

CONFERENCIA

Uso del follaje de árboles tropicales en la alimentación porcina

Use of tropical tree foliage in pig feeding

J. Ly

*Instituto de Investigaciones Porcinas
Carretera del Guatao Km. 1
CP 1, Punta Brava, La Habana, Cuba
E-mail: jlyca@yahoo.com; iip@enet.cu*

RESUMEN

En esta revisión se aborda el uso del follaje de árboles tropicales en la alimentación, especialmente en la nutrición del ganado porcino. Se mencionan las ventajas y desventajas de los árboles y se da información acerca de los aspectos agronómicos, la caracterización del follaje de árboles y arbustos forrajeros, la digestibilidad *in vitro* e *in vivo*, así como de la producción porcina con estos recursos forrajeros. Como resultado de las investigaciones desarrolladas en varios países y en Cuba, se concluye que: los árboles y arbustos tropicales no leguminosos parecen aventajar a los leguminosos en el aprovechamiento de sus nutrientes, sobre todo el N, y en determinar mejores rasgos de comportamiento y reproductivos en el ganado porcino; es posible destinar los follajes arbóreos con menos pared celular y sustancias antinutricionales a la alimentación de especies monogástricas como el cerdo, y utilizar los que no tienen estas características en la alimentación de especies rumiantes o herbívoros; es necesario intensificar el trabajo de capacitación, divulgación y de investigación participativa en el medio rural para acelerar la introducción de los resultados experimentales en la producción porcina en el menor tiempo posible.

Palabras clave: Alimentación, árboles, cerdo

ABSTRACT

This review approaches the use of tropical tree foliage in feeding, especially pig feeding. The advantages and disadvantages of trees are mentioned and information is provided about the agronomic aspects, the characterization of the foliage of forage trees and shrubs, *in vitro* and *in vivo* digestibility, as well as the pig production with these forage resources. As result of the research developed in several countries and Cuba, it is concluded that non leguminous tropical trees and shrubs seem to excel the leguminous ones in their nutrient utilization, mainly N, and in the determination of better performance and reproductive features in pigs; it is possible to employ the tree foliages with less cell wall and antinutritional substances to feed monogastric species like the pig, and use foliages which do not have the above-mentioned characteristics to feed ruminant or herbivore species; it is necessary to enhance the training, divulgence and participatory research work in rural areas in order to speed up the introduction of experimental results in pig production as fast as possible.

Key words: Feeding, trees, pig

Introducción

Desde que Limcangco-López (1990) hiciera una revisión en el campo de la nutrición de especies monogástricas, en la que se examinaba el papel de los árboles y arbustos tropicales en la alimentación de este tipo de ganado, no se ha avanzado mucho. En realidad, siempre se ha considerado la posibilidad del uso de fuentes

foliares en la alimentación de especies monogástricas no herbívoras, pero generalmente basado en el aprovechamiento de residuos de cosecha o recursos similares (Hutagalung, 1981), que obviamente, por su propia naturaleza, tienen poco que ofrecer a los cerdos como fuentes de nutrientes. Y en realidad se ha creado un círculo vicioso o una especie de fatalismo nutricional, en

el que cuando se habla de forraje para alimentar el ganado porcino, simultáneamente se piensa en inevitables pérdidas económicas. Aun más, el forraje arbóreo en particular también ha tenido en su contra el poco conocimiento de la agronomía de árboles que se cultiven como especies perennes, que se corten periódicamente para alimentar con su fronda no solo al ganado porcino, sino a muchos de los animales de granja (Torres, 1983; Botero, 1988).

El objetivo de la presente revisión del tema del uso de árboles y arbustos forrajeros en la alimentación, pero sobre todo en la nutrición porcina, va dedicado a actualizar lo que se ha avanzado en este campo de investigación, y tal vez a identificar metas inmediatas que sería conveniente tener presentes para cualquier trabajo futuro.

En la tabla 1 se pueden examinar algunas de las desventajas y ventajas más notorias en lo que se refiere al empleo del follaje arbóreo, e implícitamente el arbustivo, como recurso alimentario para cerdos, que al ser omnívoros pueden considerarse aptos para comerlo.

hojas; y como hojas, estas con sus peciolos. Estas diferentes estructuras u órganos vegetales, en líneas generales, se caracterizan por su relativa proporción de estructuras de sostén: mientras que los tallos contienen más pared celular (FDN) y menos proteína, ocurre lo contrario con las hojas. Este es un detalle importante en la nutrición animal, y en lo que sigue, siempre se tratará de identificar el material arbóreo al cual se hace referencia.

✓ Algunos aspectos agronómicos

Como otras especies arbóreas, la morera, que no es precisamente una leguminosa, se ha estudiado *in crescendo* desde distintos puntos de vista para determinar cuáles podrían ser las mejores opciones para su utilización como forraje en la alimentación animal. En lo que concierne a este escrito, merece la pena presentar como ilustración el estudio agronómico hecho en Conkal por Domínguez (2002), donde se estudiaron densidades de siembra y niveles de fertilización. La novedad de este estudio quizás sea que el fertilizante estuvo constituido por excretas de cerdos.

Tabla 1. Ventajas y desventajas en el uso de follajes de árboles en la alimentación porcina.

<i>Desventajas</i>
El follaje arbóreo suele contener una proporción alta de fracciones fibrosas
Los árboles leguminosos poseen factores antinutricionales
No existe hábito de usar follaje arbóreo en la alimentación porcina
No existen estudios de costo de producción tropical de proteína arbórea
<i>Ventajas</i>
Los árboles tropicales constituyen un recurso alimentario disponible localmente
La producción de follaje arbóreo es perenne
El rendimiento anual de biomasa en materia seca y proteína puede ser mayor que el de granos y otros recursos alimentarios
Los árboles forrajeros pueden cultivarse como cualquier otro tipo de planta, y pueden ser utilizados para la finca familiar o en el sistema de plantaciones

Tal vez sea también una desventaja, cuando se leen trabajos relacionados con el uso de recursos arbóreos para la alimentación animal en general, el entender de qué tipo de material se está hablando. En el presente texto se ha definido como biomasa toda la producción aérea de los árboles; como follaje, las ramas, peciolos y

En la tabla 2 se presentan los datos de este estudio, en el que se encontró que la mejor opción era usar una densidad de siembra de 20 000 plantas/ha y una fertilización de 1 000 kg de N/ha por año.

Domínguez (2002) no halló efecto de tratamiento en el contenido de proteína en la biomasa

producida (tabla 3). Se evidenció que el mayor contenido proteico de la biomasa arbórea se encuentra, fundamentalmente, en las hojas, y el menor en elementos de sostén, como los tallos.

las posibilidades de uso de este N por parte de animales monogástricos como el cerdo.

La presencia de sustancias o factores anti-nutricionales es uno de los aspectos que más se

Tabla 2. Influencia de la densidad de siembra y de la fertilización¹ en el rendimiento de biomasa total de follaje de morera (t MS/ha por año).

Fertilización (kg N/ha por año)	Densidad (miles de plantas/ha)		
	10	20	Promedio
250	16,6	26,9	21,7
500	18,4	27,7	23,1
750	18,2	28,8	23,5
1 000	21,8	32,2	27,0
1 250	23,1	31,8	27,5

¹ Fertilización con aguas residuales de establos porcinos

Fuente: Domínguez (2002)

Tabla 3. Influencia de la densidad de siembra y de la fertilización¹ en el contenido de proteína de distintas fracciones de plantas de morera (%).

Fertilización (kg N/ha por año)	Hojas		Tallo tierno		Tallo maduro	
	10	20	10	20	10	20
	250	17,75	17,17	6,67	6,93	3,22
500	18,15	18,41	6,75	7,00	4,15	4,06
750	18,96	19,23	7,73	7,85	4,52	5,07
1 000	19,88	17,94	7,44	7,50	4,79	4,47
1 250	19,95	18,67	7,83	7,85	4,98	4,75
Promedio	18,94	18,27	7,28	7,43	4,33	4,36

¹ Fertilización con aguas residuales de establos porcinos

Fuente: Domínguez (2002)

✓ **Caracterización del follaje de arboles y arbustos forrajeros**

No existen muchos estudios exclusivamente dedicados a determinar la composición química de las hojas y el follaje para alimentar cerdos. Sin embargo, todos los datos de laboratorio relacionados con este tema son válidos y pueden ser usados en cualquier tipo de análisis de alternativas. En la tabla 4 se muestra información publicada al respecto, a partir de una encuesta hecha en Camboya. Como puede observarse, uno de los datos más interesantes desde el punto de vista de la nutrición porcina, lo es el contenido de N de la biomasa arbórea, y con mayor detenimiento,

deben tener en cuenta para el uso de follaje arbóreo en la nutrición porcina. En este sentido, los árboles leguminosos son los que menos favorablemente pueden contribuir a la producción porcina. Dentro de los árboles leguminosos, tal vez sea la leucaena la que con mayor detenimiento se ha examinado.

✓ **Experimentos de digestibilidad *in vitro***

En lo referente a la nutrición porcina existe poca información relativa al valor nutritivo de las hojas y el follaje arbóreo. Mientras que los estudios de composición química hechos con distintos propósitos son útiles por los datos que aportan, es bien sabido que no permiten conocer hasta

qué punto estos recursos pueden ser valiosos en la alimentación de cerdos. Por consiguiente, se ha hecho necesario trabajar en dos sentidos: hacer el inventario de posibles especies arbóreas tropicales como alimento potencial para el cerdo, y simultáneamente, investigar métodos rápidos, fáciles y poco costosos que aproximen al conocimiento del valor nutritivo de estos recursos. En la tabla 5 se muestra un ejemplo de lo

que se ha hecho en esta dirección en la Universidad de Agricultura de Camboya.

✓ Experimentos de digestibilidad *in vivo*

Varios han sido los estudios dedicados a determinar el valor nutritivo de la harina de leucaena mediante pruebas de digestibilidad rectal. En el trópico americano pueden mencionarse los informes mexicanos de Salas y Castellanos (1986),

Tabla 4. Composición química de las hojas de varios árboles y arbustos tropicales (% base seca).

Nombre científico	MS	MO	FDN	N
<i>Acacia auriculiformis</i>	40,8	93,4	68,0	2,73
<i>Artocarpus heterophyllus</i>	48,5	82,5	50,1	1,77
<i>Borassus flabellifer</i>	60,9	90,7	79,7	1,27
<i>Cocus nucifera</i>	47,2	93,3	67,4	1,38
<i>Desmanthus virgatus</i>	37,1	93,8	41,4	3,13
<i>Eucalyptus spp.</i>	35,5	94,6	38,0	1,35
<i>Flemingia macrophylla</i>	41,8	94,1	73,0	3,19
<i>Gliricidia sepium</i>	27,1	93,0	59,1	3,27
<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	21,0	87,5	49,8	2,53
<i>Leucaena leucocephala</i>	43,5	93,1	66,0	3,09
<i>Moringa oleifera</i>	24,4	92,0	24,1	2,53
<i>Morus alba</i>	33,3	86,3	31,5	3,54
<i>Trichantera gigantea</i>	26,3	85,4	50,8	3,46

Fuente: Ly, Pok y Preston (2001b)

Tabla 5. Solubilidad en agua y digestibilidad *in vitro* del follaje de árboles y arbustos tropicales.

Nombre científico	Materia seca		Proteína	
	Valor de lavado (%)	Digestibilidad <i>in vitro</i> (%) ¹	Valor de lavado (%)	Digestibilidad <i>in vitro</i> (%)
<i>Acacia auriculiformis</i>	33,8	21,7	48,6	44,6
<i>Artocarpus heterophyllus</i>	29,1	13,9	7,7	5,1
<i>Borassus flabellifer</i>	7,3	17,6	5,5	3,7
<i>Cocus nucifera</i>	32,1	16,0	12,2	9,4
<i>Desmanthus virgatus</i>	39,4	27,2	55,2	32,2
<i>Eucalyptus spp.</i>	38,0	33,2	20,4	25,0
<i>Flemingia macrophylla</i>	25,3	25,9	46,5	29,8
<i>Gliricidia sepium</i>	52,6	57,7	62,2	69,4
<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	52,0	48,7	59,6	74,2
<i>Leucaena leucocephala</i>	36,1	30,0	30,4	21,0
<i>Moringa oleifera</i>	49,6	75,3	70,0	74,2
<i>Morus alba</i>	43,7	45,0	39,3	47,9
<i>Trichantera gigantea</i>	35,7	30,4	34,4	17,5

¹ Simulación de digestibilidad ileal por incubación con pepsina y pancreatina

Fuente: Ly et al. (2001b)

Santos y Abreu (1995) y Echeverría, Belmar, Ly y Santos (2002), y los cubanos de Ly, Castellanos y Domínguez (1997) y Ly, Reyes, Macías, Domínguez, Martínez y Ruiz (1998); mientras que en Venezuela se han originado otros datos también referentes al estudio de la digestibilidad de dietas que contenían hojas de leucaena (tabla 6). En líneas generales se puede decir, a partir de los estudios de digestibilidad *in vivo* hechos en distintas circunstancias, que existe un marcado descenso en el aprovechamiento digestivo del N y otros nutrientes de la dieta cuando las mediciones se han hecho en el recto, más allá de lo que pudiera esperarse por efecto del nivel de fibra de la dieta. Esto se corresponde con estudios hechos con harinas de hojas de otras leguminosas arbóreas, tales como desmanthus (Ly y Pok, 2001), flemingia (Pok y Ly, 2001) y follaje de gandul (Macías y Ly, 1999).

Estudios más detallados, que implicaban la determinación de la digestibilidad ileal de dietas que contenían follaje arbóreo, se desarrollaron en La Habana. Como ilustración, se presenta a continuación el resultado de evaluaciones nutritivas de harinas de hojas de leucaena, gandul o guandú (*Cajanus cajan*) y marpacífico o clavelón (*Hibiscus rosa-sinensis*), adicionadas a dietas en la que la fuente energética fue una miel enriquecida de caña de azúcar. El objetivo fundamental de estos ensayos fue determinar el aprovechamiento digestivo prececal del N en los cerdos, que como es bien conocido, es de valor práctico en la nutrición porcina.

En la tabla 7 se muestran los resultados de los experimentos hechos con cerdos alimentados con harina de hojas de leucaena; la tendencia hallada fue semejante a la de otros trabajos anteriores (Salas y Castellanos, 1986; Argenti y Espinoza, 1998), en los que la leucaena ha determinado una disminución en los índices digestivos medidos a nivel del recto. La novedad de este experimento fue la presentación de evidencia experimental de que esto también ocurría a nivel del íleon terminal.

De una manera similar, los resultados hallados con el gandul mostraron la misma tendencia hacia un decrecimiento en los índices digestivos, tanto a nivel del íleon terminal como del recto (tabla 8), lo que sugiere que el follaje de esta leguminosa arbórea no es deseable para ser incorporado a las dietas de cerdos en crecimiento. Es probable que los factores antinutricionales contenidos en el follaje, entre ellos la lignina y los taninos, pudieran contribuir decisivamente a disminuir el aprovechamiento digestivo de este recurso arbóreo en el tracto gastrointestinal de los animales.

Como resumen, pudiera sugerirse que todos los experimentos llevados a cabo hasta el presente en los que se han hecho determinaciones de digestibilidad de follajes de leguminosas arbóreas, no aconsejan su uso en la alimentación de cerdos. Esto ha ocurrido en estudios de digestibilidad rectal y balance de N con harina de hojas de flemingia (*Flemingia macrophylla*) y desmanthus (*Desmanthus virgatus*) hechos en

Tabla 6. Índices de digestibilidad rectal de cerdos alimentados con harina de hojas de leucaena.

Criterio	Harina de hojas de leucaena, %		
	0	10	20
Digestibilidad rectal (%)			
Materia seca	96,4	91,5	80,2
Fibra cruda	53,2	51,1	50,6
Extracto etéreo	68,0	65,3	59,1
Extracto libre de N	96,1	81,8	68,3
Nitrógeno	87,3	77,6	69,8
Energía	90,3	63,0	40,0

Fuente: Argenti y Espinoza (1998)

Tabla 7. Digestibilidad ileal y rectal de dietas con niveles variables de harina de hojas de leucaena en cerdos en crecimiento.

Criterio	Harina de hojas de leucaena, %		
	0	10	20
Digestibilidad ileal (%)			
Materia seca	79,4	75,5	72,8
Ceniza	55,7	49,5	34,1
Materia orgánica	82,2	77,8	73,8
Energía	80,1	72,7	69,1
Fibra cruda	14,5	14,6	17,3
N	69,2	67,8	64,2
Digestibilidad rectal (%)			
Materia seca	91,0	83,9	79,4
Ceniza	71,0	60,2	53,9
Materia orgánica	92,6	85,9	81,5
Energía	90,0	83,1	76,9
Fibra cruda	39,7	35,5	30,8
N	82,7	78,9	74,5

Fuente: Ly *et al.* (1998)

Tabla 8. Digestibilidad ileal y total de dietas con harina de follaje de gandul en cerdos en crecimiento.

Criterio	Harina de hojas de leucaena, %		
	0	10	20
Digestibilidad ileal (%)			
Materia seca	78,9	74,9	71,1
Ceniza	54,0	47,9	36,3
Materia orgánica	83,5	78,2	72,4
Energía	80,5	72,6	69,0
Fibra cruda	12,0	12,1	11,9
N	69,0	64,2	59,7
Digestibilidad rectal (%)			
Materia seca	90,9	84,5	79,6
Ceniza	68,5	57,7	51,8
Materia orgánica	91,5	86,4	81,3
Energía	89,9	84,1	78,7
Fibra cruda	38,3	34,7	29,8
N	81,5	77,2	73,7

Fuente: Macías y Ly (1999)

Camboya (Ly y Pok, 2001; Pok y Ly, 2001), o de digestibilidad ileal y rectal hechos en Cuba al evaluar leucaena y gandul (Macías, 1999), o con guásima y algarrobo (Díaz, 2003). Al parecer, de todos estos follajes pudiera señalarse como de

peor valor nutritivo el de guásima, y el mejor el de algarrobo.

En estos resultados es muy probable que esté primando la influencia de distintos factores antinutricionales presentes en tales follajes, lo que

anularía evidentemente el entusiasmo de los investigadores por efectuar operaciones de incorporación de N al sistema a través de la conocida habilidad de las leguminosas para fijar N atmosférico. Sin embargo, si se considera que la introducción del N al sistema puede hacerse mediante una correcta administración de las excretas como fertilizante para plantaciones de corte periódico, no debe descartarse el uso de leguminosas arbóreas en la alimentación porcina.

En otro estudio de digestibilidad ileal de leucaena se determinó el aprovechamiento digestivo de los aminoácidos de las hojas de este árbol, así como de las hojas de yuca. En la tabla 9 se presentan los datos de este experimento y se comparan con los de alfalfa obtenidos en el mismo laboratorio.

disponible no sea muy distinta de la de los follajes arbóreos, si se comparan dietas con una misma proporción de proteína foliar. Debe señalarse que tal vez los resultados de digestibilidad ileal de hojas de leucaena y yuca puedan ser más altos si se evaluaran muestras de follajes cortados periódicamente, donde el envejecimiento foliar no influye negativamente en el contenido de N foliar ni en su aprovechamiento digestivo, como se ha demostrado en pruebas *in vitro* por Pok, Bun, Díaz, Macías y Ly (2004).

En la tabla 10 aparecen los resultados de los estudios de digestibilidad ileal y rectal de harina de marpacífico. Con niveles de sustitución de hasta 20% de la dieta básica por la harina de marpacífico, no se hallaron modificaciones perjudiciales en los índices digestivos medidos.

Tabla 9. Digestibilidad ileal de aminoácidos esenciales en cerdos alimentados con harina de hojas de leucaena o yuca.

	Alfalfa ¹	Leucaena	Yuca
N x 6,25	17,4	28,3	26,4
Digestibilidad ileal (%)			
N	-	39	37
Arginina	67	48	50
Fenilalanina	72	55	55
Histidina	74	67	61
Isoleucina	73	52	48
Leucina	65	52	50
Lisina	71	61	64
Metionina	31	57	56
Treonina	49	52	52
Tirosina	74	60	64
Valina	70	61	60
Aminoácidos esenciales	-	56	56

¹ Datos correspondientes al experimento de Reverter, Lundh y Lindberg (1999)

Fuente: Buy y Lindberg (2001)

Es interesante resaltar que en estos estudios no hubo una marcada diferencia entre los valores obtenidos para las harinas de hojas de leucaena y de yuca encontrados por Buy y Lindberg (2001). Además, si bien con la alfalfa los índices digestivos de los aminoácidos esenciales fueron más altos que los de los recursos arbóreos, su bajo contenido de proteína cruda hace que en realidad la cantidad de aminoácidos

La comparación de los índices digestivos de morera y trichantera, incluidas en dietas con 30% de estas hojas, se muestra en la tabla 11; el valor nutritivo de las hojas de morera fue superior al de la trichantera.

En una segunda evaluación del valor nutritivo de cerdos en crecimiento alimentados con altos niveles de harina de hojas de morera o de trichantera (tabla 12), se comprobó la misma ten-

Tabla 10. Digestibilidad ileal y total de dietas con harina de follaje de marpacífico en cerdos en crecimiento.

Criterio	Harina de marpacífico %		
	0	10	20
Digestibilidad ileal (%)			
Materia seca	76,2	73,8	73,1
Ceniza	42,8	42,7	46,6
Materia orgánica	81,7	78,1	76,1
Energía	79,5	73,3	71,4
Fibra cruda	12,5	12,8	15,3
N	63,5	60,5	62,0
Digestibilidad rectal (%)			
Materia seca	94,8	89,2	86,3
Ceniza	68,9	55,5	50,0
Materia orgánica	95,3	90,5	87,7
Energía	94,3	88,4	87,0
Fibra cruda	40,5	36,6	32,2
N	86,5	73,7	72,0

Fuente: Macías y Ly (datos no publicados)

Tabla 11. Digestibilidad rectal y balance de N en cerdos alimentados con harina de hojas de trichantera o morera.

Criterio	Testigo	Trichantera	Morera
Digestibilidad rectal (%)			
Materia seca	85,4	80,6	85,1
Materia orgánica	88,2	82,5	87,1
FDN	75,5	68,1	79,6
N			
Digestibilidad (%)			
Retención (%)	84,7	79,2	83,6
Retención:consumo	58,4	50,4	64,5
Retención:digestión	67,6	63,8	75,7

Fuente: Ly, Chhay, Chiv y Preston (2001a)

dencia hallada con niveles relativamente inferiores usados en el primer experimento de Ly *et al.* (2001a).

Los experimentos realizados en Camboya por Chiv, Preston y Ly (2003) acerca del balance de N en cerdos alimentados con altos niveles de morera en la dieta, corroboraron los estudios iniciales del mismo equipo de trabajo cuando examinaron simultáneamente las hojas de morera o de trichantera (tabla 13). También, al parecer, una raza porcina exótica tal como la Large White,

supera a la vietnamita del delta del Río Rojo, la Mong Cai, en el aprovechamiento del N dietético, tal vez porque este genotipo tenga un menor requerimiento de N para su metabolismo. Vale la pena mencionar que en los experimentos llevados a cabo por Ly *et al.* (2001a) y por Ly y Pok (datos no publicados), los cerdos usados fueron del genotipo Mong Cai, lo que permite suponer que de haberse llevado a cabo los experimentos con razas exóticas, el balance de N pudiera haber sido aun más positivo.

Tabla 12. Digestibilidad rectal y balance de N en cerdos alimentados con niveles altos de harina de hojas de trichantera o morera.

	Harina de hojas (50%)	
	Trichantera	Morera
Índices fecales		
AGCC, mmol/100 g MS	26,95	54,58
NH ₃ , mmol/100 g MS	38,76	63,38
MS (%)	25,80	26,55
pH	7,43	6,69
Digestibilidad rectal (%)		
Materia seca	73,9	82,5
Materia orgánica	76,9	86,0
FDN	53,4	69,4
N	68,4	77,5
Balance de N (%)		
Retención:consumo	35,4	60,5
Retención:digestión	53,3	82,0

Fuente: Ly y Pok (datos no publicados)

✓ Producción porcina con árboles y arbustos forrajeros

En el último cuarto del siglo 20 se han hecho algunos trabajos relacionados con la determinación de rasgos de comportamiento en cerdos alimentados con recursos arbóreos o arbustivos. La filosofía principal para abogar por el uso del follaje de árboles en la alimentación porcina se ha apoyado en el hecho de que existe un déficit real de disponibilidad de fuentes proteicas convencionales en el trópico, y que al ser las fuentes energéticas tropicales tan pobres en proteína como en fibra, podría ser válida la estrategia del uso de los recursos arbóreos para ser incluidos en las dietas de cerdos, precisamente por ser éstos abundantes en las dos fracciones alimentarias mencionadas.

Puede decirse que esta óptica de la posible complementariedad de los recursos arbóreos y

Tabla 13. Balance de N en cerdos jóvenes. Efecto del nivel de harina de hojas de morera y del genotipo.

	Harina de hojas de morera (%)				Genotipo	
	0	15	30	50	Mong Cai	Large White
Digestibilidad rectal (%)	73,5	72,6	69,3	71,1	68,4	74,9
Retención						
En g/día	8,10	7,55	8,05	9,95	7,14	9,68
Como % del consumo	41,0	39,8	42,9	54,1	40,9	48,0
Como % de la digestión	55,5	54,8	61,2	80,5	59,4	63,6

Fuente: Chiv *et al.* (2003)

Merece la pena destacar los esfuerzos investigativos hechos en Maracay para determinar el valor nutritivo de harinas de follaje de yuca amarilla (González, González, Díaz, Ly y Vecchionacce, 1999), trichantera (Seijas, González, Vecchionacce, Hurtado y Ly, 2003) y morera (González, Tepper y Ly, 2004), en los que se ha evaluado simultáneamente el efecto de incluir aceite de palma en la dieta con vistas a elevar la densidad de estos tipos de raciones con un contenido fibroso relativamente alto. Los resultados de estos experimentos tienden a reforzar la idea de un mayor valor nutritivo de follajes no leguminosos con respecto a los leguminosos en la especie porcina.

arbustivos a las fuentes energéticas estrictamente tropicales, pudiera derivarse de un experimento hecho en Colombia en la década de los setenta, en el que se usaron niveles variables de harina de follaje de yuca como fuente proteica sustitutiva de la harina de soya, en dietas en las que la fuente energética era harina de raíces de yuca. Desafortunadamente, los resultados de este estudio no tuvieron éxito (tabla 14). Sin embargo, a partir de la información brindada es difícil entender cuál pudiera ser la causa, o si fueron varias, del deterioro en los rasgos de comportamiento de los cerdos, pues además de la influencia negativa que puede tener la voluminosidad de la dieta y los cambios en el metabolismo energético de

Tabla 14. Rasgos de comportamiento de cerdos alimentados con harina de follaje de yuca (*Manihot esculenta* Crantz)¹.

Criterio	Harina de follaje de yuca (%)		
	0	20	40
Número de animales	5	5	5
Peso inicial (kg)	15,1	15,1	15,3
Peso final (kg)	101,1	98,3	96,8
Días en prueba	119	147	147
Consumo (kg/día)	2,32	2,44	2,59
Ganancia diaria (kg)	0,72	0,57	0,55
Conversión (kg/kg)	3,22	4,28	4,71

¹ Variedad M Col 12, cortada a 20 cm, picada, secada al sol y molida (MS original, 30%). Composición (% en base seca): cenizas 10,5; fibra cruda 19,1; extracto etéreo 6,3; N 3,01; calcio 1,97; fósforo, 0,33

Fuente: CIAT (1979)

los animales, pudieran agregarse otras causas menos identificadas, tal como el contenido de cianoglucósidos de la harina de follaje de yuca, o aun más sutiles, tales como el balance real de aminoácidos disponibles para los animales.

Los investigadores del CIAT no recomendaron niveles de inclusión de este follaje por encima del 20% y sugirieron que las cerdas gestantes serían los animales que mejor uso podrían hacer de él. Sin embargo, Liu y Wang (1986) no encontraron un efecto negativo marcado en el comportamiento de lechones alimentados con harina de hojas de leucaena.

Liu y Wang (1998) sugirieron que si la harina de hojas de leucaena sustituía al afrecho de arroz hasta un 15% en dietas para cerditos de 75 días de edad, no se manifestaba ningún deterioro en

los rasgos de comportamiento. En este experimento la respuesta pudo estar enmascarada por el hecho de que al ir introduciendo más leucaena en el alimento, el nivel de proteína pasó de 15,8 a 18,9%. Aun así, pudo notarse un ligero decrecimiento (cerca de 97%) en el consumo voluntario de alimento por parte de los cerditos que consumían la leucaena en relación con la dieta testigo (tabla 15).

Una estrategia alimentaria similar fue desarrollada también por Mena (1987) al estudiar el uso de jugo de caña como única fuente de energía en dietas para cerdos en crecimiento y finalización. Por otra parte, los primeros trabajos informados sobre este tema describieron pruebas de comportamiento en las que la fuente proteica arbórea fue harina de hojas de leucaena (*L. leucocephala*). Sin embargo, como en otros trabajos contemporáneos, los resultados no han sido muy alentadores con esta leguminosa arbórea (tabla 16).

En pruebas de comportamiento hechas con cerdos alimentados con harina de follaje de leucaena, incluida en dietas convencionales, no se han encontrado efectos negativos cuando el nivel de inclusión es más bien bajo. Le (1962) ha sugerido, a partir de los estudios iniciales hechos con harina de hojas de leucaena en cerdos (Patricio, 1956; Iwanaga, Otagaki y Wayman, 1957; Rivas, Argañosa, López y Oliveros, 1978), que el nivel máximo de introducción en la dieta debería ser de un 10%. Al respecto Rivas *et al.* (1978) sugirieron que el nivel de leucaena en el alimento podría elevarse a un 20% si se añadía sulfato ferroso; de lo contrario, los rasgos de comporta-

Tabla 15. Rasgos de comportamiento de cerditos alimentados con harina de hojas de leucaena¹.

Criterio	Harina de hojas de leucaena (%)			
	0	5	10	15
Consumo (kg/día)	0,619	0,600	0,603	0,600
Ganancia diaria (kg)	0,165	0,161	0,166	0,162
Conversión (kg/kg)	3,8	3,7	3,6	3,7

¹ Composición (% en base seca): ceniza 6,15; fibra cruda 11,4; extracto etéreo 5,1; proteína cruda 26,7; mimosina 5,88%. Los cerditos eran Subai x Lingao

Fuente: Liu y Wang (1998)

Tabla 16. Rasgos de comportamiento de cerdos alimentados con harina de hojas de leucaena¹.

Criterio	Harina de hojas de leucaena (%)		
	0	15	30
Peso inicial (kg)	37,7	34,7	37,2
Peso final (kg)	90,8	82,9	77,5
Consumo (kg/día)	2,67	2,73	2,80
Ganancia diaria (kg)	0,632	0,573	0,479
Conversión (kg/kg)	4,22	4,77	5,85

¹ La fuente energética fue jugo de caña de azúcar, aproximadamente 72% de la dieta
Fuente: Estrella *et al.* (citados por Mena, 1987)

miento empeoraban notablemente. No obstante, en un trabajo informado por Argenti y Espinoza (1998) no pareció que los rasgos de comportamiento de los animales empeoraran evidentemente con 20% de harina de leucaena en la comida. Aun así, estos datos deben tomarse con precaución, debido a que la duración del trabajo fue considerablemente corta (dos semanas) y no parece que en tan corto lapso de tiempo pudiera manifestarse plenamente el efecto de alimentar los animales con dietas de follaje de leucaena. De hecho, la ligera depresión en el consumo voluntario (tabla 17) pudiera explicarse por una adaptación incompleta de los animales al consumo del follaje de tal leguminosa arbórea.

Tabla 17. Rasgos de comportamiento de cerdos en crecimiento alimentados con hojas de leucaena¹.

Criterio	Harina de hojas de leucaena (%)	
	0	20
Días en prueba	14	14
Consumo (kg/día)	2,2	2,1
Ganancia diaria (kg)	0,795	0,780
Conversión (kg/kg)	2,78	2,70

¹ Peso vivo inicial 45 kg
Fuente: Argenti y Espinoza (1998)

Al parecer, el mejor método de eliminación de la mimosina en el follaje o en las hojas de leucaena es muy sencillo y consiste en secar la biomasa. Este hallazgo fue hecho en Tailandia, donde se compararon distintos métodos de tra-

tamiento de la leucaena cosechada. Los resultados de Ruengpaibul (citado por Kassumma, 1987) se muestran en la tabla 18. Una de las causas de las discrepancias existentes en los distintos experimentos sobre el comportamiento de cerdos alimentados con leucaena, puede ser el tratamiento previo del follaje antes de ser suministrado a los animales. Esto dificulta hacer una comparación coherente entre los distintos trabajos donde se ofreció leucaena a los cerdos.

Contrariamente a los resultados informados por el CIAT, Mena (1987) no halló perjuicio al usar 15% de harina de hojas de yuca en la alimentación de cerdos en finalización, pero sí al comparar estos datos con los de una dieta con 15% de harina de hojas de leucaena (tabla 19).

Otros estudios hechos en Haití con jugo de caña y follaje de guásima (*Guazuma ulmifolia*) no han sido concluyentes sobre la idea de que el follaje de leguminosas arbóreas presenta dificultades para su asimilación por animales monogástricos como el cerdo, y por consiguiente, puede determinar rasgos insatisfactorios de comportamiento animal. De hecho, el suministro de las hojas a un bajo nivel de inclusión no pudiera, necesariamente, manifestar ningún efecto particular determinado por el follaje de guásima, como suele ocurrir muchas veces en pruebas donde el ingrediente que se evalúa queda prácticamente diluido en el total de la ración. No obstante, también faltan evidencias que indiquen si hay algún tipo de ventaja en el suministro de las hojas o el follaje en forma fresca a los animales, en comparación con el suministro de este follaje en forma de harina.

Tabla 18. Rasgos de comportamiento de cerdos en crecimiento (30-60 kg) alimentados con harina de hojas de leucaena tratada o no¹.

Tratamiento de las hojas	Consumo (kg/día)	Ganancia (kg/día)	Conversión (kg/kg)
Hojas frescas sin tratar	1,67	0,540	3,06
Remojadas un día y secadas	1,91	0,680	2,81
Molidas y remojadas un día	2,00	0,690	2,90
Secadas	2,09	0,770	2,71

¹ Se incluyó un 15% en la dieta en todos los casos

Fuente: Ruengpaibul (citado por Kassumma, 1987)

Tabla 19. Rasgos de comportamiento de cerdos en finalización alimentados con harina de hojas de leucaena o yuca.

Criterio	Harina foliar (15%)		
	0	Leucaena	Yuca
Peso inicial (kg)	60,9	59,2	60,0
Peso final (kg)	102,1	98,5	100,3
Consumo (kg/día)	2,92	2,85	2,98
Ganancia diaria (kg)	0,800	0,675	0,782
Conversión (kg/kg)	3,66	4,22	3,81

¹ La fuente energética fue jugo de caña de azúcar, cerca de 72% de la dieta

Fuente: Abreu (citado por Mena, 1987)

Es evidente que el follaje fresco implica su suministro a los cerdos inmediatamente después de ser cosechado, y en este caso el principal detalle a tener en cuenta es cómo asegurar su consumo total, tal vez utilizando el sistema de alimentación Lehman. El suministro del follaje en forma de harina facilita su mezcla con el resto de los ingredientes secos de la ración. En este caso, es importante garantizar que su valor nutritivo no se altere durante su almacenamiento.

En una primera prueba, Mena (1989) halló un ligero aumento en el consumo voluntario de los animales y, como consecuencia, también un ligero incremento en la ganancia diaria de los cerdos. El suministro de las hojas frescas de guásima se hizo adicionalmente a la ración diaria, y aunque se calculó que fuera el 10% del total de alimento a consumir, los cerdos sólo consumieron el equivalente a un 7,6% (tabla 20). La conversión alimentaria obviamente se deterioró.

En una segunda prueba con animales que tenían un mayor peso vivo inicial (tabla 21), pero donde la guásima foliar no se suministró

adicionalmente a la ración diaria, sino como parte integrante del alimento, Mena (1989) halló un efecto contrario al observado en la primera prueba, o sea, una disminución en el consumo voluntario de la ración, que fue muy evidente en la ganancia diaria, con relación a los animales que consumieron las hojas de guásima. Sin embargo, no hubo cambios en la conversión alimentaria.

Se hace evidente que en lo referente al uso de harina de guásima en la alimentación porcina, se requiere de mayor información experimental. Esta idea se vería reforzada por los resultados del estudio de su valor nutritivo, determinado tanto a nivel prececal como rectal, o a través de pruebas de digestibilidad *in vitro* mediante incubaciones con pepsina y pancreatina. En este sentido, los datos de Díaz (2003) indicaron que no había ventaja si se usaba a un nivel de 10% de inclusión de la guásima en la dieta.

Se evaluó el uso del follaje arbóreo de otra leguminosa, el bienvestido o matarratón (*Gliricidia sepium*), por un equipo de investigadores de Maracaibo, sin muchos resultados alentado-

Tabla 20. Rasgos de comportamiento de cerdos en crecimiento alimentados con hojas de guásima¹.

Criterio	Hojas frescas de guásima (%)	
	0	7,6
Peso inicial (kg)	23,7	23,7
Peso final (kg)	69,6	71,2
Días en prueba	91	91
Consumo (kg/día)	2,10	2,47
Ganancia diaria (kg)	0,504	0,521
Conversión (kg/kg)	4,17	4,75

¹ Las hojas se suministraron en adición a la ración diaria. La dieta contenía 72% de jugo de caña de azúcar
Fuente: Mena (1989)

Tabla 21. Rasgos de comportamiento de cerdos en crecimiento alimentados con hojas de guásima¹.

Criterio	Hojas frescas de guásima (%)	
	0	10
Peso inicial (kg)	30,4	31,5
Peso final (kg)	81,0	80,5
Días en prueba	98	105
Consumo (kg/día)	2,34	2,10
Ganancia diaria (kg)	0,516	0,466
Conversión (kg/kg)	4,53	4,51

¹ La dieta contenía cerca de 72% de jugo de caña de azúcar
Fuente: Mena (1989)

res en cerdos en crecimiento, aunque de acuerdo con su criterio, pudiera usarse en la dieta hasta un 20% de inclusión de harina del follaje de gliricidia (tabla 22). En dietas con más del 20%, Vázquez y Roso (1997) hallaron una disminución del consumo voluntario del follaje de gliricidia, aunque ya con ese 20% comenzaban a deteriorarse la ganancia diaria y la conversión alimentaria.

Otros dos árboles no leguminosos, la trichantera o nacedero (*T. gigantea*) y la morera (*M. alba*), han sido examinados también como posibles fuentes de proteína arbórea para cerdos. Mientras que los experimentos con trichantera no han sido concluyentes, los de morera muestran, entre todos los que se han hecho con follajes de árboles tropicales, los resultados más

promisorios. Los datos del experimento realizado en Colombia por Sarría, Villavicencio y Orejuela (1991) aparecen en la tabla 23.

Esnaola y Brenes (1986) parecen haber sido de los primeros que en América se detuvieron a considerar el valor de la morera como posible fuente proteica en la alimentación de cerdos que consumían taro, ócumo o malanga. En otro estudio centroamericano, más convencional desde el punto de vista de su diseño, Trigueros y Villalta (1997) hallaron que existían ventajas evidentes al incluir harina de follaje de morera en la dieta de los cerdos hasta un 15% (tabla 24). El tratamiento con 20% de este recurso arbóreo fue deficiente en cuanto a los resultados, incluyendo una evidente disminución en el consumo de alimento. Debido a que en la morera no se han detectado factores antinutricionales a tener muy en cuenta, es probable que la limitación del consumo pudiera estar relacionada con la capacidad de retención de agua del material foliar.

Osorto (2003) halló que en cerdos en finalización alimentados con harina de follaje de morera, de hecho no había efecto de tratamiento en los rasgos de comportamiento de los animales, aun cuando la morera llegara a constituir un 20% del alimento (tabla 25). Al parecer, la respuesta en el consumo voluntario del alimento mostró una respuesta cuadrática, con un menor consumo cuando el follaje de morera constituyó el 20% de la ración. En un tratamiento adicional en el que se ofrecieron hojas frescas de morera a los cerdos, el consumo disminuyó con respecto al medido en los tratamientos que poseían harina de morera en su formulación. Es interesante hacer notar que la conversión alimentaria fue excelente cuando los cerdos fueron alimentados con hojas frescas de morera.

En una prueba hecha para medir rasgos reproductivos de cerdas alimentadas con harina de morera, Muñoz (2003) no halló efecto negativo en los indicadores medidos (tabla 26). Estos resultados contrastaron favorablemente con lo demostrado por Willet, Henke y Maruyama (1945) y por Wayman e Iwanaga (1957), acerca del efecto altamente nocivo de alimentar cerdas reproductoras con leucaena.

Tabla 22. Rasgos de comportamiento de cerdos en crecimiento alimentados con harina de follaje de gliricidia.

Criterio	Harina de follaje de gliricidia (%)				
	0	10	20	30	40
Número de animales	6	6	6	6	6
Peso inicial (kg)	18,3	18,0	19,0	19,8	17,8
Peso final (kg)	60,4	59,2	59,7	44,3	37,8
Ganancia diaria (kg)	0,706	0,693	0,678	0,409	0,333
Conversión (kg/kg)	2,83	2,88	2,94	3,91	4,24

Fuente: Vázquez y Roso (1997)

Tabla 23. Rasgos de comportamiento en cerdos alimentados con niveles variables de harina de follaje de trichantera en sustitución de harina de soya.

	Proteína de trichantera (% del total en dieta)			
	0	5	15	25
Peso inicial (kg)	27,0	26,0	25,1	24,9
Peso final (kg)	98,0	92,0	84,2	75,8
Consumo (kg MS/día)	2,05	2,08	1,98	1,98
Ganancia (kg/día)	0,626	0,585	0,522	0,451
Conversión de MS (kg/kg)	3,27	3,56	3,80	4,04

Fuente: Sarría *et al.* (1991)

Tabla 24. Rasgos de comportamiento en cerdos alimentados con niveles variables de harina de follaje de morera.

	Harina de follaje de morera (%)				
	0	5	10	15	20
Peso inicial (kg)	17,1	16,3	15,8	17,4	16,5
Peso final (kg)	54,5	52,5	54,6	58,4	47,3
Consumo (kg MS/día)	2,29	1,96	2,10	2,21	1,83
Ganancia (kg/día)	0,68	0,65	0,70	0,74	0,56
Conversión de MS (kg/kg)	3,37	3,00	2,99	2,98	3,61

Fuente: Trigueros y Villalta (1997)

Tabla 25. Rasgos de comportamiento de cerdos en finalización (50-90 kg) alimentados con harina de follaje u hojas frescas de morera.

	Harina de follaje (%)				Hojas frescas ¹
	0	10	15	20	
Consumo (kg MS/día)	2,18	2,13	2,21	2,09	1,52
Ganancia (kg/día)	0,782	0,696	0,684	0,731	0,633
Conversión de MS (kg/kg)	2,79	3,06	3,23	2,86	2,40

¹ Hojas *ad libitum* + suplemento (2,5 g/kg de peso vivo por día)

Fuente: Osorto (2003)

Tabla 26. Índices reproductivos de cerdas gestantes alimentadas con forraje de morera *ad libitum*.

	AC ¹	Harina de morera <i>ad libitum</i> AC	AC (75%)
Tamaño de camada			
Crías nacidas vivas	9,75	9,00	11,00
Crías nacidas muertas	0,75	0,50	0,75
Crías totales	10,50	9,50	11,75
Crías destetadas	9,75	8,75	10,50
Peso de la camada (kg)			
Al nacimiento	1,35	1,51	1,34
Al destete	5,40	6,30	6,07
Ganancia de la camada (kg)			
En 21 días (kg/cerdito)	4,05	4,79	4,73
Peso/cerda (kg/camada)	38,44	43,41	45,71

¹ Alimento comercial

Fuente: Muñoz (2003)

Conclusiones

Es probable que en el momento en que se escribe esta revisión del uso de árboles y arbustos tropicales en la alimentación porcina, existan más interrogantes que certezas en cuanto al uso de estos recursos como alimentos para el cerdo, tal vez porque la estrategia de alimentación no esté claramente definida: ¿el destino será usar estos recursos como se hace con la alfalfa, e incorporarlos como un ingrediente más en los alimentos concentrados comerciales que se suelen distribuir a los porcicultores? ¿O la alternativa viable es su uso en pequeña escala para fincas que producen animales para el mercado local, o más que local, rural?

No obstante, desde el punto de vista del avance científico en el uso de árboles y arbustos forrajeros para el ganado porcino, pudieran establecerse algunas observaciones, sin perder de vista dos aspectos muy importantes relacionados con la teoría del consumo voluntario de alimentos fibrosos en el cerdo: la voluminosidad restringe este consumo (Kyriazakis y Emmans, 1995) y las altas temperaturas propias del ambiente tropical también contribuyen a restringir la actividad prandial (Stahly, citado por Lee y Close, 1987). Para saber cómo estos efectos pueden manipularse con beneficio, obviamente

se requiere la generación de más conocimiento científico.

A modo de conclusiones, que pudieran considerarse a su vez propuestas a desarrollar, se detallan las ideas presentadas en esta revisión.

Nutrición

Los árboles y arbustos tropicales no leguminosos parecen aventajar a los leguminosos en el aprovechamiento de sus nutrientes, sobre todo el N, y en determinar mejores rasgos de comportamiento y reproductivos en el ganado porcino.

Los árboles y arbustos tropicales no leguminosos pueden integrarse a los sistemas de producción de animales monogástricos, mediante el uso de las excretas de estas especies como fuente de fertilizante, lo que contribuye a preservar el medio ambiente y a disminuir o prescindir del uso de fertilizantes químicos.

Es posible destinar los follajes arbóreos con menos pared celular y sustancias antinutricionales, a la alimentación de especies monogástricas como el cerdo, y utilizar los que no tienen estas características en la alimentación de especies rumiantes o herbívoros.

Sistemas integrados de producción agropecuaria

Se requiere continuar investigando y poner en práctica los resultados que se obtienen para

incrementar la eficiencia de los sistemas de producción porcina mediante la integración del componente arbóreo como un subsistema imprescindible. Para ello es perentorio hacer estudios econométricos *ad hoc*.

Extensionismo

Es necesario intensificar el trabajo de capacitación, divulgación y de investigación participativa en el medio rural para acelerar la introducción de los resultados experimentales en la producción porcina en el menor tiempo posible.

Agradecimientos

El autor desea expresar su agradecimiento a todos sus colegas de la Fundación para la Universidad de Agricultura Tropical, durante su permanencia en el campus de la Real Universidad de Agricultura, Phnom Penh (2000-2003), y del Departamento de Bioquímica y Fisiología del Instituto de Investigaciones Porcinas, La Habana, particularmente a los Sres. Consuelo Díaz y Manuel Macías, por todo el apoyo y colaboración entusiasta en el desarrollo de muchos de los trabajos expuestos en el presente texto. También quisiera agradecer la asistencia técnica de las bibliotecarias del Instituto de Investigaciones Porcinas por su eficiente, seria y eficaz ayuda en la localización y captura de información a veces muy difícil de encontrar.

Igualmente, es necesario expresar las gracias a las agencias suecas SIDA/SAREC, así como a la FAO por financiar en parte los estudios llevados a cabo en Camboya y en Vietnam. Las autoridades del Grupo Empresarial Porcino del Ministerio de Agricultura de la República, colaboraron siempre para que todo el trabajo experimental se condujera sin contratiempo de ningún tipo, tanto en el Instituto como fuera de él.

Sin tanta ayuda, muchas veces anónima y siempre abnegada, la presente revisión tendría poco que decir.

Referencias

- Argenti, P. & Espinoza, 1998. Use of *Leucaena* in feeding pigs. In: *Leucaena*, adaptation, quality and farming systems. (H.M. Shelton, R.C. Gutteridge and B.F. Mullen, Eds.). Australian Centre for International Agricultural Research. Proceedings No. 86. Canberra, Australia. p. 294
- Botero, R. 1988. Los árboles forrajeros como fuente de proteína para la producción animal en el trópico. En: *Sistemas intensivos para la producción animal y de energía renovable con recursos tropicales*. (S. López, T.R. Preston y M. Rosales, Eds.). Cali, Colombia. p. 76-96
- Buy, H.N.P. & Lindberg, J.E. 2001. Ileal apparent digestibility of amino acids in growing pigs given a cassava root meal diet with inclusion of cassava leaves, leucaena leaves and groundnut foliage. *Animal Science*. 72:511
- Chiv, P., Preston, T.R. & Ly, J. 2003. Mulberry leaves as protein source for young pigs fed rice based diets. Digestibility studies. *Livestock Research for Rural Development*. 14(6); www.cipav.org.co/llrd/llrd14/6/phiny146
- CIAT 1979. Informe Anual 1978. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Documento 02SIS-78. Cali, Colombia. p. 20
- Díaz, C. 2003. Evaluación nutritiva del uso de recursos arbóreos tropicales en la alimentación de cerdos en Cuba. Tesis MSci. Instituto de Investigaciones Porcinas. La Habana, Cuba. p. 78
- Domínguez, R.A. 2002. Evaluación agrónomica de la morera (*Morus alba*) como alternativa forrajera para Yucatán. Tesis MSci. Instituto Tecnológico Agropecuario No. 2. Conkal, México. p. 52
- Echeverría, E.; Belmar, R.; Ly, J. & Santos, R. 2002. Effect of *Leucaena leucocephala* leaf meal treated with acetic acid or sodium hydroxide on apparent digestibility and nitrogen retention in pig diets. *Animal Feed Science and Technology*. 101:151
- Esnaola, M.A. & Brenes, O. 1986. Sustitución de harina de pescado por follaje de morera (*Morus spp.*) como fuente proteica para cerdos en desarrollo alimentados con nampi (*Colocasia esculenta* (Shott)). En: *Alimentos no tradicionales en cerdos en fincas pequeñas*. CATIE. Informe Técnico No. 66. Turrialba, Costa Rica. p. 47
- González, C.; Tepper, R. & Ly, J. 2004. An approach to the study of the nutritive value of mulberry leaves and palm oil in growing pigs. *Revista Computadorizada de Producción Porcina*. 11 (suplemento 1)
- González, D.; González, C.; Díaz, I.; Ly, J. & Vecchionacce, H. 1999. Determinación de la digestibilidad de nutrientes de dietas de follaje de yuca amarga (*Manihot esculenta* Crantz) y aceite de palma (*Elaeis guineensis*) en cerdos. *Revista Computadorizada de Producción Porcina*. 6 (1):22

- Reverter, M.; Lundh, T. & Lindberg, J.E. 1999. Ileal amino acid digestibilities in pigs of barley-based diets with inclusion of lucerne (*Medicago sativa*), white clover (*Trifolium repens*), red clover (*Trifolium pratense*) or perennial ryegrass (*Lolium perenne*). **British Journal of Nutrition**. 82:139
- Rivas, E.T.; Argañosa, V.G.; López, P.L. & Oliveros, B.A. 1978. The production performance, slaughter and carcass characteristics of growing-finishing pigs fed with high levels of ipil-ipil (*Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit) leaf meal supplemented with ferrous sulfate. **Philippine Agriculturist**. 61:330
- Salas, L. & Castellanos, A. 1986. Incorporación de la harina de leucaena en la dieta del cerdo en crecimiento y finalización. **Veterinaria de México**. 17:35
- Santos, R. & Abreu, E. 1995. Evaluación nutricia de la *Leucaena leucocephala* y del *Brosimum alicastrum* y su empleo en la alimentación de cerdos. **Veterinaria de México**. 26:51
- Sarría, P.; Villavicencio, E. & Orejuela, L.E. 1991. Utilización de follaje de nacedero (*Trichanthera gigantea*) en la alimentación de cerdos de engorde. **Livestock Research for Rural Development**. 3 (2):51
- Seijas, Y.; González, C.; Vecchionacce, H.; Hurtado, E. & Ly, J. 2003. The effect of crude palm oil on total tract digestibility of pigs fed trichanthera (*Trichanthera gigantea* H.B.K. Stend) foliage meal. **Livestock Research for Rural Development**. 15 (5):www.cipav.org.co/lrrd/lrrd15/5/yelitz155
- Torres, F. 1983. Role of woody perennials in animal husbandry. **Agroforestry Systems**. 1:131
- Trigueros, R.O. & Villalta, N. 1997. Evaluación del uso de follaje deshidratado de morera (*Morus alba*) en alimentación de cerdos de la raza Landrace en etapa de engorde. En: Resultados de Investigación. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal. San Salvador, El Salvador. p. 150
- Vázquez, P.C. & Roso, L. 1997. Evaluación de la harina de matarratón (*Gliricidia sepium*) sobre la ganancia de peso de cerdos en crecimiento. **Archivos Latinoamericanos de Producción Animal**. 5 (suplemento 1):274
- Wayman, O. & Iwanaga, I.I. 1957. The inhibiting effect of *Leucaena glauca* (kao haole) on reproductive performance in swine. Proceedings of the Western Section of the American Society of Animal Science. 8:1
- Willet, E.L.; Henke, L.A. & Maruyama, C. 1945. Roughage for brood sows. Hawaii Agriculture Experiment Station Report. University of Hawaii. Honolulu, Hawaii. p. 1942