvolvimiento. Por tanto puede producir grandes cantidades de forraje, tal vez con un valor de proteína bruta elevado; más, así mismo puede tener un valor biológico bajo por no poder desenvolver todo su potencial genético. Las plantas nativas, "ecotipos" mismos más pobres que la forrajera plantada pueden tener valor biológico superior por poseer muchas sustancias que las forrajeras introducidas no poseen y más que son importantes para el ganado joven.

El deterioro de agroecosistemas donde predominan los pastizales, es el principal indicador a tener en cuenta cuando de sostenibilidad se trate, y el manejo es el factor que va a decidir en la conservación o el deterioro del ecosistema pastizal. En el manejo tecnológico y en el ecológico del pasto y del ganado valen todas las medidas capaces de proporcionar forraje al ganado, de nutrirlo, de mantener la productividad de los recursos forrajeros y conservar la fertilidad del suelo, pero sin sacrificar el pasto por el ganado (Primavesi, 1989). Esta misma autora considera que los encargados de la explotación de pastizales deben conocer, que existe una relación directa entre el suelo, el

ganado y la vegetación usada para nutrir a los animales y la forma en que interactúan los elementos de manejo como: la disponibilidad, la calidad y estructura del pasto, el consumo, etc.

Algunos estudiosos definen el pastizal como un ecosistema, pero un estudio detallado nos lleva a la conclusión de que el pastizal como área explotada por el hombre se acerca más a las definiciones de los agros ecosistemas.

De acuerdo con la definición de Soriano y Aguiar (1998), un agroecosistema puede ser entendido como un ecosistema que es sometido por el hombre a frecuentes modificaciones de sus componentes bióticos y abióticos. Estas modificaciones introducidas por el hombre en el agro ecosistema afectan prácticamente todos los procesos estudiados por los ecólogos, y abarcan desde el comportamiento de los individuos y la dinámica de las poblaciones hasta la composición de las comunidades y los flujos de materia y energía (Ghersa y Martínez-Ghersa 1991, Hald 1999, entre otros).

Además de ser un proceso generador de cambios intensos, la implantación de agro ecosistemas es un fenómeno ampliamente extendido, a tal punto que de todas las acciones humanas que modifican el ambiente, el establecimiento de agro ecosistemas es por lejos el que más afecta a la mayor superficie del planeta (Solbrig 1999). En efecto, según estimaciones recientes de este autor, más de la mitad de la superficie de la corteza terrestre ha sido destinada a la práctica de la agricultura; a la producción agrícola (12%), a la ganadería (25%) o la plantación de bosques artificiales (15%)

### **Investigaciones realizadas en pastizales.**

Las investigaciones en pastizales son amplias en el mundo, ya que sobre las praderas descansa un porcentaje elevadísimo de la producción de leche y carne a nivel global; sin embargo no son antiguos los resultados que se tienen sobre estas investigaciones en la región tropical como ocurre con otras ramas de la agricultura o de la ciencia en general.

En Cuba antes de 1959 casi no existían investigaciones sobre pastizales naturales y solo algunos reportes agrotécnicos abordaban esta temática. A partir de 1959 se desarrollaron en el país cuatro Centros Principales de Investigación y más de diez subestaciones dedicadas a la introducción y mejoramiento de especies y variedades comerciales, a la investigación sobre una agrotécnica y un manejo óptimo de este recurso, a medir el efecto sobre el animal y sobre el suelo, etc. Sin embargo se mantuvieron escasas las investigaciones sobre pastizales naturales.

Al respecto Jardines, Hernández, Hondal, Moro y García, (2000), plantean que el potencial de los pastizales naturales del trópico fue insuficientemente estudiado antes de que los conceptos de una ganadería de altos insumos, ajustada a los principios de la “Revolución Verde”, arrasaran prácticamente con todo estudio que contribuyera a su mejor utilización. Las gramíneas y leguminosas naturales, partiendo de la utilidad de estos taxones vegetales, parecían escapar a esta falta de dedicación por parte de los investigadores ya que varios trabajos demostraban una ampliación del conocimiento sobre la caracterización de las leguminosas, tales son los trabajos reportados por Barreto, Catasús y Acosta (1998); Funes Jr, Monzote y Camina (1995); Menéndez y Tang (1992); Bosman, Castillo, Valles y De Lucía (1990). Estos autores, entre otros, han realizado estudios rigurosos sobre las leguminosas naturales en Cuba y otras áreas de la América tropical, sin embargo, de modo general, estas investigaciones se abordan desde enfoques botánicos, fitogeográficos o germoplasmáticos y en raros casos se hizo un análisis del comportamiento ante el pastoreo frecuente en condiciones de explotación sistemática. Con este y otros artículos se muestran los resultados de investigar algunas características de las plantas prateras que cohabitan el ecosistema pastizal dedicado a la producción de leche, comenzando por el *Alysicarpus vaginalis* que es la leguminosa de mayor presencia en las praderas estudiadas. Se investiga actualmente sobre el manejo de los pastizales naturales, tanto desde el punto de vista del pastoreo, como agronómico, pero también con mucha fuerza la importancia que tienen como preservadores de la diversidad biológica.

Algunos autores plantean que la ganadería es destructora del medio ambiente y otros ven los efectos o contribuciones positivas de los pastizales naturales y de la ganadería en un sentido más amplio.

Hutton (1970), plantea que solamente en los últimos 50 años el hombre comenzó a estudiar los pastizales tropicales, mientras que el esfuerzo científico hacia un desarrollo de los pastos mejorados de gramíneas y leguminosas se circunscribe a solo 30 años.

Mientras en los países de clima templado con desarrollo ganadero, la explotación de los pastizales es bien conocida, y su composición florística, su dinámica y su potencialidad han sido suficientemente estudiadas, en los países de clima tropical nos debatimos entre el escaso conocimiento sobre las poblaciones constituyentes de nuestros pastizales y la necesidad de aplicarles tecnologías de avanzada. (Hernández 1993)

También Menéndez (1988), refiriéndose a este tema planteó que en el trópico se han explotado de forma sistemática y extendida los pastos, ya sea en forma de pastizales naturales o comerciales, pero sin embargo ha habido poca preocupación por conocer la flora natural existente en las praderas especialmente la de las familias de las leguminosas.

Muchos son los autores que recomiendan el estudio de estas plantas en países de clima tropical, así Wildin (1993); Valle, Castillo y Menéndez (1992); Basulto y Ayala (1992); Paulino, Malavolta y Costa (1994); Toledo, Giraldo y Spain (1987); Ferguson, Cardoso y Sánchez (1992); han reportado trabajos al respecto con plantas leguminosas de los géneros *Desmodium*, *Centrosema*, *Arachis*, *Neonotonia*, *Macroptilium*, *Dolichos*, *Stylosanthes*, y otras, en general con plantas seleccionadas o introducidas.

No obstante, botánicos, evaluadores y especialistas nunca han dejado de plantear la importancia de los pastizales naturales a la hora de establecer sistemas permanentes de explotación donde el manejo se relaciona más con la persistencia que con la variedad de pastos utilizados. Así Funes, Febles y

Pérez Infante (1986), plantearon que a pesar de que los pastos tropicales naturales han sido subestimados y despreciados, resulta evidente que debido al potencial que en ellos se encierra tendrán que ser considerados aún más. Sin embargos los trabajos con leguminosas naturales han estado encaminados a la evaluación y prospección geográfica y pocos han sido los evaluadores de estas plantas en condiciones de pastoreo.

León y Alain (1951) y Roig (1969) en Cuba han hecho amplias descripciones botánicas sobre gramíneas y leguminosas naturales. Así se ha llegado al conocimiento de Cuba posee 305 especies endémicas de flora neotropical y que 125 son autóctonas, para el género de las leguminosas, en las que están representadas especies muy importantes que pueden ser utilizadas en la explotación del ganado bovino. (Machado, Lamela, Seguí, y Pereira, 1992).

Ya en los últimos años algunos estudiosos de nuestros pastizales han abordado el estudio de las leguminosas en áreas de ganaderas en nuestro país; así Martín y Suárez (1992); Guevara, Curbelo, Ramírez, Muñoz, Edonozin, Pereda, Camina y Ruiz (1995); Hernández (1993); Funes, Monzote y Funes Jr (1995); Rodríguez y Alfonso (1996); Paretas (1993) y Jardines (1998) han reportado importantes estudios sobre recolección, evaluación y comportamiento de leguminosas naturales, en los que se ha demostrado la importancia de tomar en consideración la utilidad de estas plantas para la alimentación animal y en la mejora de los suelos.

Uno de los trabajos más completos sobre la caracterización regional y fitogeográfica de las leguminosas en Cuba ha sido realizado por Menéndez (1982), quién demostró la amplia diversidad de esta familia de plantas en todo el país y señaló que los géneros y especies de leguminosas de constitución herbácea más comunes en las áreas ganaderas fueron *Stylosanthes*, *Desmodium*, *Macroptilium*, *Teramnus*, y *Centrocema*. Más recientemente Funes Jr, Monzote y Camina (1995), en una prospección de leguminosas realizadas en La Habana durante tres años encontraron que los géneros: *Desmodium*, *Alysicarpus*, *Teramnus* e *Indigophera*, son los de mayor frecuencia de aparición o de mayor adaptabilidad en los pastizales.

Los estudios botánicos han demostrado que Cuba presenta gran diversidad de leguminosas pero Borroto, Catasús y Acosta (1995), en una colecta realizada durante 15 años han planteado que es en los bosques semidesérticos de Camagüey donde precisamente se encuentra con mayor intensidad esa gran diversidad. Estudios recientes también han mostrado la riqueza natural de nuestras sabanas, Fontes, Hernández, Cruz, Seguí y Cubillas (2000) y Hernández, Hernández, Martínez Bécquer, Vega, Nápoles y Catalá (1999). Situación diferente ocurre en nuestras praderas ya que cuando se trata de áreas sometidas al pastoreo sistemático la diversidad de géneros y especies del ecosistema se reduce a muy pocas variedades de plantas de la familia de las leguminosas y solo la especie *Alysicarpus vaginalis*, el *Desmodium triflorum*, *Desmodium scorpiurus*, el *Teramnus labialis* y en suelos ácidos el *Stylosanthes* parecen soportar por tiempos prolongados, la acción de la pezuña y el diente del animal. (Hernández 1996).

En estas condiciones de pastoreo continuado es el *Alysicarpus* la especie más abundante, y una de las que debe aportar importantes elementos nutritivos en la dieta animal; sobre esta planta León y Alain (1951), reportaron una sola especie de *Alysicarpus*, en Cuba (*Alysicarpus vaginalis*), encontrándose en una amplia gama de suelos en asociaciones múltiples siempre creciendo en abundancia bajo la vegetación de la gramínea que lo acompaña. Menéndez (1982), dedicó su tesis de doctorado al estudio de las leguminosas naturales en Cuba y demostró la amplia distribución del *Alysicarpus* en todo el país.

Esta planta, el *Alysicarpus vaginalis*, forma asociaciones múltiples junto al *Desmodium triflorum*, el *Desmodium scorpiurus*, y con las gramíneas: Bermuda cruzada -1 (*Cynodon dactylon*); Pangola común (*Digitaria decumbens*); Pitilla (*Dichanthium caricosum*); Jiribilla (*Dichanthium annulatum*), Saca cebo (*Paspalum notatum*) creciendo junto a la vegetación de sabana y semisabana en una amplia gama de suelos como son: calcáreos, no calcáreos, plásticos y montmorilloníticos.

Su hábito rastrero cubre todos los espacios y se entremezcla con las demás especies de plantas del ecosistema, pero siempre con un porte que no sobrepasa la altura de los pastos asociados (Menéndez y Machado, 1978).

Otras leguminosas naturales también revisten gran importancia en nuestros pastizales; mientras existe una sola especie de *Alysicarpus* reportada en Cuba, los hermanos León y Alain encontraron 15 especies de plantas del género *Desmodium*.

Sobre las plantas de este género muchos autores han reportado sus observaciones: se plantea que es uno de los más difundidos en todo el país; Menéndez y Machado (1978), encontraron 9 especies formando asociaciones múltiples.

El *Desmodium* es uno de los géneros que parece estar exento de toxicidad en condiciones normales e incluye muchas especies valiosas en pastizales cuando se presentan de forma natural (Whyte 1958). El *Desmodium triflorum* y el *Desmodium scorpiurus* son plantas rastreras que forman césped denso bajo las gramíneas cespitosas con alturas que nunca sobrepasan a la de las gramíneas.

En trabajos realizados por Bosman, Castillo, Valles y Delucia (1990), observaron que las plantas del género *Desmodium* y *Centrocema* estaban muy diseminadas por regiones del Golfo de México; en este trabajo estos investigadores encontraron que las plantas del género *Desmodium* persistieron en condiciones de pastoreo intensivo aunque su contribución en materia seca total fue baja.

En los últimos años no solo se están realizando en Cuba investigaciones con leguminosas rastreras, también el enfoque orgánico que se le da a la agricultura incluye dentro de los sistemas ganaderos el uso de leguminosas arbóreas para que con su sombra creen un ambiente agradable y fresco en el pastizal, que garantice la permanencia de los animales en los pastoreos y de lugar a un ecosistema más biodiverso, donde aparezcan las plantas pratenses

(gramíneas y leguminosas) y estas arbóreas que también pueden ser utilizadas como alimento por los animales.

Los estudios de pastizales naturales no solo abarcan aspectos agronómicos, también con mucha frecuencia se estudia el valor la calidad de estos pastos y su relación con la producción de leche y carne en diferentes regiones del planeta.

El concepto de valor nutritivo según Martínez (1995), en estudios de calidad de pastos es muy amplio y no hay una definición precisa: se puede considerar como valor nutritivo de un pasto o forraje a su capacidad para satisfacer las necesidades alimenticias de los animales incluyendo la ingestión voluntaria. Definición especialmente destinada a los rumiantes que presentan ya que la población microbiana del rumen les permite aprovechar, gran cantidad de estos alimentos de utilización inviable para otras especies monogástricas.

Así por ejemplo hay conocimiento de estudios sobre la variación en las cenizas, proteína cruda, fibras detergentes, y contenido mineral de especies de pastos menores realizado por Serra, Order, Cruz, Nakamura y Fujihara, (1997), en Filipinas.

En Islas Vírgenes también se han realizado trabajos relacionados con la calidad del forraje y su producción en sistemas de cultivos de gramíneas y leguminosas en el Caribe, así Adjei (1995), quién realizó estudios de rendimientos de materia seca en toneladas por ha para gramíneas y leguminosas tropicales, de su digestibilidad y % de proteína bruta.

Van Soest (1994), quién introdujo nuevas técnicas para dividir las fracciones que componen a la fibra bruta, plantea que la digestibilidad para forrajes tropicales puede ser menor hasta en 15 unidades con relación a los de clima templados, por lo cual la producción animal en los países tropicales es más deficiente por la baja calidad de sus forrajes.

En América Latina los pastizales y las producciones ganaderas son frecuentemente estudiados porque en esta región del planeta existen grandes

extensiones de tierras dedicadas a pastizales naturales. En Argentina país ganadero por excelencia, el pastizal natural constituye una de las principales fuentes de alimentación del ganado, lo mismo que ocurre en México, Colombia, Honduras, Venezuela, y otros países de la región. También en otros países del mundo, como los del continente europeo, América del norte, etc.

Al respecto Jardines (2006) reporta resultados importantes sobre la calidad y rendimiento de pastizales bajo explotación para las condiciones de la ganadería cubana.

*Tabla 2. Algunos parámetros de calidad (% de M.S.) de las especies de leguminosas naturales predominantes en un pastizal.*

PARAMETRO	<i>D.triflorum</i>		<i>A.vaginalis</i>		<i>D.scorpiurus</i>	
	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después
M.S.	38,3	43,0	37,4	37,3	27,6	32,3
P.B.	14,2	12,5	16,5	14,9	17,8	14,6
F.B.	25,0	27,6	22,3	33,1	29,2	31,5
F.N.D.	57,4	60,6	56,9	59,4	60,2	63,7
F.A.D.	34,3	38,1	34,9	37,4	38,9	42,8
LIG.	10,7	12,3	9,3	10,0	12,2	12,2
HEM.	23,1	22,5	22,1	22,0	21,3	20,9
CEL.	23,6	25,8	25,5	27,4	26,7	30,5
CEN.	6,3	6,4	7,7	7,3	8,1	7,6
E.L.N.	54,4	53,4	53,5	44,7	44,9	46,3
C.N.E.	22,1	20,4	18,9	18,4	13,9	14,1

Tabla 3. Digestibilidad (%) antes y después del pastoreo de leguminosas naturales.

Espece		DMS	MSND	FND	Lignina	Lignificación
<b>D. triflorum</b>	Antes	66,17	33,84	57,4	10,7	18,6
	Después	62,12	37,88	60,6	12,3	20,2
<b>D. scorpiurus</b>	Antes	66,98	33,02	60,2	12,2	20,2
	Después	62,38	37,63	63,7	12,2	19,1
<b>A. vaginalis</b>	Antes	70,43	29,58	53,9	9,3	17,2
	Después	65,39	34,62	59,4	10,0	16,8

Tabla 4. Digestibilidad (%) de gramíneas naturales antes y después del pastoreo.

Especies		DMS	MSND	FND	Lignina	Lignificación
<b>P. notatum</b>	Antes	67,62	32,38	75,7	3,6	4,7
	Después	69,90	30,10	74,2	3,9	5,2
<b>D. annulatum</b>	Antes	76,21	23,79	70,0	3,5	5,0
	Después	59,93	40,07	74,0	4,4	5,9

Tabla 5. Rendimiento de pastizales naturales con aplicaciones de Materia Orgánica (MO) y Fertilizante Químico (FQ) según época del año. (Kg. MS/ha/año)

Tratamientos	Lluvia	Seca	Total	% en seca
MO 60 t	8714,32 <sup>a</sup>	3354,8 <sup>c</sup>	12069,12 <sup>a</sup>	2,7
MO 30 t	6332,63 <sup>c</sup>	1755,25 <sup>d</sup>	8087,8 <sup>c</sup>	21,7
FQ	8154,3 <sup>b</sup>	4441,86 <sup>a</sup>	12596,16 <sup>a</sup>	35,2
FQ + MO	5667,95 <sup>d</sup>	3640,6 <sup>b</sup>	9308,55 <sup>b</sup>	39,1
Testigo	5486 <sup>d</sup>	1648,8 <sup>d</sup>	7134,85 <sup>d</sup>	23,1
Es	+ - 115,88	+ - 52,79	+ - 167,30	

( t = Toneladas por hectáreas)

Relacionados con pastizales nativos y enmarcados con la diversidad de estos ecosistemas en los Estados Unidos, Dr David Tilman, profesor de la Universidad de Minesotta ha realizado estudios sobre aplicaciones de N, materia orgánica y su relación con la biodiversidad, efectos interactivos de la fertilidad y distribución de la estructura de la comunidad.

## **La biodiversidad en los ecosistemas de pastizales.**

En los últimos años el estudio de la Biodiversidad ha tomado un considerable auge entre los científicos dedicados a temas ecológicos desde que adquiere mayor importancia este concepto a finales de los años 80. Sin embargo es en la década del 90 cuando la diversidad biológica comienza a delinearse como una ciencia cuyo objeto de estudio va más allá de su estricto significado ecológico, que no solo tiene en cuenta la función y la estructura de los ecosistemas, sino que trasciende por ser el resultado de un largo proceso de complejas evoluciones.

Surge entonces un interés por conocer que está sucediendo con el patrimonio natural del planeta que representa un valor incalculable, toda vez que se constatan alteraciones con la desaparición de poblaciones y especies debido a perturbaciones ejercidas sobre el medio por la actividad humana (Moreno, 2001) y comienza a hablarse del valor de la diversidad biológica.

La diversidad biológica se define como la variedad y variabilidad de los seres vivos y de los complejos ecológicos que los integran. Abarcando, de este modo, a la totalidad de los genes que componen las especies, a las especies mismas y a los ecosistemas que encontramos en el planeta.

Por tanto la biodiversidad no es más que el resultado del proceso evolutivo que se manifiesta en la existencia de diferentes modos de ser para la vida. Mutación y selección determinan las características y la cantidad de diversidad que existen en un lugar y momento dado, diferencias a nivel genético, diferencias en las respuestas morfológicas, fisiológicas y etológicas de los fenotipos, diferencias en las formas de desarrollo, en la demografía, y en las

historias de vida. La diversidad biológica abarca toda la escala de organización de los seres vivos. Sin embargo, cuando nos referimos a ella en un contexto conservacionista, estamos hablando de diversidad de especies, de variación intraespecífica e intrapoblacional, y en última instancia de variación genética, que no por estar enmascarada a veces por fenómenos de dominancia deja de ser lábil y expuesta a la desaparición. (Ezcurra, 1990)

Actualmente, la conservación de la biodiversidad (en términos éticos y económicos) es un importante objetivo de organizaciones gubernamentales y no gubernamentales en todo el mundo. Especial interés genera la idea de que muchas plantas y animales silvestres pueden ser la base para la elaboración de medicinas, fibras, alimentos y nuevas formas genéticas, diseñadas y manejadas por el hombre. Desde esta perspectiva, la biodiversidad es el capital biológico del mundo y representa opciones estratégicas para su uso sostenible, de aquí que el valor de la diversidad biológica adquiera una mayor importancia.

El valor de la biodiversidad se puede estimar desde distintos puntos de vista: productivo, científico, estético y ético. El valor productivo es el más fácil de traducir en términos económicos. Sin embargo, cuando se toman decisiones relacionadas con la explotación de los recursos biológicos se deben tener en cuenta también los otros valores.

**Valor productivo:** Este es muy importante ya que el hombre hace un uso directo de la biodiversidad, por ejemplo en la alimentación humana que esta relacionada con diferentes especies de animales y plantas; de las 300 mil especies vegetales descritas unas 100 son reconocidas como fuente de alimento y otras muchas pudieran ser utilizadas también si fuesen bien conocidas. Muchas plantas, hongos y bacterias constituyen una importante reserva de productos para la industria farmacéutica, basta recordar el impacto producido por la aparición de los antibióticos para el tratamiento de diversas enfermedades.

Muchos autores catalogan el valor de la biodiversidad biológica exclusivamente por su alto valor económico, sin tener en cuenta la importancia que esta reviste para el mantenimiento de las condiciones de vida en el planeta; por ejemplo se

plantea que muchas áreas boscosas representan un alto valor biológico solamente porque son fuentes de producción de energía (maderas para combustibles, carbón de origen vegetal), materias primas para vestimentas, perfumes y sustancias de uso industrial (ceras, gomas, tinturas, resinas, lubricantes, etc.) Considerarlo desde este punto de vista es un error, pues no se tiene en cuenta que la preservación de la biodiversidad es un factor determinante para el mantenimiento de la vida en el planeta.

**Valor científico:** Se relaciona con los múltiples conocimientos que podrían resultar de su estudio, es decir que la pérdida de especies animales y vegetales disminuye las posibilidades de comprender los fenómenos biológicos. Por otra parte, si no se comprende el funcionamiento de los ecosistemas naturales no se tendrán elementos suficientes para hacer un uso racional de los recursos naturales y para manejar los ecosistemas artificiales (agroecosistemas, plantaciones forestales etc).

**Valor estético:** Si la diversidad biológica no se preserva, la humanidad perderá la posibilidad de apreciar y disfrutar de una gran parte de los resultados de millones de años de evolución biológica en nuestro planeta. La recompensa estética que los seres humanos obtienen al contemplar la naturaleza es incalculable y debe ser tenida en cuenta en el momento de evaluar los recursos naturales. En la actualidad se observa un mayor interés por cuestiones relacionadas con la conservación de esos recursos, que se manifiesta en la creciente popularidad del ecoturismo, de la afición a observar aves, de la práctica de la jardinería y de la producción y difusión de documentales sobre la vida silvestre.

**Valor ético:** Todo ser viviente tiene un valor por el simple hecho de existir. El ser humano es la especie dominante sobre la Tierra y tiene derecho a hacer uso de la diversidad biológica, pero esto no lo exime de la obligación de respetar a las otras especies que conviven con él. Por este motivo, toda acción del hombre que ponga en peligro la supervivencia de otra especie es éticamente inaceptable. Además, el ser humano tiene la obligación de preservar los recursos biológicos para el futuro, ya que las generaciones

venideras deberían tener las mismas oportunidades de apreciar y disfrutar de la diversidad biológica y de obtener los beneficios de su explotación.

En la última década del siglo XX la diversidad biológica se convirtió en el paradigma de lo que tenemos y estamos perdiendo, el símbolo del mundo en que nuestra cultura y concepción del universo ha evolucionado, mundo que está a punto de cambiar de manera irreversible. Quizás este significado profundo sea la mejor explicación del interés general y súbito que la biodiversidad despierta en los países ricos de Occidente (Carranza, 2002).

Aunque actualmente se discute cuál de los componentes de la diversidad tiene mayor importancia determinando el funcionamiento de los ecosistemas, (Wilsey y Potvin, 2000), existe un acuerdo más o menos generalizado sobre la importancia de la diversidad de especies o de grupos de especies regulando el funcionamiento y el mantenimiento de los servicios de los ecosistemas. (Mac Gillivray 1995; Chapin, Zavaleta y Eviner, 2000). Además el mantenimiento de una alta diversidad de especies nativas podría significar una mayor capacidad de respuesta del ecosistema frente a cambios ambientales o perturbaciones (Chapin et al. 2000); (McCann 2000).

Los ecosistemas se deben observar desde una perspectiva jerárquica dada su complejidad y dinamismo por la influencia de un amplio espectro de procesos ambientales. La medición de la biodiversidad se facilita si se aborda de manera jerárquica (genes, especies, comunidades, ecosistemas, paisajes) (Scatena, 2001).

La biodiversidad no depende sólo de la riqueza de especies, sino también de la dominancia relativa y la abundancia de cada una de ellas. Las especies, en general, se distribuyen según jerarquías de abundancias, desde algunas especies muy abundantes hasta algunas muy raras. Cuanto mayor es el grado de dominancia de algunas especies y de rareza de las demás, menor es la biodiversidad de la comunidad. Esto es muy común, por ejemplo, en algunos tipos de vegetación templada como los bosques de pinos, donde hasta el 90% de la biomasa del ecosistema está formada por sólo una o dos especies, y el

10% restante por una cantidad grande de plantas de baja abundancia (Halffter y Ezcurra, 1992).

Es muy probable que este tipo de relación especie / abundancia, se dé siempre que los elementos del sistema interactúan y compiten por unos recursos limitados. De aquí que la conservación de la biodiversidad es fundamentalmente un problema vinculado al comportamiento ecológico de las especies raras. Son estas especies "invisibles", como las llamó Halffter (1992), las responsables del comportamiento de la forma de los diagramas de abundancias de especies.

Ahora bien si aceptamos que la diversidad es una propiedad de los seres vivos y, por tanto, algo más que el número de especies en un tiempo y lugar, hemos de plantearnos cómo medirla. Es indudable que sin una cuantificación de la diversidad biológica no podremos movilizar una ciencia seria y rigurosa de la Biodiversidad. Además, a menudo necesitamos diferentes aproximaciones metodológicas (medidas) para resolver problemas de distinta índole (Berry, 2001).

Los estudios de Biodiversidad enfrentan varias barreras cuando se miden parámetros como número de especies y endemismos (Rodríguez, 2001) principalmente de naturaleza logística, pero otros estudios como los de Scatena, (2001), intentaron determinar los patrones que describen los factores ecológicos que se podían correlacionar con una diversidad alta de especies, llegando a la conclusión que esta aumentaba con la cantidad y equitabilidad de la precipitación y en menor grado con la fertilidad del suelo.

Los estudios sobre medición de biodiversidad se han centrado en la búsqueda de parámetros para caracterizarla como una propiedad emergente de las comunidades ecológicas. Sin embargo, las comunidades no están aisladas en un entorno neutro. En cada unidad geográfica, en cada paisaje, se encuentra un número variable de comunidades. Por ello, para comprender los cambios de la biodiversidad con relación a la estructura del paisaje, la separación de los

componentes alfa, beta y gamma (Whittaker, 1972) puede ser de gran utilidad, principalmente para medir y monitorear los efectos de las actividades humanas. La diversidad alfa es la riqueza de especies de una comunidad particular a la que consideramos homogénea, la diversidad beta es el grado de cambio o reemplazo en la composición de especies entre diferentes comunidades en un paisaje, y la diversidad gamma es la riqueza de especies del conjunto de comunidades que integran un paisaje, resultante tanto de las diversidades alfa como de las diversidades beta. (Whittaker 1972; Halffter, 1998).

Esta forma de analizar la biodiversidad resulta muy conveniente en el contexto actual ante la acelerada transformación de los ecosistemas naturales. Para monitorear el efecto de los cambios en el ambiente es necesario contar con información de la diversidad biológica en comunidades naturales y modificadas (diversidad alfa) y también de la tasa de cambio en la biodiversidad entre distintas comunidades (diversidad beta), para conocer su contribución al nivel regional (diversidad gamma) y poder diseñar estrategias de conservación y llevar a cabo acciones concretas a escala local.

Independientemente de que la selección de alguna(s) de las medidas de biodiversidad se base en que se cumplan los criterios básicos para el análisis matemático de los datos, el empleo de un parámetro depende básicamente de la información que se quiera evaluar, es decir, de las características biológicas de la comunidad que realmente están siendo medidas. (Huston, 1994). La diversidad alfa es el resultado del proceso evolutivo que se manifiesta en la existencia de diferentes especies dentro de un hábitat particular, entonces un simple conteo del número de especies de un sitio (índice de riqueza específica) sería suficiente para describir la diversidad alfa, sin necesidad de una evaluación del valor de importancia de cada especie dentro de la comunidad. Esta enumeración de especies parece una base simple pero sólida para apoyar el concepto teórico de diversidad alfa.

El análisis del valor de importancia de las especies cobra sentido si el objetivo de medir la diversidad biológica es, además de aportar conocimientos a la

teoría ecológica, contar con parámetros que permitan tomar decisiones o emitir recomendaciones en favor de la conservación de taxa o áreas amenazadas, o monitorear el efecto de las perturbaciones en el ambiente. Medir la abundancia relativa de cada especie permite identificar aquellas especies que por su escasa representatividad en la comunidad son más sensibles a las perturbaciones ambientales. Además, identificar un cambio en la diversidad, ya sea en el número de especies, en la distribución de la abundancia de las especies o en la dominancia, nos alerta acerca de procesos empobrecedores. (Magurran, 1988)

Entonces, para obtener parámetros completos de la diversidad de especies en un hábitat, es recomendable cuantificar el número de especies y su representatividad. La principal ventaja de los índices es que resumen mucha información en un solo valor y nos permiten hacer comparaciones rápidas y sujetas a comprobación estadística entre la diversidad de distintos hábitats o la diversidad de un mismo hábitat a través del tiempo. Los valores de índices como el de Shannon-Wiener para un conjunto de muestras se distribuyen normalmente, por lo que son susceptibles de analizarse con pruebas paramétricas robustas como los análisis de varianza (Magurran, 1988). Sin embargo, aún y cuando un índice sea aplicado cumpliendo los supuestos del modelo y su variación refleje cambios en la riqueza o estructura de la comunidad, resulta generalmente difícil de interpretar por sí mismo, y sus cambios sólo pueden ser explicados regresando a los datos de riqueza específica y abundancia proporcional de las especies. Por lo tanto, lo más conveniente es presentar valores tanto de la riqueza como de algún índice de la estructura de la comunidad, de tal forma que ambos parámetros sean complementarios en la descripción de la diversidad.

La mayoría de los métodos propuestos para evaluar la diversidad de especies se refieren a la diversidad dentro de las comunidades (alfa). Para diferenciar los distintos métodos en función de las variables biológicas que miden, se dividen en dos:

## 1. Métodos basados en la cuantificación del número de especies presentes (riqueza específica)

Dentro de este grupo se encuentran los índices de riqueza de especies (Índice de Margalef, Menhinik y el Alfa de Williams). La riqueza de especies o riqueza específica (S) es la forma más sencilla de medir la biodiversidad, ya que se basa únicamente en el número de especies presentes, sin tomar en cuenta el valor de importancia de las mismas. La forma ideal de medir la riqueza específica es contar con un inventario completo que nos permita conocer el número total de especies (S) obtenido por un censo de la comunidad. Esto es posible únicamente para ciertos taxa bien conocidos y de manera puntual en tiempo y en espacio. La mayoría de las veces tenemos que recurrir a índices de riqueza específica obtenidos a partir de un muestreo de la comunidad.

También dentro de este primer grupo de métodos basados en la cuantificación del número de especies presentes (riqueza específica) encontramos la refracción, la cual abarca las funciones de acumulación (Logarítmicas, exponencial y De Clench.), estos permiten hacer comparaciones de números de especies entre comunidades cuando el tamaño de la muestra no es igual. Calcula el número esperado de especies de cada muestra si todas las muestras fueran reducidas a un tamaño estándar, es decir, si la muestra fuera considerada de individuos.

La riqueza de especies incluye también los métodos no paramétricos: Estos son un conjunto de estimadores no paramétricos en el sentido estadístico, ya que no asumen el tipo de distribución del conjunto de datos y no los ajustan a un modelo determinado. Requieren solamente datos de presencia-ausencia. (Smith y Van Belle, 1984; Palmer 1990; Colwell y Coddington 1994)

## 2. Métodos basados en la estructura de la comunidad, es decir, la distribución proporcional del valor de importancia de cada especie (abundancia relativa de los individuos, su biomasa, cobertura, productividad, etc.). Los

métodos basados en la estructura pueden a su vez clasificarse según se basen en la dominancia, abundancia o en la equidad de la comunidad.

*Índices de abundancia proporcional:*

Peet (1974) clasificó estos índices de abundancia en índices de equidad, aquellos que toman en cuenta el valor de importancia de cada especie, e índices de heterogeneidad, aquellos que además del valor de importancia de cada especie consideran también el número total de especies en la comunidad. Sin embargo, cualquiera de estos índices enfatiza ya sea en el grado de dominancia o la equidad de la comunidad, por lo que para fines prácticos resulta mejor clasificarlos en índices de dominancia e índices de equidad.

*Índices de dominancia:*

Los índices basados en la dominancia son parámetros inversos al concepto de uniformidad o equidad de la comunidad. Toman en cuenta la representatividad de las especies con mayor valor de importancia sin evaluar la contribución del resto de las especies.

Dentro de estos índices encontramos el Índice de Simpson, el índice de McIntosh entre otros.

*Índices de equidad:*

Algunos de los índices más reconocidos sobre diversidad se basan principalmente en el concepto de equidad,. Al respecto se pueden encontrar discusiones profundas en Peet (1975), Camargo (1995), Smith y Wilson (1996) y Hill (1997).

Ejemplo de estos índices lo constituye el índice de diversidad de Shannon-Wiener, Índice de equidad de Pielou, el de Brillouin, el índice de equidad de Hill, el de Alatalo y el de Molinari.

Se denomina equidad ( $J'$ ) al grado de abundancia relativa de las especies, siendo más alta cuando las especies están presentes en abundancias similares y baja, cuando hay una gran diferencia entre la más abundante y la más escasa. Un índice que incluye ambos conceptos es el índice de diversidad de Shannon-Wiener ( $H'$ ),

Índice de Shannon-Wiener: El cual expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección. (Peet, 1974; Magurran, 1988; Baev y Penev 1995) Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de S, cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Magurran, 1988).

Índice de Equidad de Pielou (J'): Este índice mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes. (Magurran, 1988)

Se puede aseverar que es necesario considerar los distintos índices o parámetros de diversidad biológica expresados anteriormente, pues cada uno de los cuales indica aspectos diferentes de la estructura y funcionamiento de los ecosistemas. No es extraño que las estrategias de conservación de la biodiversidad consideren a la Riqueza específica (S) como único parámetro de la variabilidad interna de comunidades o ecosistemas. Este índice suele utilizarse como índice naturalístico o como indicador del potencial del territorio para producir recursos utilizables por el hombre (Ricardo y Garcinuño 2002)

Sin embargo existen otros parámetros de diversidad cuyo interés es más científico o ecológico por constituir características macroscópicas de los ecosistemas y por tanto son buenos indicadores de los cambios ocurridos en los mismos. Entre la multitud de índices de este tipo pueden destacarse por la universalidad de su uso los índices de diversidad biológica (H') y de equitatividad (J'). (Ricardo y Garcinuño 2002). Los cuales para estas condiciones se ajustan al describir ecológicamente el funcionamiento de la comunidad de pastizal natural.

En el pastizal natural de la región norte de la provincia de Matanzas se han realizado algunos estudios ecológicos de biodiversidad. Jardines (2006) estudió el comportamiento de las poblaciones que lo componen determinando los índices más importantes que caracterizan la forma en que se distribuyen los individuos dentro de sí.

El empleo del fertilizante químico crea una desestabilización del ecosistema que altera su biodiversidad ya que favorece sólo a las especies del género de las gramíneas en detrimento de las leguminosas y otras familias de plantas, mientras ocurre lo contrario con la aplicación de materia orgánica como fertilizantes.

*Tabla 6. Índices calculados para el ecosistema de pastizal natural.*

Variantes	Lluvias			Seca		
	S	H'	J'	S	H'	J'
MO 60t	13	1,81	0,71	10	1,24	0,54
MO 30t	9	1,41	0,64	6	1,16	0,65
FQ	11	0,66	0,28	7	0,29	0,15
FQ + MO	16	1,03	0,37	7	0,495	0,25
Testigo	14	1,57	0,57	7	0,82	0,42

## CONCLUSIONES

La actividad humana y los hábitos excesivos de consumo en algunas regiones del mundo están causando un impacto ambiental a nivel global que pudiera comprometer la existencia de la vida sobre el planeta. Los descubrimientos, a través de recientes investigaciones, de los daños causados al ambiente y la toma de conciencia de lo que representan, analizados en importantes cumbres y eventos mundiales, pudieran generar acciones y políticas racionales capaces de frenar los impactos que de forma acelerada se están provocando.

La agricultura es uno de los segmentos productivos que ha influido negativamente en el medio ambiente, mediante el empleo tecnologías artificializadoras de producción de alimentos en los agrosistemas, que ha motivado una importante pérdida de biodiversidad, disminución de la cubierta boscosa del planeta, cambios en los regímenes pluviométricos a nivel mundial, desertificación, degradación y contaminación de suelos y aguas, etc, lo que se ha visto agravado con el acelerado crecimiento de la población a alimentar en las últimas décadas.

La ganadería, degradante en sí misma, contribuye a estos impactos con prácticas intensivistas, disminuyendo el potencial productivo de los suelos y convirtiéndose de una producción aprovechadora de los recursos naturales a otra que necesita cada vez más recursos exógenos.

Cuba, que de forma natural no poseía ganado hasta que no fue traído en la conquista y que lentamente con el paso de los años creó su propia cultura ganadera, en función en un principio de la industria azucarera, alcanzó a partir de la década del 60 un elevado desarrollo en esta rama. Creó grandes empresas con altas tecnologías dedicadas a satisfacer las necesidades de carne y leche de la población.

Las condiciones económicas actuales en las que ha estado inmerso el país nos ha llevado a reconsiderar la explotación ganadera con una concepción más ecológica y conservacionista de los recursos naturales, buscando razas más resistentes a las condiciones ambientales y con una base alimentaria sobre todo a partir del empleo de los recursos endógenos de los agro ecosistemas.

El estudio de la calidad de estas plantas, para las condiciones de Cuba demuestra cuan suficientes son para mejorar la dieta y satisfacer las necesidades nutritivas de los animales tanto desde el punto de vista cuantitativo como cualitativo, ya que muestran un alto contenido de proteína bruta y alta digestibilidad que pueden ser comparables con las de las leguminosas y gramíneas comerciales, además de producir aceptables niveles de biomasa.

Las leguminosas y gramíneas naturales pueden, por su frecuencia de aparición que se incrementa en el tiempo, y la elevada calidad que presentan; asegurar un importante papel en la alimentación del ganado con producciones de leche y carne no tan elevadas pero sí sostenible para las condiciones de Cuba, por lo que se hace necesario profundizar en los estudios obtenidos con el objetivo de utilizarlas en los sistemas de bajos insumos en la alimentación del ganado vacuno.

Con la disminución de las prácticas intensivistas en la ganadería cubana se logra el rescate de la diversidad de especies en las áreas de pastizales donde antes existían monocultivos de gramíneas, hoy se observan praderas con una elevada riqueza de especies.

En una comunidad de pastizal natural donde se aplique fertilizante químico existirá una menor diversidad estando peor distribuidos los individuos dentro de ella lo cual traería consigo un ecosistema más inestable y por lo tanto con menor perdurabilidad que si se aplicaran abonos orgánicos o simplemente dejáramos el ecosistema de pastizal que evolucionara de forma natural con la fertilidad que sea capaz de mantener en su suelo y la estabilidad de su ambiente.

**Especies de gramíneas y leguminosas más comunes en el  
pastizal natural bajo pastoreo.**

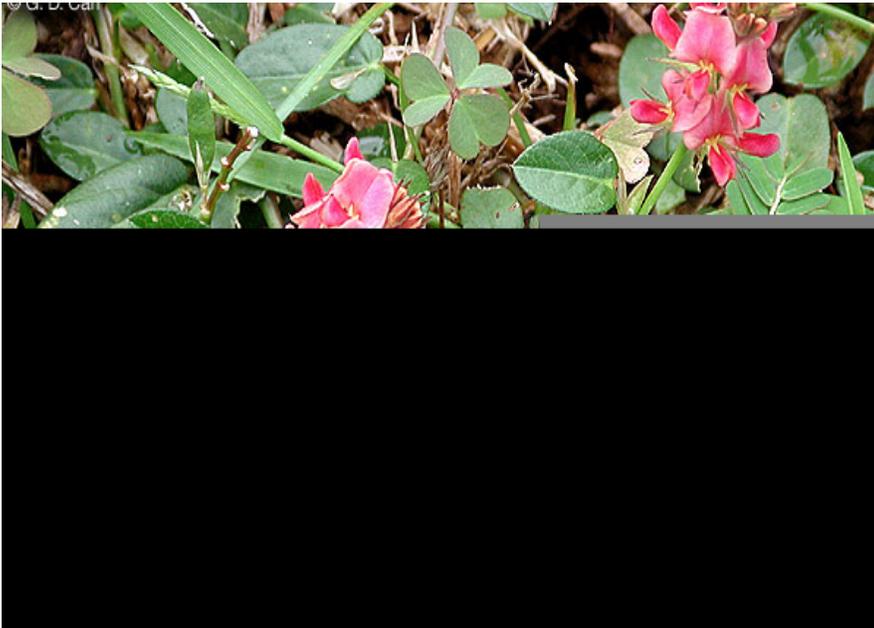
***Paspalum notatum***



***Dichanthium sp***



***Alysicarpus vaginalis.***



***Desmodium triflorum***



## ***Desmodium scorpiurus***



### **Bibliografía**

1. Adjei, M.B. 1995. Component forage yield and quality of grass-legumes cropping systems in the Caribbean. Tropical Grasslands Vol. 29. 142-149
2. Altieri, M.A. 1992. ¿Por qué estudiar la agricultura tradicional?. Rev. Agroecología y Desarrollo. Vol 1 p. 25.
3. Ansin, O.E. 1998. Distribución de raíces en pastizales naturales y pastura cultivadas de la pampa Deprimida Bonaerense y su relación con la biomasa forrajera [en línea. Disponible en: <http://ceres.agrounlp.edu.ar/revista/htm>. [Consulta: marzo 15 2004].
4. Arnoldo Alvarado, R. (et.al.).1996. Estudio sobre henificación del pasto Barrera (*Brachiaria decumbens* Stapf) en condiciones de sabanas del Piedemonte Barinis I. Producción y valor nutritivo de la materia seca. Zootecnia Tropical. Vol 8 (1y2): 17-36.
5. Baev P, V y Penev D, L. 1995. BIODIV: program for calculating biological diversity parameters, similarity, niche overlap, and cluster analysis. Version 5.1. Pensoft, Sofia-Moscow, 57 pp.

6. Barreto, L.; Catasús, Adelaida; Acosta, Z. 1998. Gramíneas y Leguminosas naturales y / o naturalizadas de la provincia de Camagüey. I Taller Internacional sobre Colecta y Evaluación de los Recursos Fitogenéticos Naturales. p: 2 Sancti Spíritu. Cuba
7. Basulto, J.A. y Ayala, A. 1992. Producción de Leguminosas Forrajeras Tropicales en el Sur de Yucatán. México. IX Seminario Científico Nacional EEPF "Indio Hatuey". Matanzas.
8. Beliuchenko, I. 1979. Factores que afectan la estructura de pastos puros de gramíneas. I. Influencia de los tipos de tallos y la fertilidad del suelo. Revista Cubana de Ciencias Agrícolas 13: 179-196.
9. Berry E, P. 2001. Diversidad y Endemismo en los Bosque Neotropicales de Bajura. Ecología y Conservación de Bosque Neotropicales. LUR. Págs. 83 –96.
10. Bosman H, G.; Castillo, E.; Valles, B. y De Lucía, G R. 1990. Pasturas Tropicales. No.1 p: 2.
11. Buchanan, I. y R. Cowan. 1990. Nitrogen level and enviromental effects on the annual dry matter yield of tropical grasses. Trop. Grass. 24: 299-304.
12. Camargo J, A. 1995. On measuring species evenness and other associated parameters of community structure. Oikos, 74: 538-542.
13. Carranza Quiceno, J. A. 2002 La biodiversidad ecológica de Colombia. [en línea] Julio 2002. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos12/ladivbio/ladivbio.shtml#MEDICION> [consultado: marzo 2004]
14. Chapin F, S.; Zavaleta, E; Eviner Vt. 2000 Consequences of changing biodiversity. Nature 405: 234-242.
15. Cipagauta, M. I., Velázquez, J. y Pulido, J. L. 1998. Producción de leche en tres pasturas del piedemonte amazónico del Caquetá. Colombia. Rev. Pasturas tropicales. Vol 20 No3 p 2.
16. Colwell R, K; Coddington, J. A. 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series B, 345: 101-118.
17. Crespo, G. 2001. Estudio de la biomasa de raíces de *Cynodon nlemfuensis* CV panameño, *Panicum maximun* CV Likoni y *Dichanthium*

- annulatum* y su aporte de nutrientes. Revista Cubana de Ciencias Agrícolas. 35 (3): 145- 170.
18. Crespo, G. 2001. La problemática de la degradación de los suelos en las áreas ganaderas de América Tropical. Vías sostenibles de recuperación. I Foro Latinoamericano de Pastos y Forrajes. Instituto de Ciencia Animal. La Habana. Cuba.
  19. Crespo, G. y Curbelo. F. 1996. Influencia del estiércol vacuno y el fertilizante mineral en el rendimiento de la gramínea *P. purpureum* en suelo ferralítico rojo. Revista Cubana de Ciencias Agrícolas, 26 (1) :81-85, marzo.
  20. Crespo, G.; Arteaga, O. 1986. Utilización del estiércol vacuno para la producción de forrajes. EDICA, La Habana. Cuba. P: 32.
  21. Crespo, G.; Duran, J.C. 1990. Vías para disminuir el déficit de fertilizantes y la erosión de los suelos. Seminario Científico Internacional XXV Aniversario del Instituto de Ciencia Animal. La Habana Cuba. P:214.
  22. Espinoza, F. y P. Argenti. 1995. Interrelación fertilización-carga animal. Maracay, Ven., Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias. 38 p. (Serie B Nº 23).
  23. Ezcurra, E. 1990. ¿Por qué hay tantas especies raras.? La riqueza y rareza biológica en las comunidades naturales. Ciencias Biotrópicas. No. Especial 4. p. 82-88.
  24. Faría, J.R. 1997. Efecto de la fertilización nitrogenada y fosfatada sobre el rendimiento total y distribución en hojas, tallos y material muerto de la materia seca del pasto elefante enano (*Pennisetum purpureum* cv. Mott) [en línea] marzo 1997. Disponible en: <http://www.ceniap.gov.ve/bdigital/ztzoo/ztindice.htm>. [Consulta: Junio 8 2004].
  25. Ferguson, J. E.; Cardoso, C. I. Sánchez, M.S. 1992. Manejo del pastoreo. Pasturas Tropicales. Vol. 14. Nº 2 CIAT. Colombia.
  26. Ferruzzi, C. 1987. Manual de lombricultura. Ed. Mundi Prensa, Madrid. P 47.

27. Fontes, Dayamí; Hernández, N; Cruz, Deisy; Seguí Esperanza y Cubillas, Nieves. 2000. Leguminosas nativas y/o naturalizadas en áreas de cítricos. Rev. Pastos y Forrajes 23: 15.
28. Fragoso, C.; Rojas – Fernández, Patricia. 1994. Soil biodiversity and land management in the tropics. The case of ants and earthworms. 15<sup>th</sup> World Congress of Soil Science. Vol. 4a: Commission III: Symposia. Acapulco, Mexico. p: 168.
29. Funes, F.; Febles, G; y Perez Infante, F. 1986. Los pastos en Cuba T-1 Ed. CEDICA.
30. Funes, F.; Monzote, Martha y Funes, F. 1995. II Encuentro Nacional de Agricultura Orgánica. Programas y Resúmenes. Cuba.
31. Funes, J. F.; Funes, F. y Camina, F. 1995. I Taller Internacional sobre Colecta y Evaluación de los Recursos Fitogenéticos. Santi Spiritu. Cuba.
32. García, Ines. 2002 Contaminación por fertilizantes. [ en línea] mayo2002. Disponible en: <http://edafologia.ugr.es/conta/tema14/intro.htm> [ consultado 23 marzo 2004]
33. Ghera C, M; Martínez-Ghera, M. A. 1991. Cambios ecológicos en los agroecosistemas de la Pampa Ondulada. Efectos de la introducción de la Soja. Ciencia e Investigación 5: 182-188.
34. Gómez Carabalí, A.; Rao, M.I. Bek, I.R.; Ortiz, M. 1998. Adaptación de una gramínea (C4) y dos leguminosas (C3) forrajeras a un audisol ac degradado de Colombia. Revista Pasturas Tropicales. 20 (1): 9 – 24.
35. González P, J; Vieto, E.; Ramírez, J. y Cruz Madelin. 2000. Influencia de la fertilización orgánica en la producción de forraje y semilla de *Canavalia ensiformis* (L.) Dc. Ecosistema ganadero 1 (1): 33.
36. Guevara, R.; Curbelo, L.; Ramírez, F.; Muñoz, O.; Odonozin, M. Perera, J.; Camina, E. y Ruíz, R. 1995. I Taller Internacional sobre Colecta y Evaluación de los Recursos Fitogenéticos. Santi Spiritu. Cuba.
37. Guzmán J, T; Companioni, N. 1994. La Fertilización orgánica como sustituto de la fertilización mineral en el cultivo del maíz. VII Jornada científica, INIFAT - MINAG. Santiago de las Vegas, Abril de 1994.
38. Haan C, Steinfeld H y Blackburn H (1997) livestock and the environment, finding a balance. European Commission Directorate-General for Development, 115p.

39. Hald A, B. 1999. The impact of changing the season in which cereals are sown on the diversity of the weed flora in rotational fields in Denmark. *J. of Applied Ecology* 36: 24-32.
40. Halffter, G. 1992 Compilación. CYTED-D, Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo. México D. F. 389 pp.
41. Halffter, G. 1998. A strategy for measuring landscape biodiversity. *Biology International*, 36: 3-17.
42. Halffter, G. y Ezcurra, E., 1992. ¿Qué es la Biodiversidad?. En: *La Diversidad Biológica de Iberoamérica*, pp.3-24. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.). Volumen especial.
43. Hernández, D.; Carballo, Mirta; Mendoza, C.; Robles, F. Y Fung, Carmen. 1990. Efecto de la oferta de materia seca sobre el consumo y la producción de leche en vacas pastando *Chloris gayana* cv. Callida. Resúmenes VIII Seminario Nacional Científico Técnico de Pastos y Forrajes EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. P122.
44. Hernández, D.; Saez, Caridad; García-Trujillo, R.; Carballo, Mirta y Mendoza, C.1987. Factores del manejo en pastoreo de la *Guinea likoni* para la producción de leche. *Pastos y Forrajes*. 10: 83.
45. Hernández, L; Sánchez, J.A. y Lazo, J. 1998. Caracterización espacial de la biomasa subterránea en pastizales del Instituto de Ciencia Animal. *Acta Botánica cubana*. No 116. Instituto de Ecología y Sistemática, La Habana, Cuba.
46. Hernández, R. 1993. Ganadería de Bajos Insumos. Manejo Racional del Pasto. Ed. Univ. Matanzas. Cuba.
47. Hernández, R. 1996. Resum. X Sem. Cient. EEPF "Indio Hatuey" Matanzas. Cuba.
48. Hill M, O. 1997. An evenness statistic based on the abundance-weighted variance of species proportions. *Oikos*, 79: 413- 416.
49. Huston M, A. 1994. Biological diversity: the coexistence of species on changing landscapes. Cambridge University Press, Gran Bretaña, p. 64-74.
50. Hutton, E. M. 1970. Proc. IX Inter. Grass. Cong. Australia.

51. Isaka, M. S. 1997. Estudio para el mejoramiento de pastizales naturales. 75 h. Trabajo de Diploma (en opción al título de Ingeniero Agrónomo)-Universidad Agraria de La Habana.
52. Jacob, A.; Vexküll, V.H. 1968 Fertilización, nutrición y abonado de los cultivos Tropicales y subtropicales. Edición Revolucionaria. Instituto del Libro. La Habana. Cuba. 686 p.
53. Jardines, Sonia. 2006. Caracterización ambiental de pastizales naturales de Cuba. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias. Universidad de Matanzas. Cuba.
54. Jardines González, Sonia. 1998. Caracterización agroproductiva de leguminosas naturales. Matanzas. 77 p. Tesis (en opción al título de Master en Producción Bovino Lechera)-Universidad de Matanzas.
55. Jardines, Sonia; Hernández, R; Hondal Teresa; Moro, Araceli García, R. 2000, Caracterización de leguminosas naturales en áreas de pastoreo I. *Alysicarpus vaginalis*. Rev. Pastos y Forajes. 23: 15 Cuba.
56. Kirk, L.E.; Stevenson, T.M. y Clarke, S.E. 1989. Crested wheat grass. Publ. 592. Fms Bull. 44. Canada Dept. Agric.p.22.
57. Knapp A, K.; Blair, J.M. 1999 The keystone role of bison in North American tallgrass prairie. BioScience 49: 39-50.
58. Lee K, E. 1994. The functional significance of biodiversity in soils. 15<sup>th</sup> World Congress of Soil Science. Vol. 4a: Commission III: Symposia. Acapulco, Mexico. p: 168.
59. León, Hnos. y Alain, Hnos. 1951. Flora de Cuba. Vol. I Historia Natural del Colegio Lasalle. La Habana. Cuba.
60. Mac Gillivray C, W; JP Grime. 1995. Testing predictions of the resistance and resilience of vegetation subjected to extreme events. Functional Ecology 9: 640-649.
61. Machado, R.; Lamela, L.; Seguí, Esperanza, y Pereira, E. 1992. IX Sem. Cient. Tec. E.E.P.F. Matanzas. Cuba.
62. Magurran A, E. 1988. Ecological diversity and its measurement. Chapman and Hall, London, United Kingdom. 179 pp.
63. Malhi, S.S.; Andrew, D.W. y Carter, M.R. 1992. Effect of tillage and N fertilization of a Solanetzic soil on barley production and soil properties. Soil Tillage Research 22: 95-107.

64. Martín, G. Y Suárez Belkis. 1992. IX Sem. Cient. EEPF. "Indio Hatuey" Matanzas. Cuba.
65. Martínez, F.A. 1995. Determinaciones analíticas para el conocimiento del valor nutritivo de un alimento. Importancia de la preparación de la muestra para su análisis. Nuevas tendencias. En: Pastos y Productos ganaderos. Tenerife. España.
66. Matienzo, B. Fertilización de praderas [en línea] Julio 2003. Disponible en: <http://www.tecnoagro.com.ar/-library/fertiprod.doc>. [Consulta: Junio 7 / 2004].
67. McCann, KS. 2000. The diversity-stability debate. Nature 405: 228-233.
68. Menéndez, J. 1982. Caracterización regional y fitogeográfica de las leguminosas en Cuba. La Habana. 223 h. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas Ministerio de Educación Superior.
69. Menéndez, J. y Machado, R. 1978. Estudio de leguminosas en áreas de pastoreo. Pastos y Forrajes. 3: 67-75.
70. Menéndez, J.; Tang, M. 1992. IX Seminario Científico EEPF "Indio Hatuey" Matanzas. Cuba
71. Milchunas D, G; Sala O, E y Lauenroth W, K. 1988. A generalised model of the effects of grazing by large herbivores on grassland community structure. American Naturalist 132: 87-106.
72. Milera, Milagros; Martínez, J ; Caceres, O. y Hernández, J. 1986. Influencia del nivel de oferta en la producción de leche según los días de estancia en la Bermuda cruzada-I. Pastos y Forrajes. 9: 167.
73. Mirabal, A. 1990. Fertilización de origen biológico. CIDA, La Habana, Cuba.p.39.
74. Moreno, Claudia E. 2001. Métodos para medir la Biodiversidad. Programa latinoamericano de Ciencia y Tecnología para el desarrollo. ORCYT. Oficina Regional de Ciencia y Tecnología para América Latina y el Caribe. UNESCO.
75. Murgueitio, E y Calle, Zoraida. Diversidad biológica en sistemas ganadería bovina en Colombia 2000. [en línea] Disponible en: <http://www.ecooprensem.cl/softagri/cooprenforma62/articulo-1-1.htm>. [Consulta: junio 7 /2004].

76. Neugebauer, B.; M. Ahumada y R. Bunch. 1992 Agricultura ecológicamente apropiada. Fundación Alemana para el Desarrollo Internacional. Centro de fomento para la agricultura y la alimentación. RFA. 184 p.
77. Newman, E. I. 2000. Applied ecology y environmental management. Blackwell Science, London, UK. P 150.
78. Novoa L. 1993. Apuntes para un libro de texto. U. C. V. Venezuela. P 78.
79. Palmer M, W. 1990. The estimation of species richness by extrapolation. Ecology, 71: 1195- 1198.
80. Paretas, J. J. 1993. Altura de corte en pastizales de *Brachiaria humidicola* y *Stylosanthes guianenses*. Revista ACPA. Año 20 (5): 10-15. La Habana. Cuba.
81. Paulino, V.; Malavolta, E. y Costa, N. L. 1994. Estudios de pastizales naturales en condiciones de pastoreo racional. Pasturas Tropicales 16: 2 CIAT. Colombia.
82. Peet R, K. 1974. The measurement of species diversity. Annual Review of Ecology and Systematics, 5: 285-307.
83. Peet R, K. 1975. Relative diversity indices. Ecology, 56: 496-498..
84. Peña, O.L. 1993. Uso de las Biotierras como fertilizante orgánico para las plantas. Curso de Agricultura Orgánica. Cuba. 19 p.
85. Pereira, E. 1987. Manejo de tres pastos promisorios para la producción de leche con riego. Informe Contrato 502-02-03.EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. (Mimeo)
86. Perevolotsky, A; Seligman, NG 1998. Role of grazing in mediterranean rangeland ecosystems. BioScience 48: 1007-1017.
87. Pérez, A.; Matías, C.; González, Yolanda y Alonso, O. 1997. Tecnología para la producción de semillas de gramíneas y leguminosas tropicales. Pastos y Forrajes. 20: 21.
88. Pérez,Q. 2000. El ganado español origen del ganado criollo. Rev. ACPA. Año 19. No 4. C. Habana Cuba. p 73
89. Pimentel, D. ; Stachow, U. ; Takacs, D. ; Brubaker, H.W. ; Dumas, A.R. ; Meaney, J.J.; Oneil, A.S. ; Onsi, D.E. y Corzilius, D.B. (1992) Conserving biological diversity in agricultural and forestry systems *BioScience*. 42(5):66-75.

90. Planas, Teresa; Guerra, D. 2000. Recursos genéticos criollos: su relevancia en Cuba. Rev ACPA. Año 19. No. 4. C. Habana. Cuba.
91. Primavesi, Ana. 1989. Manejo ecológico de pastagens. Brazil. p 76
92. Pueyo, J.M. Productividad del pastizal natural [en línea] octubre 2002. Disponible en: <http://parana.inta-gov.ar/publicar/forrajes/p-natural/pastizales-naturales.htm>. [Consulta: Junio 8 2004].
93. Ramírez, P.J.; Gonzáles, J. 2002. Efecto de la fertilización orgánica en la producción de semilla de *Andropogon gayanus* CV. CIAT – 9900. Pastos y Forrajes. 25 (2): 81.
94. Rappaport, J. 1988. Onderzolkingen over de ontwikkeling der wortels by *Lolium perenne* L. (investigations on the development of roots of *Lolium perenne* L). Meded. Landb Hoogeschool, Gent. 56:121.
95. Rebollo, S. y Gómez-Sal, A. 2003. Aprovechamiento sostenible de los pastizales. Ecosistemas 2003/3 (URL) [en línea] marzo 2003. Disponible en: <http://www.aeet.org/ecosistemas/033/investigacion7.htm> [consultado junio 2004]
96. Remy, V.A. y Martínez, J. 1978. En un estudio de frecuencia, altura de corte y riego en Bermuda cruzada I. Pastos y Forrajes. 1:95.
97. Rhades, L. Manejo del Pastizal Natural [en línea] marzo 2003. Disponible en: <http://elsitioagrícola.com>. [Consulta: junio 5 2004].
98. Ricardo Nápoles, Nancy Esther; Garcinuño, J. M. 2002. Variabilidad florística y diversidad biológica en pastizales de la Reserva de la Biosfera Sierra del Rosario, Cuba. Acta Botanica Cubana. Número especial. I.E.S. Ciudad de La Habana. Cuba. Octubre 2002.
99. Rincón, Xiomara. R. 1997. Evaluación de parámetros Agronómicos y Fisiológicos en cuatro cultivares de pasto Buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) en macetas. 11 plantas adultas. Revista Facultad Agronomía (LUZ). 14: 649-656, julio.
100. Rodríguez Anelys y Alfonso Solangel. 1996. Estudios del *Alysicarpus vaginalis* en sistemas ganaderos. 65 h. Trabajo de Diploma (en opción al título de Ingeniero Agrónomo)- Universidad de Matanzas.
101. Rodríguez, J. M. 2001. Enfoques Metodológicos para el Estudio de Poblaciones Vegetales. Guía de Campo. Cuadernos de Ecología. p 1 – 6

102. Roig, J. T. 1969. Diccionario Botánico de nombres vulgares cubanos. T-1. Ed Pueblo y Educ. La Habana Cuba.
103. Scatena N, Frederick. 2001. El Bosque Neotropical desde una Perspectiva Jerárquica. Ecología y Conservación de Bosques Neotropicales. LUR. Págs. 23 – 41.
104. Schulze, E.D.1996. Rooting depth, water availability and vegetation cover along on oridity gradient in Patagonia. Oecología 108: 503-511.
105. Serra, A.B; Serra, S.D; Order, E.A; Cruz, Nakamura, K y Fujihara, T. 1997. Variability in ash, crude protein, detergent fiber and mineral content of some minor plant species collected from pastures grazed by goats. AJAS. Vol 10. No 1 p 28-34.
106. Smith E, P y Van Belle, G. 1984. Nonparametric estimation of species richness. Biometrics, 40: 119-129.
107. Smith, B y Wilson B, J. 1996. A consumer's guide to evenness indices. Oikos, 76: 70-82.
108. Smith, D. 1962. The Towa State University Press. Ames. Towa. U.S.A. p. 401.
109. Solbrig OT 1999. Observaciones sobre biodiversidad y desarrollo agrícola. Páginas 29-39 En: Mateucci, SD, OT Solbrig, J Morello y G Halffter (editores). Biodiversidad y uso de la tierra. Conceptos y ejemplos de Latinoamérica. Eudeba, Buenos Aires.
110. Soriano, A. y Aguiar, M.R. 1998. Estructura y funcionamiento de los agroecosistemas. Ciencia e Investigación 50: 63-73.
111. Soto, L.; Laredo, M. y Alarcón, E. 1980. Digestibilidad y consumo voluntario del pasto Kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochst) en ovinos bajo fertilización nirogenada. Revista ICA 15: 79-90.
112. Toledo, J. M.; Giraldo, H. Y Spain, J. M. 1987. Explotación de Pastizales en el Trópico. Pasturas tropicales. I 9(3): 23-31. Colombia.
113. Urbano, Dianelis, C. 1997. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre el rendimiento y calidad de tres gramíneas tropicales [en línea]. Disponible en: <http://www.agroconnection-com.htm>. [Consulta: Junio 8 2004].
114. Valles, B.; Castillo, R. y Menéndez, T.1992. Manejo de pastos tropicales. Pasturas Tropicales. 14 (2): 36-48. México.

115. Van Soest, P. J. 1994. Nutricional Ecology of the Ruminant. (second edition) Cornell University. USA. p :77
116. Vilche, M.S.; Mertín, B. y Mortico, S. 2000. Incidencia de la degradación edáfica en el desarrollo aéreo y radical de una pastura asociada. XVI Reunión Latinoamericana de Producción Animal, Uruguay.
117. Whittaker R., H. 1972. Evolution and measurement of species diversity. *Taxon*, 21(2/3).
118. Whyte, R. O. 1958. FAO. Boletín N<sup>o</sup> 41.
119. Wildin, J. H. 1993. Proc. For the XVII Int. Grass. Con. Queensland. Australia.
120. Wilsey B, J; Potvin, C. 2000. Biodiversity and ecosystem functioning: importance of species evenness in an old field. *Ecology* 81: 887-892
121. Wilson, O.E. 1993. The diversity of life, Cambridge, Mass. Belknap Prees, Harvard University. Pág 41-173.