

Análisis del efecto bioeconómico de la inclusión de cultivos de ciclo corto como integración al sistema de producción lechera

Servando Soto Senra, Raúl Guevara Viera, Jorge Estévez Alfayate y Guillermo Guevara Viera

Centro de Estudios para el Desarrollo de la Producción Animal (CEDEPA), Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Camagüey

RESUMEN

Se evaluó las posibilidades bioeconómicas de integración de cultivos de ciclo corto (*Vigna sinensis*, *Sorghum vulgare* y *Sesamum indicum*) a *Leucaena leucocephala*, dentro de un sistema de producción ganadera, en el área experimental del Centro de Estudios para el Desarrollo de la Producción Animal, de la Universidad de Camagüey Cuba. Se simuló una finca productora de leche con un área de pastoreo de 100 ha y una carga de 1,2 unidades de ganado mayor/ha, en la que se sembraron 30 hectáreas con *Leucaena leucocephala* cv Perú. Los tratamientos estudiados fueron: vigna + leucaena, sorgo + leucaena, ajonjolí + leucaena y control (leucaena). Se realizaron balances forrajeros incluyendo los rendimientos del pasto, leucaena y los granos de cultivos intercalados. Se determinó el aporte potencial de energía y proteína de cada tratamiento. Se aplicó análisis de presupuesto parcial para calcular el cambio neto de utilidades en cada tratamiento. Se estimaron los beneficios sociales y ambientales resultantes de la aplicación de los tratamientos. Cuando se emplearon los granos para suplementar al grupo de animales afectados directamente por el establecimiento de leucaena, se logró cubrir las necesidades de materia seca en un 48,2 ; 40,1 y 32,0 % para vigna, sorgo y ajonjolí, respectivamente; de igual manera resultó significativo el aporte de proteína (0,74, 0,55, y 1,21 t/ha) y energía metabolizable (6 646,6; 6 138,4 y 7 580,2 Mcal/ha) para los tres tratamientos en el mismo orden. El cambio neto de utilidades determinó ventajas económicas para las tres variantes analizadas: vigna: \$ 7 087,80, sorgo: \$ 6 088,26 y ajonjolí: \$ 11 194,88. Estos cultivos aportan beneficios ambientales y sociales.

Palabras claves: *Leucaena*, cultivos de ciclo corto, balance forrajero

Bioeconomic Effect of Short-Cycle Cultures upon a *Leucaena leucocephala* Area in Dairy Production System

ABSTRACT

Bioeconomic possibilities by integrating short-cycle cultures (*Vigna sinensis*, *Sorghum vulgare*, and *Sesamum indicum*) into a *Leucaena leucocephala* area were evaluated in a livestock production system established on an experimental farm from the Study Center for Animal Production Development affiliated to Camagüey University, Cuba. A simulation of a dairy farm comprising a 100 ha grazing ground and 1,2 cattle heads/ha was performed. In this area, 30 ha were sown with *Leucaena leucocephala* vs. Peru. Treatments assessed were *Vigna sinensis* + *Leucaena leucocephala*, *Sorghum vulgare* + *Leucaena leucocephala*, *Sesamum indicum* + *Leucaena leucocephala*, and *Leucaena leucocephala* (control treatment). Forage balances including yields of pasture, *Leucaena leucocephala*, and grains from the intercalated cultures were performed. Potential energy and protein supply was determined. Utility net changes per treatment were estimated through a partial budget analysis. Social and environmental benefits due to the treatments application were also estimated. It was proved that these grains supplementation to cattle directly affected by *Leucaena leucocephala* as an only feeding source was profitable in satisfying dry matter needs in 48,2 %, 40,1 %, and 32,0 % for *Vigna sinensis*, *Sorghum vulgare*, and *Sesamum indicum*, respectively. Besides, protein (0,74 t/ha, 0,55 t/ha, and 1,21 t/ha) and metabolical energy (6 646,6 Mcal/ha, 6 138,4 Mcal/ha, and 7 580,2 Mcal/ha) supply reached significant values for the three treatments in order already mentioned. Utility net changes reported economic advantages for the three assessed culture variantes, i.e., \$7 087,80 for *Vigna sinensis*, \$6 088,26 for *Sorghum vulgare*, and \$11 194,88 for *Sesamum indicum*. Hence, these short-cycle cultures are translated into social and environmental benefits.

Key Words: *Leucaena*, short-cycle cultures, forage balance

INTRODUCCIÓN

El establecimiento de sistemas silvopastoriles (en toda o una parte del área) o bancos de proteínas, implica gastos importantes, independientemente del volumen de área destinada a estos fines y el tiempo que se emplee; además de los recursos

que se necesitan y el tiempo que permanece la tierra sin explotación. Lo anterior trae como consecuencia, en muchas ocasiones, cierto rechazo por parte de los productores, toda vez que frecuentemente, dada la especialización de la producción, su mentalidad sea mayormente monoproductiva.

La necesidad de incorporar nitrógeno a los ecosistemas ganaderos, tiene entre sus respuestas la utilización de leguminosas, para cuyo establecimiento es necesario incurrir en gastos sensibles cuando se lleva a efecto en condiciones comerciales, por lo que existe la posibilidad de hacer más viable este proceso a partir de cultivos acompañantes (Soto, 2006).

Los sistemas a base de policultivos han adquirido gran relevancia en los últimos años. Esto se debe a que: por un lado, mundialmente se está registrando una acelerada pérdida de fertilidad de los suelos y, por el otro, existe una sentida necesidad por parte de los productores de disminuir los costos de producción. La realización de un proceso eficaz, desde el punto de vista productivo (altos rendimientos y óptima calidad) y desde el punto de vista económico (bajos costos), depende de la forma en que conjuguen y utilicen todos los elementos del proceso productivo (Portal *et al.*, 1987; Guevara y Guevara, 2003; Soto *et al.*; 2006).

Por todo lo anteriormente planteado, se propuso como objetivo de este trabajo evaluar las posibilidades bioeconómicas de integración de cultivos de ciclo corto (*Sesamum indicum*, *Sorghum vulgare* y *Vigna sinensis*) a *Leucaena leucocephala*, dentro de un sistema de producción ganadera.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se analizó el efecto bioeconómico del empleo de los cultivos ajonjolí (*Sesamus indicum*), sorgo de grano cv INIA Dorado (*Sorghum vulgare*) y frijol carita negro (*Vigna sinensis*), como cultivos de cobertura durante el establecimiento de leucaena. Para ello se simuló el caso de una finca productora de leche con un área de pastoreo de 100 ha y una carga de 1,2 unidades de ganado mayor (UGM/ha), en la que se sembraron 30 hectáreas con *Leucaena leucocephala* cv Perú.

Los animales afectados por la siembra de leucaena se determinaron de acuerdo con la carga animal de la unidad y el área afectada. A partir de estos datos se hicieron los cálculos de necesidades de forraje para 36 UGM sobre la base de 15 kg de materia seca (MS)/UGM/día para un período de 365 días.

Se tomaron en cuenta los siguientes aspectos:

– Balances forrajeros para la integración de los cultivos de ciclo corto a leucaena, siguiendo un método utilizado por Guevara (1999), que considera un 60 % de aprovechamiento del forraje e

incluye la producción de grano y su equivalente en forraje, para lo cual se consideró un forraje estándar de 25 % de materia seca y la materia seca del grano en cada caso, la que se dividió entre 25, para establecer el equivalente de forraje del grano cosechado como su aporte al balance forrajero. La materia seca de los granos fue de 90 % para vigna y sorgo y 93 % para ajonjolí, lo cual en el valor de conversión de vigna y de sorgo representa 3,6 veces el valor de MS del pasto, y en ajonjolí el 3,7 (NRC, 1996).

– Los rendimientos de los cultivos intercalados son los informados por Soto *et al.* (2006), donde ajonjolí produjo 0,95 t, sorgo 1,22 t y vigna 1,48 t.

– NRC (1996) refiere los siguientes valores: para vigna, energía metabolizable (EM): 1,83 Mcal/kg MS y proteína bruta: 15 %, el sorgo presenta EM: 2,01 Mcal/kg MS y PB: 7 %; el ajonjolí tiene EM: 2,20 Mcal/kg MS y PB: 55 %. Cáceres y González señalan para leucaena valores de EM: 1,94 Mcal/kg MS, PB: 243 g/kg y MS: 25 %.

– Análisis de presupuesto parcial: para determinar el cambio neto de utilidades por hectárea según el forraje producido en las variantes tecnológicas evaluadas, para lo cual se utilizó el programa INVERFINCA (2002):

$CNU = (\text{ingresos totales por tecnología} + \text{Costos evitados por la tecnología}) - (\text{Ingresos perdidos por tecnología} + \text{Costo de la tecnología propuesta})$

– Se utilizó un valor de \$ 165,00 la t de forraje de leucaena en base a seca (MINAGRI, 2000), y el valor de venta del kilogramo de grano fue de \$ 12,00 para ajonjolí y de \$ 5,00 para sorgo y vigna.

– Se analizaron las potencialidades en distintos servicios ambientales y sociales para las diferentes variantes tecnológicas utilizadas como fueron:

El aporte potencial de aceite: se calculó tomando en consideración el valor medio de 34 % de aceite en base seca, informado por el NRC (1996) para el ajonjolí.

Secuestro de carbono: se calculó de acuerdo a la fórmula planteada por Pomareda (1999):

Por ciento (%) de carbono secuestrado = volumen de rendimiento (t/MS/ha) x 0,48 %
Donde: 0,48 %: es el valor del carbono (X) en la biomasa semileñosa.

Control de erosión: considerando su potencial a partir de la inclusión de un cultivo entre las hileras de leucaena y su incidencia como cobertura vegetal en la protección del suelo (Pound, 2004).

Biodiversidad: En la biodiversidad se estima su potencial por la incorporación de otro cultivo con relación a leucaena (Valenciaga y Mora, 2002).

Incrementos de ingresos al sistema de producción: los calculados para los cultivos intercalados por su producción de granos.

Tiempo necesario al establecimiento: basado en el criterio de altura que se estimó como 2 m para llegar al establecimiento en leucaena y el tiempo que demora para alcanzar esta altura de acuerdo al tratamiento.

Tiempo dedicado al control de malezas: teniendo en cuenta que para el ajonjolí y el sorgo solo

se necesitó una limpieza, para la vigna tres y el control tuvo necesidad de 2 limpiezas con frecuencias mensuales.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el caso de leucaena, su versatilidad ya comprobada la convierte en una opción muy económica para la ganadería cubana, demostrada en los resultados que se han alcanzado a nivel comercial (Simón, 2000; Hernández *et al.*, 2001; Iglesias, 2003) para la producción de leche y también para los rebaños en ceba. Sin embargo, durante el período de establecimiento de leucaena es afectada una parte del área total destinada al pastoreo, es decir, el área seleccionada para la siembra y desarrollo de esta leguminosa, cuestión esta que influye directamente en la masa animal respecto a la disponibilidad de biomasa, por el incremento de la carga instantánea y la presión de pastoreo y al mismo tiempo pudiera determinar una sobreexplotación de los pastos del resto de las áreas.

A partir de esta situación es posible valorar el papel que pueden desempeñar las producciones de granos obtenidas con los cultivos acompañantes —para cualquiera de las variantes en análisis— como alternativas para contrarrestar en cierta medida la disminución en la disponibilidad de alimentos para la suplementación del grupo de animales afectados directamente.

En la Tabla 1 se pueden apreciar los resultados obtenidos para la variante leucaena + ajonjolí, donde se calculó el aporte forrajero.

Indudablemente los rendimientos en granos calculados por su conversión a forraje, incrementan de forma sensible los aportes de forraje, coincidente con los resultados obtenidos en el tratamiento leucaena + sorgo (Tabla 2).

Autores como León y Angulo (1989) plantean que el sorgo, entre otros productos, puede constituir alternativa nutritiva económicamente viable en la elaboración de concentrados para la alimentación de bovinos y otras especies y que

Tabla 1. Aporte forrajero para la integración de cultivos de ciclo corto en la siembra de leucaena cv. Perú en una finca comercial (tratamiento leucaena + ajonjolí)

Indicadores	Pastizal nativo	Leucaena	Ajonjolí	Total
Área (ha)	62,61	31,33	18,79	93,94
Rendimientos de forraje (t MS/ha)	10,00	2,83	-	-
Rendimientos de granos como forraje (t MS/ha)	-	-	3,52	-
Utilización del forraje (%)	60,00	60,00	95,00	-
Forraje utilizado (t MS/ha)	6,00	1,70	3,34	-
Forraje total utilizado (t MS)	376,00	54,00	63,00	493,00

Tabla 2. Aporte forrajero para la integración de cultivos de ciclo corto en la siembra de leucaena cv. Perú en una finca comercial (tratamiento leucaena + sorgo)

Indicadores	Pastizal nativo	Leucaena	Sorgo	Total
Área (ha)	62,61	31,33	18,79	93,94
Rendimientos de forraje (t MS/ha)	10,00	1,90	-	-
Rendimientos de granos como forraje (t MS/ha)	-	-	4,40	-
Utilización del forraje (%)	60,00	60,00	95,00	-
Forraje utilizado (t MS/ha)	6,00	1,14	4,18	-
Forraje total utilizado (t MS)	376,00	36,00	79,00	491,00

es un cereal de utilización corriente en Venezuela.

De igual manera, para el caso del tratamiento de leucaena + vigna (Tabla 3) la producción de forraje fue significativamente alta con el aporte del grano.

Vigna tuvo un adecuado rendimiento en grano; de hecho fue el mejor resultado en el indicador forraje total utilizado. Resultados análogos informan para condiciones muy similares de cultivo combinado, Rivas (1997) en Colombia y Costa Rica, González (2001) para cultivos en contornos de leucaena + maíz + frijoles en Filipinas y para Cuba por Reyes *et al.* (2000) en vigna intercalada entre hileras de leucaena.

Es importante señalar que la producción de forraje de leucaena (Tabla 4) no alcanza niveles importantes que permitan contribuir de modo sensible al aporte de materia seca, lo que es lógico en relación al nivel de desarrollo de la planta en esta etapa, e induce a pensar en el déficit de forraje y su correspondiente efecto sobre los resultados productivos de los animales. Coincide con lo planteado por Holmann (1997), acerca de las afectaciones que representan para la masa animal en la producción de leche, por estas restricciones.

Un aspecto significativo de los resultados de los tratamientos con respecto al control, es que los rendimientos de leucaena fueron superiores cuan-

Tabla 3. Aporte forrajero para la integración de cultivos de ciclo corto en la siembra de leucaena cv. Perú en una finca comercial (tratamiento leucaena + vigna)

Indicadores	Pastizal nativo	Leucaena	Vigna	Total
Área (ha)	62,61	31,33	18,79	
Rendimientos de forraje (t MS/ha)	10,00	2,03		
Rendimientos de granos como forraje (t MS/ha)			5,33	
Utilización del forraje (%)	60,00	60,00	95,00	
Forraje utilizado (t MS/ha)	6,00	1,30	5,06	
Forraje total utilizado (t MS)	376,00	41,00	95,00	512,00

Tabla 4. Aporte forrajero de la siembra de leucaena cv Perú en una finca comercial (control)

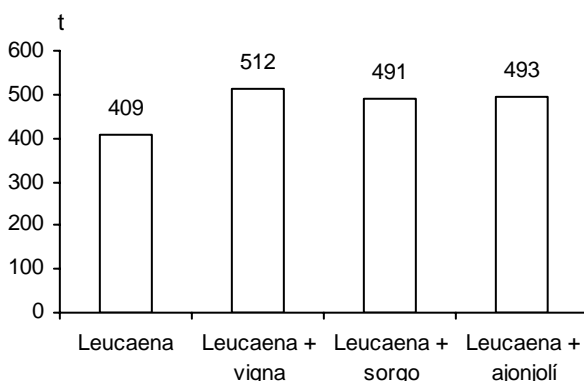
Indicadores	Pastizal nativo	Leucaena	Malezas	Total
Área (ha)	62,61	31,33	18,79	93,94
Rendimientos de forraje (t MS/ha)	10,00	1,74	0,30	
Rendimientos de granos como forraje (t /ha)				
Utilización del forraje (%)	60,00	60,00	25,00	
Forraje utilizado (t MS/ha)	6,00	1,04	0,075	
Forraje total utilizado (t)	376,00	32,00	1,50	409,00

do se incluyeron cultivos de ciclo corto, con los mejores resultados para el tratamiento de leucaena + ajonjolí. Lo anterior confirma la posibilidad —indicada por otros investigadores del área tropical— de incrementar los rendimientos cuando se integran cultivos a pastizales de gramíneas y leguminosas, lo que permite mejorar el abastecimiento de alimentos a la masa animal (Ruiz *et al.*, 2000).

Considerando los aportes de cada tratamiento al balance forrajero en relación al forraje total utilizado (ver Fig.), resulta significativo el efecto de vincular leucaena a cultivos de ciclo corto intercalados, tanto por el aporte de los granos como por el mejoramiento del rendimiento de la leguminosa, lo que se corresponde con lo reportado por algunos autores (Hughes, 1998; Guevara y Guevara, 2003) en relación a los beneficios como alimentos y forrajes y así recuperar la inversión financiera para la siembra.

Una consideración muy interesante, para las tecnologías de leguminosas con cultivos asociados (Tabla 5), es el aporte de forraje que pueden hacer estas plantas a la masa animal afectada en

Forraje total utilizado (t) obtenido del balance forrajero para cada tratamiento



sus áreas de pastoreo por las labores de siembra y establecimiento de la leguminosa, que implica se excluyan del pastoreo esas tierras, se sobrecarguen los potreros restantes, se incremente la carga instantánea y presión de pastoreo y se requiera comprar alimentos extras a la finca, por lo general costosos y que encarecen el establecimiento de las áreas. Por tanto, si se obtiene este volumen de forraje para los animales, se reducen los gastos y ocurre un proceso de integración de los mismos, con vigor de sustentabilidad de la tecnología propuesta, al sistema ganadero que se explota (García Vila y Paretas, 1990; Guevara y Guevara, 2001; Funes y Monzote, 2003).

Independientemente de la producción global de biomasa forrajera por cualquiera de las variantes evaluadas, un aspecto que resulta decisivo es el aprovechamiento por el animal de este volumen de forraje y la calidad expresada en sus porcentajes de PB y EM. Autores como Pound (2004) plantean que el pastoreo directo o el uso del grano por los animales, producen en los cultivos intercalados un valor agregado a corto plazo. Las leguminosas normalmente usadas como cultivo intercalado cuentan con un alto valor nutricional, por su buen contenido proteico y alta digestibilidad. Esas características influyen positivamente en la producción animal.

En la Tabla 6 se puede observar que los valores de PB y energía aportados por cada tratamiento superan inobjetablemente al control sin cultivos. Son alternativas válidas para las áreas forrajeras.

El valor proteico mayor corresponde al ajonjolí con 55 %, después de la extracción de aceite comestible y su contenido energético es relativamente alto (2,2 Mcal/kg/MS), según reporta NRC (1996), coincidente con lo informado por Kinsella *et al.* (1979), quienes plantearon que las tortas de oleaginosas, subproductos de la fabricación del aceite comestible, representan una importante fuente de proteínas, especialmente por las características nutricionales y funcionales que pueden aportar a los alimentos en los cuales son añadidos.

Tabla 5. Aportes de forraje de los cultivos intercalados a los animales afectados directamente por siembra de leucaena (UGM)

Variedades	Aportes de forraje (t)	Nec, Cub. %
Leucaena + ajonjolí	63,0	32,0
Leucaena + sorgo	79,0	40,1
Leucaena + vigna	95,0	48,2
Leucaena	1,5	

Animales afectados: 36; Necesidades de materia seca: 197 t

Por su parte Rivas *et al.* (1981), informan que la torta o harina de ajonjolí sólo se emplea para la alimentación animal y es buena fuente de proteínas con alto contenido de aminoácidos azufrados (metionina). Además, es un grano oleaginoso que requiere muy bajos insumos agrícolas, como cultivo tropical de secano.

La Asociación Naturland (2000) publicó que la torta del prensado contiene entre 40 y 70 % de proteínas y todavía 12 % de grasa, por lo que es un excelente alimento para animales.

Del sorgo se plantea que es uno de los principales cultivos a nivel mundial cuyo destino más importante es el consumo humano y animal (ACAInsumos, 2003); y según el Centro Internacional de Información sobre Cultivos de Cobertura (2003), constituye una excelente provisión de forraje para los animales en temporadas donde normalmente no existe ninguna otra fuente de alimento.

La calidad del sorgo desde el punto de vista nutritivo se confirma además con lo planteado por Romero *et al.* (2000) que mencionan que en muchas regiones de Argentina, con problemas edafoclimáticos, es posible reemplazar el maíz por sorgo (granífero y forrajero). Jaramillo *et al.* (1993) citan que el estudio de la composición química del grano de sorgo ha permitido conocer su riqueza en constituyentes nutritivos básicos para la alimentación humana y animal en proporciones comparables con otros cereales. Gaggiotti (2004),

Tabla 6. Aportes de energía metabolizable (EM) (Mcal/ha) y proteína bruta (PB) (t/ha) en los tratamientos leucaena + cultivos asociados

Cultivos	Leucaena		Cultivo asociado		Aportes totales	
	EM	PB	EM	PB	EM	PB
Leucaena + ajonjolí	5 490,2	0,69	2 090,0	0,52	7 580,2	1,21
Leucaena +sorgo	3 686,0	0,46	2 452,2	0,09	6 138,4	0,55
Leucaena +vigna	3 938,2	0,49	2 708,4	0,225	6 646,6	0,74
Leucaena control	1 435,6	0,18	-	-	1 435,6	0,18

Tabla 7. Análisis del presupuesto parcial (MN) para determinar el cambio neto de utilidades (CNU) según el forraje producido en las variante tecnológicas evaluadas

Variantes tecnológicas	Ingresos/tecnol.	Costos evitados	Costo de la tecnol.	CNU
Leucaena + ajonjolí	11 516,12	116,12	321,24	11 194,88
Leucaena + sorgo	6 413,50	56,06	381,30	6 088,26
Leucaena + vigna	7 400,00	87,18	399,38	7 087,8

clasifica al sorgo como alimento de alto contenido de energía metabolizable (3,2 Mcal/kg MS), como valor fundamental.

Por otra parte vigna, por su condición de leguminosa, tiene probados contenidos nutritivos, particularmente proteína y energía, características destacadas por diversos autores (Álvarez *et al.*, 1996; Reyes *et al.*, 2000; Padilla *et al.*, 2001). Otros autores (Díaz *et al.*, 2001) demostraron las posibilidades agronómicas de las variedades de vinas para la producción de granos, por su posible uso en la alimentación animal; para el caso de los rumiantes incluso se utilizan los residuos de cosecha.

La venta de granos puede ser otra alternativa para paliar los costos del establecimiento de leucaena, e incluso lograr un margen de ganancias; o utilizar estos ingresos para comprar determinado nivel de alimentos para la suplementación de los animales afectados e incluso del total de animales de la unidad.

En el análisis de presupuesto parcial (Tabla 7), el cambio neto de utilidades (CNU, \$) indicó ventajas económicas para la variante leucaena + ajonjolí con un valor superior, partiendo del hecho de la venta potencial del grano y el ahorro de la limpieza y salario por este concepto, en relación con las restantes. Romero *et al.* (2000) toman como ejemplo leucaena + sorgo, y refieren que sus costos de implantación son menores a los de otros cultivos altamente nutritivos como el maíz. Algo similar ocurre con vigna cuyo valor en el CNU (\$) ocupa un lugar intermedio entre ajonjolí y sorgo y se corresponde con lo planteado por Reyes *et al.* (2000), acerca de la viabilidad del intercalamiento del frijol en el establecimiento de los sistemas silvopastoriles.

Estos resultados coinciden con lo planteado por Almillategui *et al.* (1988), Berroteran (1995) y Padilla y Herrera (1997), acerca

de que, con el empleo de cultivos intercalados, se pueden obtener producciones de granos con los cuales se logre un margen de ganancias que contribuya a solventar los gastos de establecimiento del cultivo principal. Estos argumentos coinciden, además, con lo reportado por Simón *et al.* (1998) y Reyes *et al.* (2000), respecto a que la inversión en el fomento y desarrollo del silvopastoreo puede acortarse si la siembra de los árboles se acompaña con cultivos de ciclo corto, pudiéndose lograr un margen de ganancias.

El análisis de algunas potencialidades sobre servicios ambientales y de tipo social de las variantes evaluadas (Tabla 8), indica que los cultivos acompañantes ofrecen servicios adicionales de suma importancia.

Ajonjolí aumenta su valor agregado como cultivo por la posible extracción de aceite comestible, de alto valor nutricional y antioxidante, con aporte de ácido linoleico (ILRI, 2002).

La Asociación Naturland (2000) plantea que una gran parte de la producción de ajonjolí se utiliza para la elaboración de aceite comestible. Su contenido está entre 40 y 60 %, y las proteínas oscilan entre 17 y 29 %. El producido del primer prensado en frío, se encuentra entre los aceites comestibles más caros; no es secante y soporta altas temperaturas. La buena calidad del aceite es triba esencialmente en el alto contenido del ácido linoleico (35 a 41 % del aceite total). Por sus antioxidantes sesamina y sesamulina, el aceite de ajonjolí tiene larga duración, y no se enrancia.

Una característica muy importante y muy novedosa, presente en cuanto fórum se discute actual-

Tabla 8. Algunos servicios ambientales y sociales que propician las variantes tecnológicas evaluadas

Indicadores/variantes	L + ajonjolí	L + sorgo	L + vigna	Leucaena
Aporte de aceite comestible t/ha	0,32	-	-	-
Secuestro de carbono t/ha	1,60	2,1	2,6	0,4
Control de erosión	M-A	M-A	M-A	M
Biodiversidad	++	++	++	+
Incremento de ingresos al sistema	++	+	+	+
Tiempo de establecimiento	195,00	228	245	279,0
Tiempo dedicado al control de malezas	+	++	++	++++
+ significación	M-A medio - alto			

mente sobre sustentabilidad de sistemas agrícolas (Botero, 2001; Preston, 2003), es el valor de secuestro de carbono, por lo que representa como reducción de gases del efecto invernadero (CO₂ como principal gas). En los métodos de siembra multiestratos, como las tres variantes analizadas (ajonjolí, sorgo y vigna), es mayor el secuestro de carbono con respecto al control, lo que coincide con Pomareda (1999) con los valores más altos en vigna por su mayor rendimiento en toneladas de materia seca por hectárea. Estos resultados coinciden, además, con lo informado por WRM (2000) acerca de que los ecosistemas con biodiversidad alta tomarán y secuestrarán más carbono y nitrógeno que los ecosistemas con biodiversidad reducida y que estos hallazgos sugieren que proteger la biodiversidad contribuirá a salvaguardar la capacidad de los ecosistemas de capturar una fracción mayor del carbono y nitrógeno adicionales que ingresan a nuestra atmósfera, debido a los procesos industriales.

Otro factor a favor es el mayor control de erosión (sobre todo hídrica) en las variantes con cultivos de ciclo corto que en leucaena sola (Funes y Monzote, 2003), aspecto positivo para las tres variantes analizadas.

Pound (2004) plantea, entre otras funciones, que los cultivos intercalados contribuyen a: reducir la degradación de recursos naturales; aminorar los residuos de agroquímicos; reducir pérdidas de suelo por erosión; disminuir la deforestación y la pérdida de biodiversidad; reducir pérdidas de fertilidad por el quemado; mejorar infiltración de agua (y así reducir inundación y sedimentación). Los casos tecnológicos aportan nitrógeno al sistema por la propia leucaena y la deposición vía hojarasca y en residuos poscosecha (Preston, 2003), que coincide con Thomas (1992), quien menciona que el retorno de nutrientes vegetales al suelo a través de la hojarasca producida puede ser tan importante como el retorno que ocurre por las excretas de los animales. Álvarez *et al.* (1996), al referirse a este particular demostró el efecto positivo del residuo de cosecha de vigna en las características químicas y físicas del suelo y la nutrición de otros cultivos temporales en siembras intercaladas.

En relación a la influencia de las variantes analizadas en la biodiversidad, Valenciaga y Mora (2002) concluyeron que en los agroecosistemas diversificados, donde existen varios estratos vegetales, conviven bajo equilibrio biológico especies

fitófagas y biorreguladores que evitan daños fitosanitarios a las plantas; ambos autores confirman que la diversificación es una práctica exitosa para mantener el equilibrio biológico entre especies vegetales y animales, lo que beneficia las condiciones de pastoreo. Otros autores, como Jordán (2001) y Funes y Monzote (2003), plantean el incremento de la biodiversidad por el rescate de leucaena, los cultivos de ciclo corto empleados, la micro y meso fauna y los pájaros e insectos beneficiosos.

En relación a los ingresos, es posible distinguir las ventajas que se evidencian por concepto de ingresos en relación al valor que adquieren las producciones de granos de los cultivos intercalados, en este caso ajonjolí, sorgo y vigna, lo cual representa una ventaja en el aprovechamiento del área, y que ha sido confirmado por varios autores (Pardilla *et al.*, 1999; Guevara y Guevara, 2001, Funes y Monzote, 2003).

Existen, en el criterio de muchos expertos, indicadores que muchas veces no se discuten como parte de los beneficios de estas tecnologías conservativas del ambiente y que tienen que ver con el empleo del tiempo dentro de los sistemas de producción (Carnota, 2000; Gonzáles, 2001; Guevara y Guevara, 2001). Respecto a este factor, hubo gran reducción del tiempo de establecimiento en ajonjolí por su acción repelente a los insectos y malezas, lo cual mantuvo el área más limpia e implicó menor tiempo en actividades de control de estos dos factores negativos y aceleró el establecimiento de esta leguminosa cuyo crecimiento se vio favorecido. En las variantes con sorgo y con vigna también se registraron reducciones importantes de tiempo al establecimiento de leucaena y en el control de las malezas en comparación con la siembra de esta leguminosa sin cultivo acompañante.

CONCLUSIONES

Con el aporte forrajero de los cultivos acompañantes, se logra un ahorro sensible por concepto de compra de alimentos para los animales afectados durante el establecimiento de leucaena.

El empleo de cultivos de ciclo corto tales como *Sesamum indicum*, *Sorghum vulgare* y *Vigna sinensis*, constituye una alternativa económicamente sustentable en el establecimiento de *Leucaena leucocephala* cv Perú.

La integración de cultivos intercalados en áreas de leucaena durante su establecimiento ofrece be-

neficios adicionales desde el punto de vista ambiental y social.

REFERENCIAS

- ACAINSUMOS: Sorgo granífero. Asociación de Cooperativas de Argentina. Pergamino y Cabildo, Buenos Aires, Argentina, disponible en <http://www.acainsumos.com.ar/Productos/semillas/sorgo%20granifero/sorgogranifero.htm>. (Consulta: 23 de octubre de 2003).
- ALMILLATEGUI, J.; L. HERTENTARNS y J. GONZÁLEZ: *Establecimiento de pastos mejorados combinados con maíz (una alternativa para disminuir los costos de producción)*, folleto divulgativo, 2da ed., p. 6, Instituto de Investigaciones Agropecuarias de Panamá, Panamá, 1988.
- ÁLVAREZ, M.; M. GARCÍA; E. TRETO y L. FERNÁNDEZ: “Efecto de diferentes tipos de leguminosas intercaladas sobre el rendimiento de la malanga”, *Cultivos Tropicales*, 17: 5, 1996.
- ANON: Recuperación de pastizales. Vías y estrategias para Cuba, p. 9, Taller 35 Aniversario del Instituto de Ciencia Animal, La Habana, Cuba, 2000.
- ASOCIACIÓN NATURLAND: Agricultura orgánica en el trópico y subtropico, Guías de 18 cultivos, ajonjolí (sésamo), p. 25. disponible en <http://www.bioplagicidas.org/guiapl/PO/ajonjoli.pdf>, (Consulta: 2000).
- BERROTERÁN, J. L.: Establecimiento y producción de *Andropogon gayanus* Kunth, maíz (*Zea mays* L.) como cultivos asociados en los llanos de Venezuela, *Pasturas tropicales*, 17: 2, 1995.
- BOTERO, J.: *Contribuição dos sistemas pecuarios tropicais na captação de carbono*, p. 16, FAO-EMBRAPA, 2001.
- CÁCERES, O. y E. GONZÁLEZ: “Valor nutritivo de follaje de árboles y arbustos tropicales. IV. *Leucaena leucocephala* cv Cunningham”, *Pastos y Forrajes*, 21: 265.
- CARNOTA, O.: *Cuando no alcanza el tiempo*, pp. 48-49, Ed. Universidad de la Habana, Cuba, 2000.
- CIDICCO: El uso del frijol alacín (*vigna* spp.) en la zona sur de Honduras, Centro Internacional de Información sobre Cultivos de Cobertura, http://rds.org.hn/miembros/cidicco/boletin_10.htm. (Consulta: 17 de junio de 2003).
- DÍAZ, MARÍA; C. PADILLA; ACELA GONZÁLEZ y F. CURBELO: “Caracterización agronómica e indicadores nutricionales de granos en variedades de *Vigna unguiculata* de maduración agrupada”, *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 35 (3): 289, 2001.
- FUNES, F. y M. MONZOTE: Consideraciones sobre los sistemas de agricultura orgánica en Cuba, p. 36, (Mimeo), EDICA, La Habana, Cuba, 2003.
- GAGGIOTTI, MÓNICA: Alimentación en el tambo, ¿Conoce usted qué subproducto puede adquirir? Librería online E-campo, 2004, disponible en <http://www.e-campo.com/sections/news/display.php/uuid.5304C611-C98B-4014A174C9244C0098C4/>, (Consulta: 23 de enero de 2004).
- GARCÍA VILA, R. y J. PARETAS: Manejo y utilización de los pastos para la producción de leche y carne, Conferencia de posgrado, p. 57, Instituto de Investigaciones de Pastos y Forrajes, La Habana, Cuba, 1990.
- GONZÁLEZ, F.: El escalamiento de las acciones en la agricultura, *Rev. LEISA*: 3-4, 2001.
- GUEVARA, R.: Contribución al estudio del pastoreo racional con bajos insumos en vaquerías comerciales, p. 80, tesis de doctorado, Instituto de Ciencia Animal, Universidad Agraria de La Habana, Cuba, 1999.
- GUEVARA, R. y G. GUEVARA: Eficiencia de los sistemas de producción bovina a pastoreo, p. 22-30, conferencia, Maestría en Producción Animal Sostenible, CEDEPA-FAC, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Camagüey, Cuba, 2001.
- GUEVARA, R. y G. GUEVARA: Eficiencia de los sistemas de producción bovina a pastoreo, p. 25, conferencia, Maestría en Producción Animal Sostenible, Versión II, CEDEPA-Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Camagüey, Cuba, 2003.
- HERNÁNDEZ, I.; G. MARTÍN; M. MILAGROS; J. IGLESIAS y L. SIMÓN: *Alternativas de utilização de arbores en sistemas pecuarios*, pp. 349-361, EMBRAPA-FAO, 2001.
- HOLMANN, F.: *Alternativas agropecuarias en la región Pacífico central de Costa Rica: Un modelo de simulación aplicable a sistemas de doble propósito*, pp. 134-153, CIAT, Consorcio Tropicoleche, 1997.
- ILRI: Progress Report, International Livestock Research Institute, 2001.
- CEDEPA: Software Inverfinca, Centro de Estudios para el Desarrollo de la Producción Animal, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Camagüey, Registro no. 011085-11085 del Centro Nacional de Derecho de Autor, Cuba, 2002.
- JARAMILLO, MARTA; M. PEÑA; I. ANGULO; ALICIA LEÓN y N. OBISPO: “Valor nutricional de cultivares de sorgo granífero [*Sorghum bicolor* (L) Moench] altos en taninos producidos en Venezuela. I. Composición química”, *Rev. Zootecnia Tropical*, 11 (2): 129-150, 1993.
- JORDAN, H.: Resultados del empleo en Cuba de bancos de proteínas con *Leucaena* para la producción de leche y carne, p. 17, Resúmenes Evento ACPA, La Habana, 2001.
- KINSELLA, J. E.; T. M. SULEIMAN y E. W. LUSAS: “Sesame Protein a Review and Prospectus”, *Journal of the American Oil Chemist Society*, 56: 242-248, 1979.

- LEÓN, ALICIA M. e I. ANGULO: Materias primas alternativas para la producción de alimentos concentrados para animales en Venezuela, FONAIAP Divulga, No. 31, disponible en <http://www.fonaiap.gov.ve>, 1989.
- NRC: *Nutrient Requirements of Beef Cattle*, 7th ed., p.242, National Research Council, Washington, 1996.
- PADILLA, C. y R. S. HERRERA: Los policultivos y los bancos de biomasa como alternativa en la ganadería tropical, Memoria Asociación Peruana de Producción Animal, XX Reunión Científica Anual, p. 59, Universidad Nacional Agraria de la Selva, Facultad de Zootecnia Tingo María, Perú, 1997.
- PADILLA, C.; SUYEN COLOM; MARÍA F. DÍAZ; DELIA M. CINO y F. CURBELO: “Efecto del intercalamiento de *Vigna unguiculata* y *Zea maíz* en el establecimiento de *Leucaena leucocephala* cv. Perú y *Panicum maximum*”, Revista Cubana de Ciencia Agrícola, 35: 168, 2001.
- PADILLA, C.; T. RUIZ; D. M. CINO y F. CURBELO: “Producción de granos y forrajes mediante el intercalamiento de cultivos temporales durante el establecimiento de *Leucaena* y la recuperación de *Cynodon nlemfuensis*”, Revista Cubana de Ciencia Agrícola, 33: 331, 1999.
- POMAREDA, C.: Carbon Sequestration through Pasture Intensification: Technical Economic and Manangement Issues, p. 48, BM-FAO, Rome, 1999.
- PORTAL, N.; I. DÍAZ; A. DÍAZ: *Manual AGRO-RED para la ganadería*, p. 1, Instituto de Ciencia Animal, La Habana, Cuba, 1987.
- POUND, B.: Cultivos de cobertura para la agricultura sostenible en América, Conferencia electrónica de la FAO sobre Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica, Natural Resources Institute, Chatham, Kent ME4 4TB, UK, 2004., disponible en <http://www.fao.org/ag/aga/agap/FRG/AGROFOR1/Pound7.htm>, (Consulta: 19 de febrero de 2004).
- PRESTON, T.: Reciclaje de nutrientes como base de la sostenibilidad de los sistemas pecuarios, Taller internacional Ganadería y Medio Ambiente, p. 23, Resúmenes, La Habana, Cuba, 2003.
- REYES, F.; R. RODRÍGUEZ; L. SIMÓN; L. LAMELA y J. SUÁREZ: Intercalamiento de *Phaseolus vulgaris* durante el establecimiento de *Leucaena leucocephala* en un sistema silvopastoril, Nota técnica, *Pastos y Forrajes*, 23: 135, 2000.
- RIVAS, L.: “Modelos económicos de nivel agregado como instrumentos de apoyo a la investigación agropecuaria”, *Conceptos y metodologías de investigación en fincas con sistema de producción animal de doble propósito*, pp. 95–117, CIAT, 1997.
- RIVAS, N.; J. DENCH y J. CAYGILL: Nitrogen Stability of Sesame (*Sesamum indicum* L.) Seed and the Preparation of Two Protein Isolates, *J. Sc. Food Agric.* 32: 565-571, 1981.
- ROMERO, L.; O. BRUNO, E. COMERÓN y MÓNICA GAGGIOTTI: Producción y calidad de distintos sorcos forrajeros para silaje, *Rev. Infortambo*, (132, enero): 72, 2000.
- RUIZ, R.: Aplicación de los principios nutricionales para elaborar el consume volumétrico en rumiantes, Alimentación y salud animal en el trópico, Resúmenes del Taller Cuba Venezuela, Congreso Internacional sobre Mejoramiento Animal, La Habana, Cuba, 3 al 5 de mayo, 2000.
- SIMÓN, L.: *Tecnología de silvopastoreo, Aplicaciones prácticas en fincas lecheras*, p. 56, EDICA, La Habana, 2000.
- SIMÓN, L. y AIDA CRUZ: “Resultados económicos productivos de la validación del silvopastoreo”, en *Los árboles en la ganadería. Silvopastoreo*, t. 1, p. 45, Ed. L. Simón, Empresa Experimental de Pastos y Forrajes *Indio Hatuey*, Matanzas, Cuba, 1998.
- SOTO, S.; R. GUEVARA; J. ESTÉVEZ, y G. GUEVARA: “Evaluación agronómica de la inclusión de cultivos de ciclo corto en el establecimiento de *Leucaena leucocephala* cv. Perú”, *Pastos y Forrajes*, Estación Experimental de Pastos y Forrajes *Indio Hatuey*, Matanzas, Cuba. (En prensa).
- THOMAS, R. J.: The Role of the Legume in the Nitrogen Cycle of Productive and Sustainable Pastures, *Grass and Forage Sci*, 47: 133, 1992.
- VALENCIAGA, NURYS y C. MORA: “Estudio de la población de insectos en un área de *Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit con diferentes combinaciones de plantas arbóreas en condiciones de pastoreo”, *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 36 (3): 303, 2002.
- WRM “Secuestro de carbono”, Boletín N° 39 del WRM, Movimiento Mundial por los Bosques Tropicales, octubre de 2000, disponible en http://www.wrm.org.uy/plantaciones/material/razon_escontra2.html, 2000.

Recibido: 12/3/2008

Aceptado: 20/5/2008