

UNIVERSIDAD “JOSÉ MARTÍ PÉREZ”
SANCTI SPIRITUS
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

Trabajo de Diploma

Título: *Impacto de la utilización de las cercas vivas para la sostenibilidad del desarrollo ganadero en la UBPCA “Peralejo”.*

ALUMNO: *Caridad Valentina Vázquez Hernández*

Orientador Científico: *Ing. Dioneisy Esther Plasencia Fariña*

CURSO: 2009-2010

“Año 52 de la Revolución.”

INDICE

RESUMEN	PÁGINAS
1. INTRODUCCIÓN.	4-8
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.	9-21
2.1. Usos de las cercas vivas.	9
2.2. Clasificación de las cercas vivas.	10
2.1.1. Cercas Incipientes.	10
2.1.2. Cercas Medias.	10-11
2.1.3. Cercas Avanzadas.	11
2.3. Especies de plantas más utilizadas en las cercas vivas.	12
2.4. Captación de Carbono	14
2.5. Conservación del recurso agua	17
2.6. Conservación del recurso suelo.	19
2.7. Conservación de la Biodiversidad.	20
2.8. Valoración económica de las cercas vivas.	21-24
3. MATERIALES Y MÉTODOS.	24-27
3.1. Diagnóstico sobre el comportamiento de las especies.	24
3.2. Establecimiento de <i>Gliricidia sepium</i> como cercas vivas de la Unidad.	24
3.3. Programa de manejo eficiente encaminado a la rama ganadera	27
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.	28-37
4.1. Diagnóstico sobre el comportamiento de las especies.	28
4.2. Establecimiento de <i>Gliricidia sepium</i> como cercas vivas.	29
4.3. Programa de manejo eficiente encaminado a la rama ganadera.	37
5. CONCLUSIONES.	42
6. RECOMENDACIONES.	43
7. BILIOGRAFÍA.	44-49

RESUMEN

La producción ganadera en Cuba requiere de estrategias de producción coherentes que permitan un uso racional de los recursos existentes que garanticen la conservación de los ecosistemas tropicales dentro del marco de conceptualización de sistemas agrícolas sostenibles. En los últimos años el sistema cercas vivas ha tomado mayor relevancia económica y ecológica, no sólo por que su establecimiento significa un ahorro del 54% con respecto al costo de las cercas convencionales sino, por que constituye una forma de reducir la presión sobre el bosque para la obtención de postes y leña, además de que representa una forma de introducir árboles en los potreros. Con el **objetivo** de utilizar las cercas vivas como alternativas para la producción ganadera se desarrolla este trabajo en la Unidad Básica Producción Cooperativa Arrocería “Peralejo”, así como, determinar el comportamiento de las especies con mejor adaptación y demostrar si con la utilización de las alternativas se lograrán aumentar las cebas bovinas en la UBPCA “Peralejo”. Se realizó un estudio acerca de la utilización de esta alternativa y su efecto sobre la actividad ganadera: aporte de sombra y refugio, efecto sobre el forraje herbáceo, aporte de material para la infraestructura. Se establecieron las especies de *Gliricidia sepium* y *Eritrina ssp* como las más comunes en la entidad, además de otras especies como *Spondia sp*, *Bursera simruba* y *Coordia collococca*.

ABSTRAC

The cattle production in Cuba requires of coherent production strategies that allow a rational use of the existent resources that you/they guarantee the conservation of the tropical ecosystems inside the mark of conceptualization of sustainable agricultural systems. In the last years the system alive fences has taken bigger economic and ecological relevance, not only for that its establishment means a saving of 54% with regard to the cost of the conventional fences but for that constitutes a form of reducing the pressure on the forest for the obtaining of posts and firewood besides that it represents a form of introducing trees in the herdsmen. With the objective of using the alive fences as alternatives for the cattle production this work is developed in the Unit Basic Rice Cooperative Production "Peralejo", as well as, to determine the behavior of the species with better adaptation and to demonstrate if with the use of the alternatives they will be possible to increase the you feed bovine in the UBPCA "Peralejo". He/she was carried out a study about the use of this alternative and their effect on the cattle activity: shade contribution and refuge, effect on the herbaceous forage, contribute of material for the infrastructure. The species of *Gliricidia sepium* and *Eritrina ssp* like the most common settled down in the entity, besides other species like *Spondia sp*, *Bursera simruba* and *Cordia collococca*.

1. INTRODUCCIÓN

En los sistemas pecuarios tradicionales, el uso de prácticas inadecuadas, como el sobrepastoreo y la quema, ha conducido a la degradación de los recursos naturales (degradación de pasturas y suelos, contaminación de fuentes de agua, pérdida de biodiversidad). En estos sistemas, bien pueden hacerse transformaciones tecnológicas que impliquen mejoras en los sistemas y a la vez generen servicios ambientales, mediante el uso y adaptación de prácticas agrícolas mejoradas capaces de: almacenar carbono en suelo y biomasa aérea, disminuir emisiones de gases de efecto invernadero (dióxido de carbono, metano, óxido nítrico), incrementar biodiversidad en flora y fauna y mantener fuentes de agua potable.

En sistemas ganaderos tropicales, ya se han probado prácticas que cumplen con este doble fin. Así, la introducción de tecnologías silvopastoriles, como la siembra de árboles en los potreros, el uso de cercas vivas, cortinas rompevientos, bancos forrajeros, al tiempo que mejoran la calidad de la dieta nutricional (disminuyendo la capacidad de emitir metano de los bovinos), también ayudan a liberar áreas degradadas para permitir en ellas la regeneración natural, constituirse como sumideros de carbono y hábitat de diversos organismos o corredores que permiten la conectividad entre ecosistemas más estables.

La producción ganadera en Cuba requiere de estrategias de producción coherentes que permitan un uso racional de los recursos existentes que garanticen la conservación de los ecosistemas tropicales dentro del marco de conceptualización de sistemas agrícolas sostenibles.

El uso de árboles forrajeros multipropósito es una de las opciones para el arreglo de sistemas de alimentación con rumiantes que muestra alto valor competitivo frente a fuentes proteicas de alimentación tradicionales. Dentro de ellos, *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp dispone de una cantidad de atributos que destacan su versatilidad como son: la producción de follaje de alta calidad proteica y

digestibilidad, producción de madera para combustible y soporte en cercas vivas, capacidad de fijar nitrógeno atmosférico y mejorar la fertilidad natural de los suelos, suministro de sombra a cultivos y animales y, capacidad de actuar como sumidero de Dióxido de Carbono (CO₂).

El establecimiento de sistemas agroforestales donde se combinan los árboles, los pastos o cultivos y los animales para la producción ganadera dentro de una misma porción de terreno con arreglos espaciales correctamente diseñados, representan en la actualidad una alternativa muy prometedora en muchos de los países donde se hace muy difícil disponer de altos insumos como los concentrados y fertilizantes para la producción de leche y carne. Dentro de estos sistemas una de las modalidades que más el campesinado ha utilizado tradicionalmente son las cercas vivas debido a que las interacciones entre los componentes del sistema no son tan obvias ni tan intensas como en otras modalidades y las prácticas de manejo se concentran principalmente en el establecimiento. Sin embargo, a partir de diferentes trabajos desarrollados en el Instituto de Ciencia Animal de Cuba se ha demostrado que cuando se tratan de establecer cercas vivas en áreas de pastoreo con la presencia de los animales es determinante conocer el efecto que provocan estos sobre los árboles especialmente cuando pueden ser consumidos.

La siembra de leñosas perennes como postes para la delimitación de potreros o propiedades (cercas vivas) es una práctica tradicional en América Central, con frecuencia en ellas se utilizan leguminosas arbóreas tales como *Gliricidia sepium*, *Erythrina sp.* *Leucaena leucocephala* y especies no leguminosas como *Bursera simaruba* y *Spondias purpurea*. En los últimos años se ha investigado sobre el cultivo de especies leñosas en bloques compactos y a alta densidad (bancos de proteína), con el fin de maximizar la producción de fitomasa para suplementación animal en diferentes sistemas de producción. En la región, la mayor parte de las fincas ganaderas se caracteriza por la presencia de árboles dispersos en potreros para proveer sombra y alimentos para los animales y generar ingresos a través de la venta de madera y frutales.

Las áreas dedicadas a la ganadería también han sufrido una drástica reducción de sus arboledas por efecto de la tala, la quema y el empleo de postes de cemento o de madera seca en sus cercos. Como consecuencia, se han reducido las áreas de sombra, así como posibles fuentes de alimento para el ganado. Aparejado a esto, la calidad y productividad de los pastizales se ha reducido a causa del aumento de la evapotranspiración, la erosión y los métodos inadecuados de pastoreo.

La toma de conciencia de la importancia del árbol en la estabilidad ecológica y productiva de los pastizales, ha motivado la aplicación de directivas técnicas del área ganadera del Ministerio de la Agricultura encaminadas al restablecimiento de los setos vivos, los árboles de sombra, y otros, que son de obligatorio cumplimiento.

Se ha podido comprobar que existe una marcada deforestación en las áreas de la UBPCA Peralejo, dedicadas a la explotación del ganado vacuno y no se establecen especies de árboles forrajeros multipropósitos como cercas vivas para la producción en las condiciones de la no disponibilidad de insumos externos, importados para una ganadería que se sustentó previamente en una alta dependencia de tales insumos.

Por la necesidad de buscar soluciones y por todo lo expuesto anteriormente surge el **problema científico** siguiente: En la UBPCA “Peralejo” no se establecen especies de árboles forrajeros multipropósitos como cercas vivas para lograr la sostenibilidad del sistema ganadero.

El objeto de investigación que se deriva del problema científico es: el establecimiento de *Gliricidia sepium* como cercas vivas en las áreas de explotación de la ganadería vacuna en la UBPCA “Peralejo”.

No obstante, teniendo en cuenta que en la UBPCA Peralejo no se emplean estas alternativas en la explotación de la ganadería vacuna nos trazamos la siguiente **hipótesis de investigación**: Si se logra establecer *Gliricidia sepium* como cercas

vivas en las áreas dedicadas a la explotación de la ganadería vacuna de la UBPCA “Peralejo”, entonces estaríamos en condiciones de obtener mejores resultados en la sostenibilidad de la misma.

Para dar respuesta a la hipótesis se elaboró como **objetivo general**: establecer *Gliricidia sepium* como cercas vivas para la sostenibilidad del desarrollo ganadero de la UBPCA “Peralejo”

Para resolver el problema científico y dar respuesta a la variable independiente de la hipótesis establecida se proponen los siguientes **objetivos específicos**:

1. Fundamentar en la teoría la influencia socio económico y ambiental del establecimiento de especies arbóreas como cercas vivas.
2. Diagnosticar el comportamiento de las especies arbóreas que han sido utilizadas como cercas vivas con mejor adaptación en la UBPCA “Peralejo”.
3. Demostrar si con el establecimiento de *Gliricidia sepium* como cercas vivas se obtienen mejores resultados en las áreas dedicadas a la ganadería vacuna de la UBPCA “Peralejo”.
4. Establecer un programa de manejo eficiente encaminado en el impacto de la utilización de las cercas vivas en la sostenibilidad de la rama ganadera en la UBPCA “Peralejo”.

La **novedad científica** de este trabajo consiste en el establecimiento de *Gliricidia sepium* como cercas vivas para la sostenibilidad del desarrollo ganadero de la UBPCA “Peralejo”, para de esta forma alcanzar un equilibrio y una estabilidad productiva sin depender de altos insumos (riego, fertilizantes químicos, alimentos) contribuyendo a la disminución de los costos y las emisiones de efecto invernadero, así como, al incremento de la biodiversidad.

2. REVISIÓN BILIOGRÁFICA

2.1. Utilización de las cercas vivas

En todos los países de América Central son muy comunes las cercas vivas, donde han sido establecidas desde hace tiempo, en algunos casos más de 100 años. Existen también en México, en los países del Caribe y en el norte de América del Sur (Colombia, Venezuela y algo en Ecuador). Se utilizan para delimitar potreros, cafetales y otros campos cultivados y en general propiedades rurales y sus subdivisiones. Así, en dependencia del tamaño del huerto casero en América Central, se acostumbra a emplearlas para marcar sus límites y protegerlo contra el ganado (Budowski, 1990).

Algunas de estas prácticas incluyen la siembra de especies leñosas en los límites de los potreros (cercas vivas), el establecimiento de bancos de proteínas (denominados bancos forrajeros) por medio de la siembra de especies leñosas en bloques de alta densidad, la siembra de especies forrajeras herbáceas entre hileras de árboles y la siembra y conservación de árboles en los potreros (Ibrahim et al. 2003).

Las cercas vivas y cortinas rompevientos son hábitats creados por el hombre que son transformados paulatinamente por los procesos de la sucesión natural de la vegetación. La composición de especies depende de las condiciones ecológicas locales lo mismo que de las preferencias iniciales de los ganaderos y no necesariamente de la naturaleza del banco de semillas del bosque natural. La conectividad provista por una serie de cercas vivas afecta el desplazamiento de animales silvestres entre hábitats naturales remanentes y facilita la dispersión de semillas (Burel, 1996). Por lo tanto, este tipo de cercas pueden servir efectivamente como corredores biológicos en paisajes agrícolas caracterizados por la fragmentación de los hábitats naturales. En algunas fincas, pequeños parches de bosque nativo se han dejado para proteger fuentes de agua, lo mismo que para proveer madera para distintos usos (Harvey y Haber, 1999).

Hernández (1998), define las cercas vivas como un sistema que se basa en la plantación de árboles y arbustos (en línea) en los linderos de las fincas, fundamentalmente de partes de plantas con capacidad de rebrote a partir de tallos o ramas, cuyo objetivo principal es impedir el paso de los animales o las personas, así como marcar límites de las propiedades. Se utiliza a su vez para la sombra de los animales, su forraje puede ser empleado como alimento de los animales, sus frutos y sus ramas sirven para construir nuevas cercas vivas, además proporcionan leña.

2.2. Clasificación de las cercas vivas

Las **cercas vivas** pueden dividirse en dos categorías básicas; **postes vivos de cercas** y barreras vivas o **setos**. Los postes vivos de cercas están espaciados, son hileras únicas de plantas leñosas que regularmente son descopadas y que se usan en vez de los postes de concreto, metal o madera para sostener el alambre de púas. Los setos son cercas más espesas, poco espaciadas y generalmente incluyen cierto número de diferentes especies de plantas y no utilizan alambre de púas (Louppe y Yossi, 1999).

Ayuk (1997) define así los setos vivos, al diferenciarlos de los cercos (o postes) vivos: “Un seto involucra una o más hileras de árboles plantados muy cerca uno de otro (25-50 cm) para formar una barrera continua del área deseada”

Las cercas vivas se agruparon en tres categorías propuestas por Molano et al (2004)

2.2.1. Cercas Incipientes

En estas cercas la vegetación dominante está compuesta por agregados de vegetación herbácea a lo largo de los alambrados y arbustos de porte pequeño y enredaderas en su mayoría que aparecen eventualmente a lo largo del alambrado. Presentan un solo estrato arbustivo y carecen de canales de drenaje al interior de estas pero pueden aparecer zanjas a los lados para evitar inundaciones en la época de invierno.

2.2.2. Cercas Medias

Son cercas vivas con una estructura más definida donde aparecen dos estratos de vegetación diferenciados y ocasionalmente tres estratos (herbáceo, arbustivo y arbóreo bajo). El estrato arbustivo domina, mientras la abundancia de enredaderas disminuye. Poseen canal de drenaje interno en su mayoría, pero la presencia de agua está determinada por la época de lluvias.

2.2.3. Cercas Avanzadas

Aparecen tres estratos claramente diferenciados (herbáceo, arbustivo y arbóreo) donde domina el estrato arbóreo y las enredaderas se localizan hacia las copas de los árboles. Presentan sin excepción drenajes o canales de agua constantes con niveles fluctuantes según la estacionalidad climática. El estrato arbóreo forma una bóveda sobre el estrato herbáceo y arbustivo; este espacio permite un fácil acceso al ganado, el cual va en búsqueda de agua y sombra y de esta manera forma caminos al interior de las cercas.

Un seto es el cercado de una parcela de terreno y está formado por arbustos o árboles, pueden ser de formas muy diferentes y adquirir apariencias propias en cada región. Los setos albergan toda una comunidad biológica de plantas y animales silvestres, cuya composición depende de su situación, dimensiones (altura y longitud), edad y de la manera de cuidarlos (Stevens, 1994).

El Centro Internacional para la Investigación en Agroforestería (ICRAF, por sus siglas en inglés) define actualmente a las cercas vivas como “una forma de establecer un límite mediante la siembra de una hilera de árboles y/o arbustos a distancias relativamente cercanas, a los cuáles se fijan líneas de alambres”. Los postes vivos de cercas se encuentran comúnmente en alambrados convencionales. En muchos casos, los árboles y arbustos que aparecen a lo largo de estos alambrados se originan de semillas depositadas por las aves silvestres que se posan sobre los postes muertos o sobre los alambres. En otros casos, los granjeros pueden plantar deliberadamente estacas de especies que arraigan con

facilidad tales como: *Gliricidia sepium*, *Erythrina spp.*, *Spondias spp.*, y *Bursera simaruba*. Los postes vivos son mucho más duraderos que los estacones tradicionales ya que son menos susceptibles al ataque por termitas y a la descomposición por la acción de los hongos (Louppe y Yossi, 1999).

Según Ariga (1997), más de 60 especies de árboles y arbustos de uso multipropósito fueron recolectadas en distintas partes del sureste y el suroeste de Kenya. Se llevó a cabo un muestreo sesgado de especies focales predeterminadas. Se colectaron semillas y especímenes de herbarios. Las especies de plantas y sus usos son listadas. La información sobre el uso de las plantas fue obtenida de la comunidad local y otras fuentes establecidas. Las plantas o sus partes fueron usadas como alimento, forraje, medicina, conservación del suelo y mejoramiento de su fertilidad, sombra, rompevientos, cercas vivas, leña, madera, fibras, hábitat de vida silvestre y extracción de algunos productos industriales.

2.3. Especies de plantas más utilizadas en las cercas vivas.

La siembra de leñosas perennes como postes para la delimitación de potreros o propiedades (cercas vivas) es una práctica tradicional en América Central; Budowski, (1993) con frecuencia en ellas se utilizan leguminosas arbóreas tales como: madero negro (*Gliricidia sepium*) y poró (*Erythrina berteroana*, *E. fusca* y *E. costarricensis*) en las zonas húmedas, mientras que en las zonas secas *Leucaena leucocephala* y especies no leguminosas como *Bursera simaruba* y *Spondias purpurea* son frecuentes (Budowski, 1993).

Según Renda et al. (1997), entre las especies más comúnmente utilizadas para cercas vivas, en su mayoría de la familia *Papilionaceae*, se encuentran las siguientes:

- *Erythrina berteroana*, es muy utilizada en Camagüey, la provincia ganadera por excelencia.
- *E. grisebachii* (piñón real), es la más utilizada para cercas en las provincias de La Habana y Matanzas.

- *E. poeppigiana*, se usa como poste vivo en todo el país, y se emplea extensivamente como árbol de sombra del cafeto en la región oriental de Cuba.
- *Gliricidia sepium*, es la más empleada en todo el país.
- *Jatropha curcas* (piñón de botija).

Además, es muy generalizado el empleo de otras especies arbóreas no leguminosas como:

- *Bursera simaruba* por su fácil reproducción por estacas y su uso medicinal.
- *Guazuma ulmifolia* porque el ganado come a veces su fruto y hojas.
- *Pithecellobium dulce*.
- *Spondias mombin* por la facilidad con que se propaga por estacas y porque sus frutos los comen los cerdos y el ganado vacuno.

Roig (1962), dijo que las flores del piñón son muy visitadas por las abejas, que emplean en grandes cantidades el néctar que extraen de ellas, en la elaboración de la miel. Esta es de color ámbar y de gran densidad (Ordetx, 1968). También afirmó que el piñón amoroso o florido es utilizado en Camagüey para baños medicinales, y en México y en otros lugares de América Tropical usan las semillas o la corteza pulverizada, mezclada con arroz u otros alimentos, para envenenar ratas, ratones y otros roedores, pues todas sus partes son venenosas.

Crane (1945), valoró el empleo de barreras de plantas y cercas vivas en la regulación del clima. Mientras que otros autores, abordan la función de las cercas vivas en la agricultura de Costa Rica, destacando su papel positivo en los agroecosistemas. La destrucción de las cercas vivas es también una causa indirecta del empobrecimiento de la fauna silvestre y la instauración de éstas, garantiza su proliferación, actuando como corredores ecológicos. En resumen, las cercas vivas resultan eficaces auxiliares en la agricultura: porque estabilizan el suelo, limitan la erosión y abastecen de agua las capas subterráneas. También dan refugio a gran número de especies animales y vegetales (Pérez, 1989).

2.4. Captación de Carbono en Sistemas Silvopastoriles

La introducción de tecnologías silvopastoriles, como la siembra de árboles en potreros, el uso de cercas vivas, cortinas rompevientos, bancos forrajeros, a la vez que mejoran la calidad de la dieta nutricional (disminuyendo la capacidad de emitir metano de los bovinos), también ayudan a liberar áreas degradadas para permitir en ellas la regeneración natural y constituirse como sumideros de carbono.

En América Central la retención de especies leñosas en pasturas es común. Casi el 90% de los productores tienen árboles en pasturas con el objeto de proveer sombra a los animales, principalmente en las zonas calurosas (Leeuwen & Hofsted, 1995; Ibrahim et al, 1998; Souza et al, 2000). Según Souza et al (2000), los rendimientos de leche de ganaderías especializadas en las cuales se han introducido árboles en las pasturas como sombrío, presentaron rendimientos de un 20% mas altos, comparados con los rendimientos obtenidos de vacas manejadas sin sombra.

La conversión de pasturas a sistemas silvopastoriles (p.e. plantaciones con pastoreo o producción de forraje, regeneración natural de especies forestales sobre pasturas) puede reducir las pérdidas de carbono del suelo. Una plantación de cinco años de *Acacia mangium* sobre un suelo ácido, conservó altos contenidos de material orgánico en el suelo respecto a una pastura pura (Camero et al 2000). A su vez, una regeneración natural de *Cordia alliodora* (3 - 7 años) asociada con *P. maximum*, sobre un medio fértil de suelo aluvial presentó similares valores de material orgánico del suelo, comparada a la pastura sola (180 - 200 Mg C ha⁻¹) (López et al 1999). El estudio de López (1999) en Costa Rica, demuestra que en un sistema silvopastoriles, el suelo almacena por lo menos seis veces más C que la madera del tallo de *C. alliodora*.

En muchos sistemas tradicionales localizados en el pacifico seco de la zona central de Costa Rica, los árboles multipropósito (e.g. *Guazuma ulmifolia*, *Brosimum alicastrum*, *Pithecellobium saman* y *Enterolobium cyclocarpum*) producen forraje y frutos con altos contenidos de energía (IVDMD = 55 80%) y

proteína cruda (14 -25%), los cuales son consumidos por los animales (Benavides, 1994; Ibrahim et al, 1998).

El uso de especies leñosas asociadas a las pasturas en sistemas pecuarios, tiene que evaluarse desde la perspectiva de su contribución a la disminución de emisiones de gases de efecto invernadero, y de la captación de carbono, además de la factibilidad de sustituir en la época seca los suplementos de origen agroindustrial (concentrado, pollinaza, gallinaza) por suplementos producidos en finca (arbustos forrajeros), los cuales posiblemente provean beneficios ambientales al productor, como la protección de los suelos contra los efectos de la erosión, principalmente en zonas de ladera.

El incremento de la cobertura de vegetación como la conversión de pastura pura a sistemas silvopastoriles incrementa la cantidad de carbono almacenado. Winjum et al. (1992) estimaron que la reforestación, la agroforestería y la protección de bosques de 300 a 600 mil ha en los trópicos podrían conservar y almacenar entre 36 - 71 Pg de carbono durante mas de 50 años. Dixon (1995) estima un rango similar, donde 500 - 800 ha bajo bosques o sistemas agroforestales manejados a través del mundo podrían potencialmente almacenar 0.5 - 1.5 Pg C ha⁻¹. La cantidad de carbono fijado por los árboles depende de las características de la especie, la tasa de crecimiento y la longevidad como también de las condiciones del sitio, como localización, clima y rotación.

Durante una simulación de 50 años, el carbono orgánico del suelo bajo pasturas (COS) medido a 1 m de profundidad, se incrementó de 71 a 79 Mg C ha⁻¹, para un incremento neto de 0.16 Mg C ha⁻¹ año⁻¹. En contraste, el COS disminuyó en 4.7 y 2.9 Mg C ha⁻¹ (0.19 y 0.12 Mg C ha⁻¹ año⁻¹) durante el primer y segundo período de cosecha de pino (cada uno de 25 años), respectivamente. El incremento en COS es consistente con pasturas en sistemas sin labranza con cobertura continua (Cole et al 1993; Lee y Dodson 1996).

Por otra parte, se han reportado incrementos en los inventarios de carbono en suelos después de desmonte del bosque hacia pastura (Lugo y Brown 1993; Fisher et al, 1994), especialmente para pasturas bien manejadas. Las pérdidas de

carbono orgánico del suelo (COS) son menores cuando se cambia a pasturas que a cultivos (Veldkamp, 1993), de hecho, muchas pasturas actúan como sumideros de carbono (Fitter et al, 1997). Además, las pasturas juegan un papel importante debido a la gran área que ellas cubren en el planeta (Van Dam et al 1997).

Otros autores afirman que la dinámica del carbono en suelo bajo pasturas depende del manejo al que estas sean sometidas. Un manejo inadecuado de las pasturas, podría constituir una fuente de emisiones de carbono, liberando en un suelo de 8 m de perfil una cantidad de 13.7 t C ha⁻¹, mientras que si el manejo fuera el ideal, los niveles de carbono almacenado de estas pasturas podrían incrementarse en 20.3 t C ha⁻¹ (Fearnside et al 1998).

En pasturas bien manejadas donde antes fueron bosques, los sistemas radicales de los pastos pueden redistribuir el carbono en las capas más profundas del suelo (Nepstad et al 1991), donde se almacena en formas más estables y es menos susceptible a oxidación (Batjes y Sombroek 1997). Muestreos repetidos en sitios cultivados que habían sido convertidos a pasturas mostraron incrementos en COS durante varias décadas. Las altas tasas de producción de raíces de los pastos pueden explicar la alta capacidad de acumulación de carbono por parte de las pasturas (Cerri et al 1991; Brown et al., 1992). Sin embargo, los efectos sobre el ambiente de pasturas mal manejadas no solo debe analizarse por las emisiones de carbono; la emisión de otros gases de igual o mayor peligro podrían conllevar serios peligros para el ambiente global, como la emisión de gases CO₂, CH₄, y N₂O.

El metano (CH₄) es liberado por el ganado como producto secundario de la digestión. La transformación de los carbohidratos en el tracto digestivo de herbívoros (incluyendo insectos y humanos) da como resultado la producción de metano. El volumen de metano producido mediante este proceso es conocido como "fermentación entérica" y es más grande en los animales rumiantes, tales como ganado vacuno, búfalos, ovejas, cabras y camellos. El potencial del metano para el calentamiento global es más o menos 24 veces más alto que el de CO₂. (LEAD, 2001) Las emisiones de metano de animales rumiantes domésticos

pueden ser reducidas hasta cierto punto, en la medida en que los productores usen razas de ganado eficientes en la conversión alimenticia y sistemas de pastoreo con forraje mejorado de alta calidad, toda vez que los animales que pastan en praderas de pobre calidad producen más CH₄ por unidad de alimento consumido.

La alimentación en confinamiento, mediante el uso de raciones balanceadas que manejen apropiadamente la digestión de comida con alto contenido de energía puede también reducir emisiones directas, pero incrementar emisiones indirectas provenientes de la producción y el transporte de alimento. El CH₄ producido en los sistemas de eliminación de desechos puede proporcionar un aporte de energía en la finca y utilizado de esta manera no es emitido a la atmósfera. Por encima de todo, se considera que el 35% de la reducción global potencial de las emisiones de CH₄, provienen de la agricultura (LEAD, 2001).

2.5. Conservación del Recurso agua

El manejo de las cuencas hidrográficas juega un papel fundamental en la conservación del recurso agua. Al nivel de la cuenca la cobertura vegetal, especialmente los bosques nubosos, regulan el ciclo hidrológico (Walling 1980). Las especies de bosque nuboso están adaptadas para satisfacer sus necesidades de agua, interceptando agua de las nubes una vez que estas son normalmente envueltas en nubes o neblina. Bajo condiciones de precipitación normal la interceptación de la lluvia por las copas de los árboles reduce la cantidad de agua que cae al suelo (Ibrahim et al et al 2001).

La presencia de árboles afecta la dinámica del agua de varias formas: actuando como barreras, las cuales controlan la escorrentía; como cobertura, la cual reduce el impacto de gota, y como mejoradores del suelo, incrementando la infiltración y la retención de agua (Young 1997). Pasturas bien manejadas con bajas presiones de carga animal, lo cual mantiene una buena cobertura a través del año son muy eficientes en la captación de agua. Los bosques de galería en las riveras de corrientes de aguas naturales y artificiales o parches de bosque en las pendientes, mejoran la infiltración de agua dentro del suelo, mejoran la estabilidad de los

taludes, disminuyendo el riesgo de erosión. Las tasas de evapotranspiración son mas bajas en sistemas de pasturas sombreadas que en pasturas puras, especialmente donde estas están expuestas a fuertes vientos. Esto conlleva a una mayor humedad del suelo bajo las copas de los árboles comparados a suelos bajo pasturas a campo abierto. A medida que crecen los árboles el impacto positivo sobre la humedad del suelo puede incrementarse (Rhoades 1998).

Bajo condiciones climáticas tropicales de precipitaciones con eventos erosivos de alta frecuencia e intensidad, una cuenca hidrográfica sin cobertura vegetal está más expuesta al impacto de gota, lo cual podría causar severos efectos erosivos. Esto puede agravarse cuando las pasturas son sometidas a fuertes presiones de pastoreo (alta carga animal) que exponen el suelo y conducen a la formación de cárcavas, compactación del suelo y por lo tanto a una disminución de las tasas de infiltración y a pérdida de suelo por efecto de la escorrentía. En algunos casos resulta en erosión severa y sedimentación de cuerpos de agua y presas hidroeléctricas (Ibrahim et al, 2001).

Un manejo adecuado de las pasturas en el trópico debería incluir la introducción del componente arbóreo, o alternar al menos con fragmentos de bosque (Ibrahim et al, 2001) en aras de sostener la base productiva para satisfacer las necesidades humanas y simultáneamente conservar su integridad.

Aunque posturas ambientalistas extremas plantean la "intocabilidad" de los sistemas como la mejor opción para conservar los recursos naturales, las investigaciones demuestran que bajo acciones planificadas la intervención de los ecosistemas podría mejorar la permanencia de uno u otro recurso. En Villa Mills, Costa Rica, a 2600 2800 msnm, un bosque nuboso natural sin explotación recuperó fuentes de agua de aproximadamente 7600 m³ ha⁻¹, mientras la extracción de 20 o 30 % del área basal de troncos permitió la captación de 10500 - 9300 m³ ha⁻¹, respectivamente (Turcios 1995).

Los más altos valores bajo explotación están relacionados con las menores tasas de interceptación (34 % sin ninguna explotación, 24 o 25 % con 20 o 30 % de explotación, respectivamente). Una pastura en la misma región, manejada con

bajas tasas de carga (0.5 y 0.6 Unidades Animal), preserva mas agua (12800 y 9800 m³ ha⁻¹, respectivamente) que el ecosistema de bosque (Turcios 1995), los cuales podrían ser explicados por la menor interceptación de agua de las nubes, la cual no se pierde a la atmósfera, sino que desciende al suelo debido al habito de crecimiento erecto de las gramíneas que dominan las asociaciones de plantas en las pasturas (Ibrahim et al, 2001). No significa esto que se este proponiendo sustituir bosques por pasturas, sino el manejo adecuado de los ecosistemas o agroecosistemas ya existentes.

2.5. Conservación del Recurso Suelo

Los árboles multipropósito sembrados en las pasturas tienen el potencial para rehabilitar áreas degradadas y proporcionar viabilidad económica a los sistemas de producción. En suelos ácidos *Acacia mangium* tiene la capacidad de incrementar el contenido de fósforo y nitrógeno de los suelos bajo pasturas de *Brachiaria humidicola*. Únicamente en suelos fértiles, los sistemas silvopastoriles con *Brachiaria brizantha* y árboles multipropósito como *Erythrina berteroana* o *Gliricidia sepium* lograron similares niveles de nutrimentos a las pasturas asociadas con leguminosas herbáceas como *Arachis pintoii* (Esquivel et al, 1998). En zonas altas con condiciones optimas para ganadería de leche, la inclusión de *Alnus acuminata* en pasturas, ha mostrado potencial para restaurar la fertilidad del suelo (Russo 1990). El nitrógeno (NO₃ -N) en suelos bajo pasturas fue cuatro veces más alto abajo del dosel de árboles de *Inga sp.*, comparado con pasturas abiertas (Rhoades et al 1998).

Es necesario el monitoreo de las importaciones y exportaciones de nutrimentos en un sistema silvopastoril, pues los sistemas de corta y acarreo en estos sistemas podrían resultar en un balance negativo de nutrimentos y conducir a la degradación del suelo, sino se cuenta con planes efectivos de fertilización. Frecuentemente la cantidad de nutrimentos capturados por los árboles no es suficiente para restaurar los nutrimentos exportados en los productos (Benavides et al 1994).

En las pendientes, las barreras vivas en líneas de contorno reducen la erosión del suelo, especialmente en aquellas áreas, donde la cubierta de pastura se ha perdido o quemado al final de la estación seca y el suelo es expuesto a las precipitaciones del inicio de la estación lluviosa. Las podas de árboles esparcidas como cobertura muerta o "mulch", reduce la energía cinética de las gotas de lluvia sobre las partículas de suelo. Las copas de los árboles también sirven como un escudo contra el efecto de gota y mitiga el impacto de la intensidad de las lluvias.

Los árboles remanentes y parches de bosque en las pendientes, son importantes barreras para la erosión del suelo, en tanto mas incrementan la capacidad de infiltración del agua. Por el contrario, los árboles aislados también pueden favorecer la erosión del suelo, cuando ellos representan un obstáculo en la pendiente que incrementa la velocidad superficial del agua, iniciándose así un proceso erosivo alrededor de la base del árbol (Glover, 1989). Sistemas silvopastoriles que involucran cortinas rompevientos, reducen la erosión eólica (Nair et al 1995).

2.6. Conservación de la Biodiversidad

En comparación a los bosques tropicales las áreas extensas de pasturas puras solo proveen hábitat para muy pocas especies. En las zonas de bosque seco las pasturas son manejadas con fuegos anuales que estimulan el rebrote de las pasturas. Las pocas especies tolerantes al fuego, comúnmente denominadas malezas, que germinan después de este, son eliminadas manualmente, en aras de reducir la competencia con las gramíneas útiles. En estas áreas la diversidad de plantas y animales esta decreciendo continuamente (Ibrahim et al, 2000).

En la zona de bosque nuboso de Monte Verde, Costa Rica, 190 diferentes especies forestales fueron identificadas en 240 ha de pastura la cual había estado destinada a producción de ganadería de leche por 30 años (Harvey et al 1998). Sin embargo, el numero de árboles por finca fue muy variable (7 - 90 árboles .finca-1), en tanto la densidad de árboles fue de 5 - 80 árboles .ha-1. Los árboles tenían diferentes usos como sombra para el ganado, madera, postes, leña,

albergues fuente de alimentos para pájaros. A primera vista, estos árboles parecen tener un papel relevante en la conservación de la biodiversidad local. Sin embargo, una mirada mas detallada a la regeneración natural mostró que las plántulas de árboles y los árboles jóvenes eran muy escasas, probablemente debido al pastoreo y combate de malezas en las pasturas. Sin regeneración natural estos sistemas silvopastoriles perderán la biodiversidad tan pronto como los árboles mueran (Harvey y Haber, 1999).

Igualmente a lo que sucede en plantaciones en línea, cercas vivas, o cortinas rompevientos, los sistemas silvopastoriles son diseñados por el hombre y modificados en el tiempo por la naturaleza. Si ellos son usados para conectar parches de bosques, ellos pueden servir como corredores biológicos para animales y plantas (Burel, 1996). Estos corredores tienen como objetivo permitir que los animales se muevan de un parche a otro, aunque no adopten ese espacio como hábitat para lograr así el intercambio genético y garantizar la supervivencia futura. En Monteverde, 89 especies diferentes de aves encontraron su hábitat en cortinas rompevientos asociados con pasturas (Harvey 2000). 25 % de un total de 400 especies de plantas conocidas en Monteverde se regeneraron en las cortinas rompevientos. Los sistemas silvopastoriles con árboles dispersos escasamente apoyaron la diseminación de semillas desde el bosque hacia las pasturas., especialmente aquellas que son transportadas por especies de aves.

2.7. Valoración económica de las cercas vivas

En los últimos años el sistema cercas vivas ha tomado mayor relevancia económica y ecológica, no sólo por que su establecimiento significa un ahorro del 54% con respecto al costo de las cercas convencionales (Holmann *et al*, 1992), sino, por que constituye una forma de reducir la presión sobre el bosque para la obtención de postes y leña, además de que representa una forma de introducir árboles en los potreros.

En el trópico húmedo de Costa Rica, se realizaron estudios agronómicos en el manejo de podas de cercas vivas de poro y madero negro, con el fin de

incrementar la producción de forraje. Con podas tres veces por año produjeron 3500 a 6000 kg MS km⁻¹ cerca⁻¹ año⁻¹, con un nivel de DIVMS de 56 a 65% y PC de 20 a 26% (Romero et al. 1993). No obstante, a pesar de la buena información generada sobre producción de forraje en cercas vivas, en pocas fincas se hace uso de este recurso para alimentación animal.

En algunos países (pe. Costa Rica y Panamá) el costo de mano de obra para el corte y acarreo probablemente representa una limitante en su uso. Sin embargo, se espera que estas tecnologías tengan mas importancia en la alimentación animal con el incremento en precios de insumos como el concentrado, las exigencias para la producción de leche, carne orgánica y beneficios que se tienen por servicios ambientales.

En sentido general, el uso de las cercas vivas involucra considerables ahorros para el agricultor, ya que cada día se hace más difícil los postes de madera perdurables y los postes de concreto han adquirido precios prohibitivos. Durante los últimos 25 años, América Central ha mostrado incrementos en la producción de carne y leche, no obstante el aumento en la producción de carne bovina se relaciona más con el crecimiento de la población animal y de la superficie en pastos (Riesco, 1992). La productividad de los sistemas de producción bovina para carne ha tenido una tendencia a declinar, como consecuencia de la implementación de sistemas más extensivos y de la incorporación de suelos de menor fertilidad, en los que se plantaron especies no adaptadas, generando mayor proporción de pasturas degradadas y poco productivas (Pezo *et al*, 1992).

Por las razones anteriormente expuestas, el desarrollo pecuario en América Tropical debe estar orientado a incrementar la producción animal a una tasa que le permita cubrir la demanda de alimentos para una población que crece aceleradamente, rehabilitar las pasturas degradadas, prevenir el deterioro de los recursos naturales y asegurar que los productores locales puedan competir con ventaja ante la apertura de mercados. En este sentido, conceptualizar la

producción animal en el contexto de los sistemas silvopastoriles constituye un enfoque válido y necesario para el mejoramiento de la actividad pecuaria. Las combinaciones de leñosas perennes con pasturas y animales son muchas y muy diversas. Muchas de ellas forman parte de la "*cultura productiva*" de los países tropicales (pe. cercas vivas, árboles en potrero).

3. MATERIALES Y MÉTODOS.

Este trabajo se llevó a cabo en la Unidad Básica de Producción Cooperativa Arrocera “Peralejo” del Complejo Agroindustrial Arrocero Sur del Jíbaro ubicado en la provincia de Sancti Spíritus, desde el año 2007 hasta la fecha actual, para ello se realizó un estudio acerca de la utilización de las cercas vivas y su efecto sobre la actividad ganadera.

Para la realización de las investigaciones se seleccionaron dos fincas ganaderas pertenecientes a la UBPCA, una con sistema convencional de explotación y la otra con la introducción de las cercas vivas para el silvopastoreo. Estas dos fincas poseen ecosistemas diferentes, pero con similitud en las características del suelo y clima, ambas con un área de 1 caballería (13.42 ha), pero con la diferencia de que en el sistema intensivo se dividió el área en 8 cuarterones con 1.68 ha cada uno de ellos, en los cuales se realizó el establecimiento de *Gliricidia sepium* como cerca viva por presentar un mejor comportamiento y adaptación en la zona.

3.1. Diagnóstico sobre el comportamiento de las especies de mejor adaptación.

Se realizó un estudio detallado de las especies de árboles utilizados como cercas vivas en las áreas de explotación ganadera, con énfasis en las especies más comunes presentes en la UBPCA Peralejo, con el objetivo de conocer su efecto para los animales: sombra y alimento.

3.2. Establecimiento de *Gliricidia sepium* como cercas vivas y su efectividad en el desarrollo ganadero de la Unidad.

Para el establecimiento exitoso de cada especie se requirió crear condiciones propicias para la germinación y la persistencia. Estas se lograron teniendo en

consideración las vías y métodos de propagación, así como la densidad de siembra.

Descripción del Sistema

El sistema a utilizar consiste en la siembra y plantación de especies vegetales aprovechables por el ganado bovino en bandas mayores a cien metros de amplitud.

Características de los estacones

- Longitud promedio de 2 m.
- Diámetro promedio de 0.4 a 0.6 m.
- Edad de 1.5 a 2 años.
- Color de corteza pardo – verduzco y yemas visibles.
- Estar libre de rajaduras, golpes y desgarramiento de corteza.
- Recto sin cortes de ramas.
- En la parte apical con corte de chaflán y en la parte basal recto 3x2

Pasos para el establecimiento de la cerca viva

- Limpiar una franja de 2 metros de ancho, utilizando, como eje central la línea de alambre de púas.
- Abrir agujeros de 0.30-0.40 m de profundidad con diámetros de 0.20 a 0.25 m.
- Distanciamiento a 2 m.
- Sembrar los estacones, dejándolos rectos y apretados para evitar bolsas de aire.
- Sujetar con pita al alambre de la cerca, para evitar movimientos del estacón.
- Un mes después de la siembra, resembrar los estacones que se hayan muerto.

Mantenimiento y manejo de la cerca viva

- Eliminar al ras los brotes de la parte baja de los estacones.
- Eliminar malezas trepadoras.
- Poda de formación para fortalecer el árbol y eventualmente aumentar la producción de biomasa, se recomienda hacerla al inicio de la estación seca.
- Al cumplir 1 a 2 años de edad, se pueden fijar los estacones al alambre.
- Realizar la poda de producción o aprovechamiento cuando la cerca haya alcanzado los cuatro años de edad.

Especie utilizada: *Gliricidia sepium*.

Se utilizaron estacas de 2 metros de longitud y de 5 a 10 cm de diámetro en la base, con todos los cuidados y técnicas para mejorar la sobrevivencia y su desarrollo.

- Las estacas se plantaron sobre las líneas en las cuales quedaron las cercas o donde ya existían. La separación fue de alrededor de 1 metro entre árboles.
- Para ayudar al desarrollo del árbol fue adecuado realizar una remoción química y mecánica de las gramíneas que haya sobre las líneas de la cerca.

Procesamiento Estadístico

Los datos fueron analizados y procesados estadísticamente por el paquete estadístico SPSS versión 11.5 para Microsoft Windows. Se utilizó la tabla de ANOVA y se efectuó el análisis de varianza de clasificación simple. Todos los datos obtenidos se procesaron estadísticamente según Análisis de Varianza y en los que se obtuvo significación se docimaron sus medias a través de la prueba de Rangos Múltiples de Duncan al 5% de significación (De la loma, 1969; Lerch, 1997).

Para estructurar la sombra se tuvo en cuenta: (Buffington D.E. et al.1983):

- a.- Orientación:** se consideró el movimiento del sol y el ángulo de incidencia de sus rayos, tanto en verano como en invierno.
- b.- Superficie:** se tuvo en cuenta la ubicación entre 6 y 10 m² de sombra por animal, ya que una alta concentración de animales bajo la sombra dificulta la disipación del calor corporal, destruye la pastura bajo el árbol y perjudica al propio árbol por compactación del suelo y exceso de deyecciones.
- c.- Piso:** se colocaron los árboles en zonas altas para evitar el encharcamiento, el cual perjudica tanto al animal como al árbol.
- d.- Altura:** cuanta más alta es la copa, hay menor movimiento de aire y es más efectiva la neutralización de la radiación solar.
- e.- Ventilación:** no es ideal una masa arbórea continua, sino más bien pequeños grupos de árboles o individuos aislados, a fin de lograr una buena circulación de aire.
- f.- Distribución:** una buena ubicación de los árboles en los potreros, constituye una de las más eficaces herramientas para mejorar la distribución del pastoreo y con ello la eficiencia de la cosecha.

3.3. Programa de manejo eficiente encaminado en el impacto de la sostenibilidad de la rama ganadera en la UBPCA “Peralejo”.

Se Inspeccionaron todas las fincas ganaderas de la Unidad con el objetivo de establecer un conjunto de acciones para el establecimiento de especies arbóreas como cercas vivas como fuentes de alimento y sombra para la ceba bovina, para ello se tuvo en cuenta:

- Valor nutritivo
- Aporte de sombra y refugio (efecto microclima)
- Efecto sobre el forraje herbáceo

- Aporte de material para la infraestructura

Así como desarrollar un programa de capacitación encaminado en elevar el nivel de comprensión de los trabajadores y dirigentes hacia las actividades que deben desarrollar creando para tal efecto fincas de referencia dentro de la UBPCA Peralejo.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

4.1. Diagnóstico sobre el comportamiento de las especies de mejor adaptación.

A través del diagnóstico realizado se determinó el comportamiento de las especies de cercas vivas con mejor adaptación en la UBPCA “Peralejo”, observándose la mayoría de las áreas dedicadas a la actividad ganadera totalmente deforestadas, debido a que son áreas dedicadas por mucho tiempo al monocultivo del arroz, el cual es manejado de forma convencional y donde no existen barreras ni cercas debido al uso continuo de productos químicos que imposibilitan el desarrollo de otras especies de plantas. En la tabla 1., se muestran los resultados del inventario realizado, lo cual evidencia que predominan las especies de almácigo y matarratón con mayor cantidad de individuos, como postes vivos. También se encontraron especies en menor cantidad: ciruelón, piña ratón, ateje y el resto con valores muy inferiores a estos.

Tabla 1. Especies de cercas vivas que han sido utilizadas en la UBPCA Peralejo

Nombres comunes	Nombres científicos
Almácigo	<i>Bursera simaruba (L) Sars</i>
Matarratón	<i>Gliricidia sepium</i>
Ciruelón	<i>Spondia sp.</i>
Piña ratón	<i>Bromelia pinguin</i>
Ateje	<i>Coordia collococca Lin</i>
Piñón de pito	<i>Eritrina ssp</i>
Cardona	<i>Lemaireocereus lystrix</i>

4.2. Establecimiento de *Gliricidia sepium* como cercas vivas y su efectividad en el desarrollo ganadero de la Unidad.

A través de la bibliografía consultada pudimos conocer que las tendencias de la oferta y la demanda en el sector pecuario exigen un crecimiento ordenado y estratégico, con una clara delimitación de las regiones con potencial de crecimiento, inversión en infraestructura donde se requiera, conexión de los pequeños, medianos y grandes productores a lo largo de la cadena, una agroindustria dispuesta a compartir los costos que requieren estos nuevos horizontes y un Estado capaz de hacer viables estas oportunidades. Todo esto sin olvidar que un alto porcentaje de la población rural de América Latina vive en condiciones de pobreza, y que estos nuevos retos deben plantear muy seriamente la participación de las economías campesinas en este futuro del sector pecuario.

La tabla 2 muestra un claro crecimiento sostenido en América Latina tanto del consumo como de la producción en el período entre 1997 y 2030. Respecto al crecimiento anual, se observa el 2,1 por ciento en el caso de la carne y 1,7 por ciento en el caso de la leche.

Tabla 2. Proyecciones del consumo y producción de carne y leche en América Latina en **Millones de toneladas**

	Consumo		Producción		Crecimiento
	1995/97	2030	1995/97	2030	anual
Carne	24	49	25	51	2.1%
Leche	59	102	53	95	1.7%

Todo lo anterior sugiere que la producción ganadera en nuestro país, así como en nuestro territorio debe lograr altas tasas de crecimiento de la productividad para satisfacer las tendencias de la demanda de su población, para ello fue necesario dar a conocer a los trabajadores y directivos de la UBPCA, la necesidad e

importancia de la conservación y reforestación de las áreas ganaderas para prevenir la acción nociva de los rayos solares y las altas temperaturas características de nuestro territorio.

Las prácticas agrícolas convencionales han originado problemas serios debido a la contaminación generada, afectaciones y agotamiento de recursos hídricos, la erosión y pérdida de la fertilidad de los suelos, el empobrecimiento de la diversidad biológica e incluso afectaciones a la salud de las poblaciones por contaminación de los alimentos con sustancias tóxicas, lo cual produce presiones sobre los ecosistemas que soportan esos sistemas de producción, la necesidad creciente de satisfacer las demandas de alimentos de una población que crece, ha conllevado a la búsqueda de soluciones a esos problemas para evitar o mitigar esos impactos negativos mediante la aplicación de prácticas más adecuadas que permitan la conservación de los recursos naturales que sustentan la producción agrícola, surgiendo como una alternativa los sistemas de agricultura sostenibles.

Luego se seleccionaron dos fincas ganaderas pertenecientes a la UBPCA, una con sistema convencional de explotación (deforestada) y la otra con la introducción de las cercas vivas para el silvopastoreo a través del establecimiento de *Gliricidia sepium* por presentar un mejor comportamiento y adaptación en la zona ya que posee características apropiadas para su explotación, bajo condiciones edafoclimáticas caracterizada por suelos pobres y régimen pluviométrico inestable. Además de los beneficios ambientales y su efecto favorable en la economía ganadera.

Para lograr este objetivo nos dimos a la tarea de cumplir con los planes de reforestación de la Unidad, a partir del año 2007, debido a que la mayor parte del área presente en la misma se dedica en lo fundamental al cultivo del arroz y son áreas despobladas casi en su totalidad, estableciendo la especie *Gliricidia sepium* como cercas vivas en estas áreas dedicadas a la producción ganadera.

Varios autores plantean que esta especie tolera una gama amplia de suelos, desde arenas puras hasta vertisoles negros profundos, con un pH de 4 a 7; se ha observado poca supervivencia en terrenos de mal drenaje interno y en suelos extremadamente ácidos y con alto contenido de aluminio. Presenta un desarrollo adecuado a temperaturas entre 20,7 y 29,2°C, pero probablemente reduzca su crecimiento y se defolice si estas son inferiores a 15°C (Simons, 1996); es una planta heliófila, que se afecta cuando existen otras plantas que compiten con ella por la luz.

En la Tabla 3 se muestran los planes de reforestación de la Unidad y su cumplimiento, haciendo énfasis en la cantidad de la especie establecida como cerca viva, así como otras especies sembradas.

Tabla 3. Planes de reforestación de la Unidad y su cumplimiento. Frutales y forestales

Forestales	Año 2007		Año 2008		Año 2009		Año 2010	
	Plan	Real	Plan	Real	Plan	Real	Plan	Real
UBPCA Peralejo	1500	1500	1500	1600	1500	1550	1500	1540
<i>Gliricidia sepium</i>	936	936	850	850	940	940	978	978
Otras Especies	564	564	750	750	710	710	552	552

Desde el año 2007 nos hemos trazado la meta de lograr reforestar las áreas de la UBPCA, cumpliendo los planes establecidos hasta la fecha actual. Según análisis realizados como ya planteamos con anterioridad la especie de mejor comportamiento en estas áreas resultó la *Gliricidia sepium*, la cual presentó mejores características y desarrollo en nuestros suelos arroceros al cual se le han aplicado prácticas de mejoramiento agrícolas para recuperar su fertilidad, disminuida por la preparación intensiva del mismo y la siembra continua de un solo cultivo, que se caracterizan por presentar un mal drenaje interno, una textura arcillosa y se encuentran situado a 20 metros sobre el nivel del mar en una zona relativamente llana donde influye la salinización y la productividad de los mismos es baja.

Luego de realizar las siembras de *Gliricidia sepium* entre los meses de Febrero – Marzo de estos años de estudio, pudimos comprobar que se cumplieron con los planes previstos como se observa en la siguiente tabla.

En la Tabla 4., podemos observar la cantidad de plantas que sobrevivieron después de plantadas, así como la resiembra en cantidad durante los años 2007 al 2010, señalando que no existen diferencias significativas en estos parámetros.

Tabla 4. Supervivencia, número y longitud de *Gliricidia sepium* después de plantadas.

Años	Supervivencia. (No.)	%	Resiembra (No.)	%
2007	674	72	262	28
2008	646	76	204	24
2009	715	75	235	25
2010	734	74	244	26

Para el establecimiento de la especie se tuvo en cuenta el diseño, la selección del material vegetal, el trazado, el hoyado y siembra. El diseño consistió en la delimitación previa de la cerca viva a partir de las condiciones del área. Además de seleccionar con anterioridad el área tanto para el sistema extensivo como para el intensivo, el cual con el establecimiento de la cerca viva quedó delimitada en 8 cuartones con una misma área de 100x168 metros para un área total de 400 metros de largo por 336 de ancho, donde se establecieron 1440 plantas/año.

Tabla 5. Tipos de Sistemas de producción ganadera empleados, cantidad de animales, cuartones y área de pasto.

Años	Tipo de sistema	Cantidad de animales	Área promedio de pasto (ha)	Cuartones
2007	Extensivo	10	13.42	1
	Intensivo con Cercas vivas	25	13.42	8
2008	Extensivo	20	26.84	2
	Intensivo con Cercas vivas	50	26.84	16
2009	Extensivo	30	40.26	3
	Intensivo con Cercas vivas	75	40.26	24
2010	Extensivo	40	53.68	4
	Intensivo con Cercas vivas	100	53.68	32

En la tabla 6 observamos que las cercas vivas estudiadas, se caracterizan porque la longitud del tallo osciló entre 2.00 y 6.98 m de altura hasta la fecha actual, las mediciones fueron realizadas con una regla de madera de 1 metro.

Tabla 6. Crecimiento en altura de la especie *Gliricidia sepium* (distanciamiento de plantación: 2 m).

Altura (m)			
2007	2008	2009	2010
2,07	3,88	4.55	5.90
2,40	5,90	6.32	6.50
2,29	3,52	5.90	6.75
2,27	4,58	6.20	6.98
2,49	3,81	4.55	5.88
2,53	2,76	5.06	6.03
2,84	3,31	4.88	6.10
2,51	2.40	3.99	6.00
2,10	3.00	4.60	6.45
2.33	3.06	5.03	6.70
2,00	3.75	5.46	6.75
2,57	4,46	5.10	6.62

El comportamiento general de la especie fue satisfactorio, a pesar de que nuestro Municipio ha sufrido una fuerte y prolongada sequía, que influyó negativamente en el crecimiento de los árboles. No obstante, poco a poco se ha recuperado el ambiente forestal perdido. Pero no se trata sólo de destacar el aspecto meramente productivo y económico, lo cual tiene importancia justificada, sino también de conocer el impacto ecológico en la sostenibilidad de los sistemas intensivos con el establecimiento de cercas vivas y los cambios positivos que se han producido a nivel de la finca, los cuales son hoy día apreciables.

En la finca se ha podido estudiar, además de la interacción animal-árbol, la influencia de la dinámica de crecimiento de la especie arbórea sobre los pastos y

el incremento en peso de los animales. Los análisis estadísticos demostraron que en tres años de estudio (2007-2010), el desarrollo de *Gliricidia sepium* no provocó diferencias significativas en los rendimientos de los pastos, ni en el incremento de peso de los animales. En cambio varios autores plantean que en un tiempo mayor de cuatro a seis años, esta influencia es marcadamente apreciable ya que se han obtenido producciones de pastos (peso húmedo) de 20 ton/ha, y con una carga de 11 animales/ha lográndose obtener una ganancia en peso de hasta 70 g/día, lo que representa una producción de carne de 276 kg/ha/año.

Los resultados en los primeros tres años de estudio han mostrado, de forma preliminar, que las metas iniciales son alcanzables. La recuperación del equilibrio ecológico quedó demostrada al ser posible elevar el número de animales en la UBPCA, así como el incremento de peso por animal en el sistema con cercas vivas, según se puede observar en las tablas 7 y 8 respectivamente.

Tabla 7. Comportamiento del peso vivo (kg) del ganado bovino de ceba, raza M/Cebú en el sistema extensivo de explotación.

Años	Número de animales	Peso (Kg.) Promedio por animal		Incremento por animal Diario (g)
		Inicial	Final	
2007	10	156,4	309,8	254
2008	20	131,6	374,9	265
2009	30	148,9	334,5	242
2010	40	156.08	365.05	200

Tabla 8. Comportamiento del peso vivo (kg) del ganado bovino de ceba, raza M/Cebú en el sistema con cercas vivas.

Años	Número de animales	Peso (Kg.) Promedio por animal		Incremento por animal Diario (g)
		Inicial	Final	
2007	25	156,4	309,8	484
2008	50	131,6	374,9	461
2009	75	148,9	334,5	449
2010	100	156.08	365.05	500

Con relación al peso de los animales se pudo comprobar que con el establecimiento de las cercas vivas estos pueden ganar más en incremento de peso diario por animal que en la forma convencional de explotación. La aplicación de las técnicas silvopastoriles ha permitido, en primer lugar, frenar los procesos degradativos que tenían lugar anteriormente sobre: la vegetación, el suelo, los recursos hídricos y la fauna, entre otros. Actualmente se evidencia en el terreno, la mejoría experimentada en el microclima por la restitución de los árboles, tanto en la faja forestal como en el área de pastizales. En esta última se han establecido árboles forestales, que regulan los vientos, disminuyen la evapotranspiración, protegen el suelo y proporcionan sombra y alimento a los animales. En el área de pastizales se ha elevado el contenido de materia orgánica.

4.3. Programa de manejo eficiente encaminado en el impacto de la sostenibilidad de la rama ganadera en la UBPCA “Peralejo”.

A partir del establecimiento de especies arbóreas en las áreas ganaderas se realizó un programa de capacitación para los trabajadores y dirigentes de la UBPCA Peralejo que permitió elevar el nivel de comprensión de los mismos hacia

las actividades que deben desarrollar cada uno de estos actores y las acciones a tomar con vistas a:

- Disminuir el escurrimiento superficial y la erosión.
- Incrementar la producción de carne por unidad de superficie.
- Obtener del bosque producciones diversificadas y sostenibles.
- Mejorar el microclima local.
- Incrementar la fauna silvestre.
- Recuperar y proteger el ambiente, con énfasis en los suelos y el agua.

Se desarrolla un programa de manejo a partir del impacto de la utilización de especies arbóreas en la sostenibilidad de la rama ganadera en la UBPCA., dando a conocer:

I- Valor nutritivo

El follaje de los árboles y arbustos forrajeros presenta altos contenidos de nutrientes; *G. sepium*, en algunos casos, puede tener un mayor contenido de proteína que otras especies arbóreas, incluyendo la leucaena (tabla 9).

Tabla 9. Por ciento de proteína en el follaje de algunas arbóreas forrajeras.

Especie	Proteína (%)	Fuente
<i>Gliricidia sepium</i>	20,0 a 27,0	Otárola (1995)
<i>Leucaena leucocephala</i>	22,8 a 23,4	Cáceres y González (1996)

Los terneros que recibieron el 5 % de suplemento arbóreo ganaron más peso (634 g/día) que aquellos que consumieron el 3 % (417 g/día) (Gómez et al., 1995).

En otras especies de animales como las aves, al adicionar piñón cubano a la dieta base se observó en los huevos una buena pigmentación de la yema (Pérez-Domínguez, 1989).

II- Aporte de sombra y refugio (efecto microclima)

Las condiciones climáticas afectan al animal, pudiendo ser éstas negativas (concepto de estrés) disminuyendo la eficiencia productiva.

Las temperaturas extremas y sus variaciones bruscas son las que más daño producen al animal, siendo la combinación de alta temperatura y humedad la más perjudicial.

La estructura arbórea modifica el microclima, influyendo sobre el ganado en forma positiva. Con buena estructura arbórea, para sombra, y con un manejo adecuado, se puede lograr:

- Mayor aumento de peso (del rodeo en general).
- Mayor producción de leche.
- Mayor porcentaje de parición (por un porcentaje mayor de celos o de preñez).
- Mayor eficiencia de los toros.
- Mayor peso de ternero al destete.

Con sombra se puede "ganar" en verano (o sea, en 3 meses) hasta 25 kg de carne por vaca. El efecto de la sombra es más importante en las explotaciones de cría porque los terneros y las vacas preñadas son más sensibles a los factores climáticos adversos.

Las diferentes razas, y el producto de sus cruces, tienen distinta respuesta al calor pero todas se benefician con la sombra en mayor o en menor grado. Las ventajas de la sombra disminuyen en forma apreciable si el animal no tiene forraje y agua en el lugar sombreado o cerca de él. Desde este punto de vista, la disposición

ideal es tener abundantes árboles dispersos o pequeñas isletas distribuidas en todo el potrero.

III- Efecto sobre el forraje herbáceo

- Mejora la calidad de los forrajes, conservando valores altos de proteína en invierno, esto permite aumentar la ganancia de peso de los animales durante los períodos críticos en hasta 0,5 kg animal/día.
- Puede aumentar la cantidad total de forraje herbáceo dependiendo de los valores de la densidad arbórea y de la cobertura de copa, de las especies forrajeras, de la condición del pastizal y de la región analizada.
- Estabiliza la producción forrajera, especialmente cuando se produce sequía. Esto permite un mejor manejo y un aumento de la eficiencia ganadera.

IV- Aporte de material para la infraestructura

Los costos en la infraestructura inciden en forma decisiva en las empresas ganaderas, calculándose que sólo el capital en alambrados de un establecimiento ganadero típico representa el 60 % del capital normal de mejoras. Estos costos se pueden disminuir notablemente con el aprovechamiento de las especies arbóreas. La instalación de un alambrado utilizando postes y varillas del lugar cuesta sólo el 50 % de un alambrado construido con maderas de otras zonas.

Otro aporte muy importante de los árboles a la infraestructura de un establecimiento ganadero, es la provisión de madera.

La clave de un buen manejo silvopastoril consiste en poder controlar la carga animal, o sea, decidir en qué momento y en qué lugar pueden pastorear y/o ramonear, y en qué momento y lugar no.

Estos momentos están determinados por la "reserva de energía" que tengan las gramíneas o forrajeras perennes. Si el verano anterior fue generoso en lluvias y el pastoreo fue el apropiado, las gramíneas llegarán a la primavera con buenas reservas de energía, localizadas en las raíces de las mismas. Se debe evitar el

pastoreo de primavera ya que es muy perjudicial, especialmente si se presenta una sequía en dicho período.

Se debe manejar con alambre o cerco de cualquier tipo o, si el campo es grande, se puede regular la carga animal abriendo o cerrando aguadas o usando atractivos como la sal.

Manejar el rebrote puede ser muy beneficioso, ya que puede dar productos forestales de mejor valor y en menor tiempo que árboles de semilla. Piense nuevamente en la energía: si se dejan pocas ramas de rebrote, se concentra allí y éstas crecen más rápido.

La asociación de árboles y pastos, como generalidad, presenta una distribución espacial y densidades que varían de 10-50 árboles/ha, que representan un potencial económico por los productos que pueden aportar (madera para aserrío, leña, etc). Además constituyen una fuente alternativa de alimentos para diferentes especies de animales, y cumplen funciones ecológicas al proteger al suelo de la erosión, al conservar su humedad y al disminuir la evapotranspiración de las plantas.

5. CONCLUSIONES

Con la realización de este trabajo arribamos a las siguientes conclusiones:

- La bibliografía consultada nos permitió conocer los beneficios sociales, económicos y ambientales que nos ofrece el establecimiento de las cercas vivas.
- La especie *Gliricidia sepium* es de mejor adaptación en la UBPCA Peralejo.
- Se incrementa la conversión alimenticia, al usar el animal menos energía para la disipación del calor excesivo. Esto trae como consecuencia, una mejor productividad en kg y en incremento en peso diario en gramos.
- El nivel de aceptación en la Unidad ha crecido, al conocer las ventajas de la utilización de especies arbóreas como cercas vivas

6. RECOMENDACIONES

Recomendamos seguir trabajando en la:

- Búsqueda de nuevas alternativas para la ganadería vacuna en la UBPCA Peralejo.
- Generalización de la experiencia a otras unidades del territorio.
- Continuar con la realización de los estudios que nos permitan evaluar la influencia de *Gliricidia sepium* en la ganadería vacuna de la UBPCA.

7. BIBLIOGRAFÍA

- & Ariaga, E. S. (1997): Availability and Role of Multipurpose Trees and Shrubs in Sustainable Agriculture in Kenya. *Journal of Sustainable Agriculture*, 10 (2 y 3): 25-35.
- & Ayuk, E. (1997): Adoption of agroforestry techniques; the case of live hedges in the Central Plateau of Burkina Faso. *Agricultural Systems*, 54 (2): 189-206.
- & Benavides, J., 1994. La investigación en árboles forrajeros. In: Benavides, J. (Ed.). *Árboles y Arbustos en América Central*. Informe Técnico no 236. C.R., Turrialba, CATIE. p. 3-28
- & Brown, S.; Lugo, A.E.; Iverson, L.R. 1992. Processes and lands for sequestering carbon in the tropical forest landscapes. In Wisniewski j. y Lugo A.E. (eds.), 1992. *Natural sinks of CO2. Water, air and soil pollution* 64: 139155.
- & Budowski, G. (1990): Home gardens in tropical America, a review. *Tropical home gardens*. Selected paper from an international workshop held in Bandung. The United Nations University. Tokyo, 8 pp.
- & Budowski, G. 1993. The scope and potential of agroforestry in Central America. *Agroforestry Systems* 23: 121-131.
- & Burel, F., 1996. Hedgerows and their role in agricultural landscapes. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 15(2), 169-190.
- & Camero, A., Camargo, J.C., Ibrahim, M, Schlönvoigt, A. 2000. Agroforestería y sistemas de producción animal en América Central. In: *Intensificación de la ganadería en Centroamérica: beneficios económicos y ambientales*. Pomareda, C., Steinfeld, H. (eds.), CATIE, FAO, SIDE. Turrialba, Costa Rica. pp. 177-198. Casasola, F. 2000. Productividad de los sistemas silvopastoriles tradicionales en Moropotente Estelí, Nicacagua. 35 p. (In press).

- & Cerri, C. C., B. Volkoff, and F. Andreaux. 1991. Nature and behavior of organic matter in soils under natural forest, and after deforestation, burning and cultivation, near Manaus. *Forest Ecology and Management* 38:247-257.
- & Cole, C.V. K. Paustian, E.T. Elliott, A.K. Metherell, D.S. Ojima, W.J. Parton. 1993: Analysis of agroecosystems carbon pools. *Water, Air and Soil Pollution*, 70, 357-371
- & Crane, J. C. (1945): Living fence posts in Cuba. *Agriculture of the Americas*, 5 (2): 34-35.
- & Dixon, R.K., 1995. Agroforestry Systems: sources or sinks of greenhouse gases? *Agroforestry Systems* 31, 99-116
- & Esquivel, J. Ibrahim, M., Jiménez, F., Pezo, D. 1998. Distribución de Nutrientes en el suelo en asociaciones de poró (*Erythrina berteroana*), madero negro (*Gliricidia sepium*) o *Arachis pintoi* con *Brachiaria brizantha*. *Agroforestería en las Américas*, Vol. 5 no. 17-18 39-43.
- & Fearnside, P.M.; barbosa, r. 1998. Soil carbon changes from conversion of forest to pasture in brazilian amazonia. *Forest ecology and management* 108: 147-166.
- & Fisher, M.J.; Rao, I.M.; Ayarza, M.A.; Lascano, C.E.; Sanz, J.I.; Thomas, J.R.; Vera, R.R. 1994. Carbon storage by introduced deep rooted grasses in the South American savannas. *Nature* 371: 236-238.
- & Fitter, A.H., Graves, J.D., Wolfenden, J., Self, G.K., Brown, T.K., Bogie, D. and Mansfield, T.A. 1997. Root production and turnover and carbon budgets of two contrasting grasslands under ambient and elevated atmospheric carbon dioxide concentrations. *New Phytologist* 137: 247-255
- & Glover, N. (ed.) 1989. *Gliricidia production and use*. Nitrogen Fixing Tree Association - NFTA, Waimanalo, USA Turrialba.
- & Harvey, C.A., Haber, W.A., Mejias, F., Solano, R., 1998. Remnant trees in Costa Rican pastures. *Tools for conservation? Agroforestry Trees* July-Sept. 1998, 7-9.
- & Harvey, C. and Haber W., 1999. Remnant trees and the conservation of biodiversity in Costa Rican pastures. *Agroforestry Systems*, vol. 44, pp. 37 - 68. Harvey, C., Haber, W.A., Mejías, F., Solano, R. 1998. Remnant trees

in Costa Rican pastures. Tools for conservation? *Agroforestry Trees*, July-September. pp. 7-9

- & Harvey, C. 2000. Windbreaks enhance seed dispersal into agricultural landscapes in Monteverde, Costa Rica. *Ecological Applications* 10, p. 155-173.
- & Hernández, I. 1998. Conferencia. Usos y ventajas de los sistemas silvopastoriles y su impacto en el ecosistema. Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey". Matanzas. Cuba p.3.
- & Holman, F.; Romero, F.; Montenegro, J.; Chana, C.; Oviedo, E. y Baños, A. 1992. Rentabilidad de los sistemas silvopastoriles con pequeños productores de leche en Costa Rica: primera aproximación. *Turrialba* 42: 79-89.
- & Ibrahim, M., Abarca, S., Flores, O. 2000 a. Geographical Synthesis of Data on Costa Rica Pastures and Their potential for Improvement. Quantifying Sustainable Development. The Future of Tropical Economies. Edite en Hall C. Academic Press. (U.S.A.) 423.448p.
- & Ibrahim, M, Schlonvoigt, A. Camargo, J.C. and Souza, M. 2001. Multi-strata silvopastoral systems for increasing productivity and conservation of natural resources in Central America. Proyecto LEAD/CATIE.
- & Ibrahim, M., A. Camero, J. Camargo y H. Andrade. 2003. Sistemas Silvopastoriles en América Central. Experiencias de CATIE. Internet.
- & Lee, J.; Dodson, R. 1996. Potential carbon sequestration by afforestation of pasture in the south-central United States. *Agronomy journal* 88: 381-381
- & Leeuwen ACJ van, Hofsted AM (1995) Forests, trees and farming in the Atlantic Zone of Costa Rica; an evaluation of the current and future integration of trees and forests in farming systems in the Atlantic Zone of Costa Rica. CATIE, Guápiles, Costa Rica (Serie Técnica-Informe Técnico/ CATIE, n. 257)
- & Lugo, A.E. and Brown, S. 1993, 'Management of tropical soils as sinks or sources of atmospheric carbon', *Plant Soil* 149, 27-41
- & Nair, P.K.R., Kang, B.T., Kass, D.C.L. 1995. Nutrient cycling and soil erosion control in agroforestry systems. In: *Agriculture and environment: bridging*

- food production and environmental protection in developing countries. Juo, A.S.R. (ed.), ASA Special Publication No. 60, pp. 117-138
- & Louppe, D. y H. Yossi (1999): Les haies vives défensives en zones sèches et subhumides d' Afrique de l'Ouest. Atelier Jachères. Dakar, 75 pp.
 - & Molano, J. G., M. P. Quiceno y C. Roa (2004): El papel de las cercas vivas en un sistema agropecuario en el Piedemonte Llanero. http://www.fao.org/documents/show_cdr
 - & Ordetx, G. S. (1968): Flora apícola de la América Tropical. Instituto del Libro. La Habana, 334 pp.
 - & Pérez, C. (1989): Postes vivos, cercas productivas. Ed. CIDA. La Habana, 40 pp.
 - & Pezo, D.A., Romero, F. e Ibrahim, M. 1992. Producción, manejo y utilización de los pastos tropicales para la producción de leche y carne. *In*: Fernández-Baca, S. (ed.). Avances en la producción de leche y carne en el Trópico Americano. FAO, Santiago, Chile. pp. 47-98.
 - & Renda, A., E. Calzadilla, M. Jiménez, J. Sánchez (1997): La agroforestería en Cuba. Red Latinoamericana de Cooperación Técnica en Sistemas Agroforestales. Dirección de Recursos Forestales, FAO, Roma. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Santiago de Chile, 64 pp.
 - & Rhoades C. Eckert G. and Coleman D. 1998. Effect of pasture trees on soil nitrogen and organic matter: Implications for tropical Montane Forest Restoration. *Restoration ecology* 6 (3): 262 - 270.
 - & Riesco, A. 1992. La ganadería bovina en el trópico americano: Situación actual y perspectivas. *In*: S. Fernández-Baca (ed.). Avances en la Producción de Leche y Carne en el Trópico Americano. FAO, Oficina Regional para América Latina y el Caribe. Santiago, Chile. p. 13-46.
 - & Roig, J. T. (1962): Diccionario Botánico de Nombres Vulgares Cubanos. Tercera Edición. Tomo II. Ed. INRA. La Habana, 533 pp.
 - & Romero, F.; Montenegro, J.; Chana, C.; Pezo, D. y Borel, R. 1993. Cercas vivas y bancos de proteína de *Erythrina berteroana* manejados para la producción de biomasa comestible en el trópico húmedo de Costa Rica. *In*:

- S.B. Westley y M. H. Powell (Eds.). *Erythrina* in the New and Old Worlds. NFTA, Paia, Hawaii, USA. p. 205-210.
- & Russo, R.O. 1990. Evaluating *Alnus acuminata* as a component in agroforestry systems. *Agroforestry Systems* 10, pp. 241-252
 - & Souza de Abreu., Ibrahim, M., Harvey, C. and Jiménez, F., 2000. Caracterización del componente arbóreo en los sistemas ganaderos de La Fortuna de San Carlos, Costa Rica. *Agroforestería en las Américas*, vol 7 no 26: 53 - 56.
 - & Stevens, J. (1994): El seto. *Naturopa*, 76: 20-21.
 - & Turcios, W.R. 1995. Producción y valoración económica del componente hídrico y forestal de los robledales de altura bajo intervenciones silviculturales. M.Sc.-Thesis, CATIE, Turrialba, Costa Rica. 80 p.
 - & Van Dam, D.; Veldkamp, E.; Van Breemen, N. 1997. Soil organic carbon dynamics: variability with depth in forested and deforested soils under pasture in Costa Rica. *Biogeochemistry* 39: 343-375
 - & Velasco, J.A., 1998. Productividad forrajera, aporte de fósforo foliar y dinámica de los hongos endomicorrízicos y lombrices, en una pradera de *Brachiaria humidicola* sola y en asocio con *Acacia mangium*. Tesis M.Sc., CATIE, Turrialba, C.R.
 - & Veldkamp, E., 1993. Soil organic carbon dynamics in pastures established after deforestation in the humid tropics of Costa Rica. Tesis Ph.D., Universidad de Wageningen, NL
 - & Winjum, J.K., Dixon, R.K., Schroeder, P.E. 1992. Estimating the global potential of forest and agroforest management practices to sequester carbon. *Water, Air and Soil Pollution* 64: 213-227