

Empleo del follaje de plantas de *Musa spp* como alternativa para la alimentación animal

Resumen

Los plátanos y bananos (*Musa spp.*) son frutas tropicales que suelen cultivarse con fines comerciales o de autoconsumo humano en muchas partes del mundo. Estos cultivos, suelen generar un volumen importante de residuos y sobrantes de frutas no aptas para el consumo humano, y que se han explorado como alimento animal. En esta reseña se abordan algunos aspectos relacionados con las características fundamentales de estos cultivos como fuente importante de carbohidratos, que en condiciones de inmadurez están en forma de almidón, que se transforma en sacarosa cuando las frutas maduran. También cuando avanza la maduración disminuye el contenido de taninos y tienen contenido relativamente bajos de fibras y Nitrógeno (N). Cuando la fruta se ofrece madura a los animales, o cuando los plátanos y bananos verdes se cocinan o se secan, el consumo voluntario mejora. Además, a pesar de ser la harina de residuos foliares del plátano una fuente de alimento fibrosa con limitaciones en su composición bromatológica, puede constituir un componente de la dieta de los cerdos en preceba cuyo límite de inclusión puede llegar a un 15% y en la ceba hasta el 20%.

Palabras claves: composición química, consumo animal, residuos foliares, plátanos y bananos.

Introducción

Los plátanos y bananos (*Musa spp.*) son plantas Monocotiledónea, herbácea de tallo aéreo, no leñoso, de origen asiático. Los bananos pertenecen a especies tales como: *Musa sapientum* y *Musa cavendishii* y, los plátanos son de la especie *Musa paradisiaca*. Su valor nutritivo radica fundamentalmente en su contenido de

carbohidratos. Además, son alimentos extremadamente acuosos, y por lo tanto, voluminosos: cerca de las dos terceras partes de las mismas son agua. Por este motivo estas frutas han sido utilizadas en la alimentación animal como fuentes de energía, y por otra parte, se han ensayado formas de aumentar la densidad energética del alimento.

La planta inicia su ciclo vegetativo cuando una yema fértil del rizoma (tallo subterráneo) entra en actividad, dando origen a las primeras hojas. En caso de plantaciones ya establecidas, el rizoma que forma la planta adulta produce nuevas plantas (hijos) a partir de sus yemas, que crecerán mientras la planta de la cosecha anterior sigue su evolución hacia la fructificación, senectud y muerte.

Las hojas que se forman de la yema vegetativa, crecen y se cierran sobre sí mismas, dando lugar a un falso tallo. Cuando la planta ha expedido la mitad de las hojas, la yema vegetativa se convierte en floral y produce un tallo aéreo que tiene la misma estructura del rizoma y carece de fibras lignificadas. En la parte final del tallo aéreo se localizan las flores que darán lugar a los frutos.

Según Bao *et. al.* (1987), una planta de banano al momento de su cosecha debe tener un peso promedio de 100 Kg los cuales están repartidos en 15 Kg de hojas; 50 Kg de pseudotallo; 33 Kg de plátano y 2 Kg de raquis. Esto lógicamente indica que más del 75% del volumen total de producción lo constituyen los desechos que no aprovecha el hombre sistemáticamente como fuente de alimentos tradicionales y pudiera emplearse en la alimentación animal.

Este trabajo se realiza con el objetivo de dar a conocer la importancia que tiene el empleo de los residuos foliares de plátanos y bananos en la alimentación animal.

Producción de plátanos y bananos. Rendimiento

La producción de plátanos y bananos en el mundo, se muestra en la Tabla 1. El pseudotallo y las hojas representan más del 60% de la biomasa seca que se produce en las plantaciones de plátano (Márquez, 1991), sin embargo en la mayoría de los casos estos subproductos quedan en el campo o se le da pobre uso como fuente de alimento para los animales.

Tomando en consideración lo expuesto anteriormente en cuanto a volumen de subproductos existentes en el mundo y la composición bromatológica de los mismos (Gohl, 1975; Márquez, 1991; Babatunde 1992; García, 1994) se dispone por esta vía de alrededor de 107615 millones de MJ de energía, 6245.8 y 420.7 miles de toneladas de materia seca y de proteína bruta respectivamente. Estos resultados obviamente constituyen un reto que es necesario aceptar y dar solución para lograr una mejor eficiencia con estos alimentos.

TABLA 1. PRODUCCIÓN DE PLÁTANO, BANANOS Y SUBPRODUCTOS DE COSECHA EN MILES DE TONELADAS

	Producción plátano y bananos	Total de subproductos ¹	Materia seca ²	Proteína bruta ²	Energía ² , MJ, millones
Mundial	101574	6246	421	107615	50787
África	14210	8743	59	1015	7105
N. América	15882	977	66	1134	7941
S. América	27536	1693	114	1966	13768
Asia	40076	2335	160	2760	20078
Europa	824	51	3	59	412
Oceanía	3046	187	13	217	1523

Fuente: FAO (1993) ¹Según resultados de Bao *et al.* (1987). ²Calculado a partir de García (1994).

El rendimiento promedio por hectárea de masa verde y materia seca de los subproductos del plátano se muestran en la Tabla 2. Se aprecia que el peso del pseudotallo y hojas informados por García *et al.* (1993) es superior al descrito por Ffoulkes *et al.* (1978) y Pound y Fernández (1981), sin embargo el contenido de materia seca fue menor en el pseudotallo, no sucediendo así en el caso de las hojas, donde el contenido de materia seca se enmarcó en rangos superiores a los descritos por los autores mencionados anteriormente (Ffoulkes *et al.*, 1978; Pound y Fernández 1981).

TABLA 2. RENDIMIENTO DE DIFERENTES PARTES DE LA PLANTA DEL PLÁTANO (T.HA-1).

Medidas (t)	Pseudo-tallo	Hojas	Tercio superior	Autores
Masa verde	27.0	6.4	-	Ffoulkes <i>et al.</i> (1978)
Masa seca	4.2	0.5	-	Ffoulkes <i>et al.</i> (1978)
Materia seca	4.1	0.4	-	Pound y Fernández (1981)
Materia verde	50.43	9.16	25.97	García <i>et al.</i> (1993)
Materia seca	3.18	1.78	2.84	García <i>et al.</i> (1993)
Proteína bruta	0.16	0.20	0.26-0.23	García <i>et al.</i> (1993)

Los subproductos foliares del plátano al igual que otros desechos agrícolas y algunos forrajes presentan la dificultad de ser bajos en materia seca y altos en fibras lo cual limita su utilización en dietas de animales (por ejemplo: los monogástricos). Estas dificultades han traído como consecuencia su uso fundamentalmente en rumiantes (Godoy y Elliot 1981; Babatunde, 1992). No obstante también existen algunas referencias del empleo de estos residuos foliares en la alimentación del cerdo en Indonesia (Nitis *et al.* 1986).

Composición nutritiva de los plátanos y bananos

En la Tabla 3, se presentan los datos de la composición de alimentos para animales de granja que se han publicado en Europa, donde aparecen los bananos y los plátanos. En estos datos se evidencian las características esenciales de estas frutas, presumiblemente importadas: bajo contenido de MS en forma fresca, y un predominio de los carbohidratos no estructurales (ELN) en la materia orgánica.

TABLA 3. PERFIL NUTRITIVO DE LOS BANANOS EN ALGUNOS PAÍSES DE EUROPA

Composición (% base seca)	Francia ¹			Alemania ²
	Verde Entero ³	Verde Ensilado	Maduro Entero	Verde Entero
MS	21.0	29.0	22.0	33.2
Cenizas	4.7	3.7	5.0	2.9
Fibra cruda	2.8	5.1	3.6	5.0
Extracto etéreo	1.4	-	0.9	1.8
ELN	85.4	-	84.6	88.6
Nx6.25	5.7	5.1	5.9	4.5
Calcio	-	-	0.04	-
Fósforo	-	-	10.4	-
FDN	7.6	-	10.4	-
FDA	5.2	-	8.1	-
Almidón	73.3	71.0	6.8	-
Carbohidratos solubles	1.9	-	67.2	-
Energía bruta (KJ.g ⁻¹ MS)	17.33	17.31	17.11	-

¹ INRA (1984) ² Nehring *et al.* (1972) ³ Implica pulpa + cáscara

TABLA 4. PERFIL NUTRITIVO DE LOS BANANOS EN AMÉRICA (POR CIENTO EN BASE SECA)

	MS	Cenizas	Fibra cruda	Extracto etéreo	ELN	Nx6.25	Fuente
Banano Verde Entero	-	-	4.8	-	-	-	Armas <i>et. al.</i> (1961)
	84.8 ¹	6.4	4.6	1.9	81.9	4.9	Bressani <i>et. al.</i> (1961)
	15.0	6.6	4.0	2.5	78.5	5.2	Devendra y Gohl (1970)
	20.9	4.8	3.4	1.9	85.1	8.4	INIAP (1971)
	80.7	6.3	5.6	2.6	80.7	4.8	INIAP (1971)
	21.6	5.3	-	3.9	75.9 ²	5.8	Le Dividich <i>et. al.</i> (1976)
Pulpa	89.3	2.9	1.9	0.7	80.1	3.7	Barnett (1956)
	-	-	1.1	-	-	4.0	Armas <i>et. al.</i> (1961)
	88.6	4.2	3.3	0.2	86.8	5.5	Bressani <i>et. al.</i> (1961)
	24.4	3.3	1.2	0.6	90.2	4.7	Devendra y Gohl (1970)
	30.1	3.3	0.7	0.7	91.0	4.3	INIAP (1971)
Cáscara	88.5	13.0	6.5	10.2	62.9	7.4	Barnett (1956)
	-	-	10.6	-	-	6.7	Armas <i>et. al.</i> (1961)
	8.6	15.8	10.2	7.3	58.5	8.2	Devendra y Gohl (1970)
Banano Maduro Entero	31.0	3.3	2.2	0.9	88.2	5.4	Gohl (1970)
	21.0	4.8	5.2	1.0	82.4	5.6	INIAP (1971)
	19.5	8.5	3.6	-	76.1	5.7	Le Dividich <i>et. al.</i> (1976)
Cáscara	-	14.8	13.1	5.1	58.4	8.6	Decamargo <i>et. al.</i> (1996)
Plátano Verde Entero	29.4	3.6	1.1	0.8	90.5	4.0	Devendra y Gohl (1970)
	90.6	2.9	0.8	0.2	93.0	3.7	INIAP (1971)
	21.0	-	2.8	1.4	-	1.1	Rodríguez (1992)
Pulpa	42.8 ³	1.3	0.5	0.1	95.5	2.6	Devendra y Gohl (1970)

1 Secado al sol 2 Suma de almidón y carbohidratos solubles 3 Cocinado

Según informan De Alba (1951); Squibb y Salazar (1951); De Alba y Basadre (1952), es evidente que la América tropical es la región del mundo donde más se ha investigado la utilización de bananos en la alimentación animal.

Algunos resultados de estudios originados en América se muestran en la Tabla 4, y corresponden fundamentalmente a análisis que se le han realizado a la fruta verde entera, a la pulpa, y a la cáscara. Al respecto, puede constatarse que el contenido de ELN es predominante en la pulpa, y que éste decrece en la cáscara en favor de los otros componentes del esquema analítico de Weende, casi en la misma proporción para las cenizas, fibra cruda, extracto etéreo y proteína cruda. Por otra parte, los resultados que se observan sobre los plátanos muestran la misma tendencia en cuanto a su composición química.

En la Tabla 5 aparecen datos de la composición química de bananos de Trinidad y Tobago publicadas por Devendra y Göhl (1970). Las frutas correspondieron a variedades cultivadas en el Caribe, distintas a las analizadas por Bressani *et. al.* (1961) en Guatemala, pero presentan características comunes a éstas, con un predominio evidente de la fracción del ELN.

TABLA 5. CONTENIDO DE NUTRIENTES EN BANANAS DE VARIETADES CULTIVADAS EN TRINIDAD Y TOBAGO (POR CIENTO EN BASE SECA)

	MS	Cenizas	Fibra cruda	Extracto etéreo	ELN	Nx6.25
Variedad						
Fruta con cáscara						
Govemor	31.0	2.9	3.9	0.9	88.7	3.6
Lacatan	31.6	4.4	2.5	0.9	84.8	7.4
Moko	31.0	5.0	2.6	1.2	86.2	5.0
Sucrier	31.0	5.2	2.6	0.7	86.9	4.6
Fruta con cáscara						
Moko	30.7	2.0	1.4	0.2	92.9	3.5
Mysore	32.2	3.0	2.1	1.4	88.8	4.7
Cáscara						
Mysore	10.8	7.2	2.3	5.2	77.2	8.1

Fuente: Devendra y Gohl (1970)

Los plátanos y bananos son esencialmente una fuente de energía, en forma de almidón, si están verdes, que es como generalmente se cosechan, o en forma de sacarosa, si están maduros. Esto puede aparecer reflejado (INRA 1984) o no (Wu y Flores 1961; Nehring *et. al.*, 1972) en las pocas tablas de composición de alimentos que se han publicado, que contengan datos sobre bananos y plátanos.

En la Tabla 8, se muestran algunos resultados obtenidos en Nigeria. Castillo y Gerpacio (1976) informaron que en frutas enteras de bananos verdes, el contenido de MS fue 90.7%, mientras que en base seca, el contenido de cenizas y fibra cruda fue 4.4 y 5.2% respectivamente, mientras que el de las fracciones más digestibles, es decir, extracto etéreo, ELN y proteína bruta, las cifras alcanzaron 3.1; 84.4 y 3.3%, respectivamente.

Tabla 8. CONTENIDO DE NUTRIENTES EN BANANAS Y PLÁTANOS EN AFRICA Y ASIA (POR CIENTO EN BASE SECA)

MS	Cenizas	Fibra cruda	Extracto etéreo	ELN	Nx6.25	Fuente de los datos
Banano verde						
<i>Pulpa</i>						
25.1	3.4	0.8	1.6	90.6	3.6	Oyenuga (1968)
<i>Cáscara</i>						
-	16.5	13.0	6.0	56.8	7.7	Maymone y Tiberio (1951)
-	15.3	6.4	-	-	8.1	Onwuka et. al. (1997)
Banano madura						
<i>Pulpa</i>						
30.5	4.5	0.1	0.5	90.7	4.2	Oyenuga (1968)
<i>Cáscara</i>						
14.1	13.4	7.7	11.6	59.4	7.9	Oyenuga (1968)
Plátano verde						
<i>Cáscara</i>						
-	13.6	6.2	-	-	11.3	Onwuka et. al. (1997)
15.0	10.1	5.6	-	71.2	8.0	Ketiku (1973)
<i>Pulpa</i>						
44.0	2.0	0.5	-	93.4	3.0	Ketiku (1973)
Plátano maduro						
<i>Cáscara</i>						
18.4	17.2	6.4	5.6	61.7	9.1	Oyenuga (1968)
12.0	10.8	8.6	-	70.0	8.0	Ketiku (1973)
<i>Pulpa</i>						
43.0	2.2	1.1	-	92.0	3.5	Ketiku (1973)

Tabla 10. CONTENIDO DE NUTRIENTES EN BANANAS Y PLÁTANOS DE VARIETADES CULTIVADAS EN CUBA (POR CIENTO EN BASE SECA)

MS	Cenizas	Fibra cruda	Extracto etéreo	ELN	Nx6.25
Varietas					
Bananas ¹					
<i>Guineo Dátil</i>	29.4	2.1	1.4	0.8	90.2
<i>Guineo Morado</i>	25.1	2.8	1.6	1.4	85.7
<i>Guineo Manzano</i>	28.0	3.1	1.6	0.3	91.0
<i>Plátano Puya</i>	25.0	2.8	2.2	0.3	90.4
<i>Plátano Enano ²</i>	21.9	2.9	1.5	0.3	86.7
Plátanos verdes					
<i>Plátano Burro</i>	25.6	2.5	1.6	0.4	89.8
<i>Plátano Tongo</i>	32.1	2.4	1.2	0.2	92.3
<i>Plátano Macho</i>	39.2	1.9	1.4	0.1	93.1
<i>Plátano Macho</i>	35.7	2.5	0.8	0.4	93.1
Plátanos maduros					
<i>Plátano Burro</i>	28.1	2.2	1.3	1.6	89.6
<i>Plátano Macho</i>	29.4	3.2	1.2	2.7	89.9

¹ No se informó el estado de maduración ² Musa Nana Lour. Las otras bananas son *Musa sapientum*

Fuente de los datos: Navia et. al. (1955)

Los bananos y plátanos no se distinguen por su riqueza en nitrógeno, y por otra parte se ha asegurado que la proteína de estas frutas es de pobre calidad (Sharaf et. al. 1979).

Existe alguna información sobre el perfil de aminoácidos en estas frutas, lo que se muestra en la Tabla 9.

Tabla 9. PERFIL DE AMINOÁCIDOS ESENCIALES EN BANANAS Y PLÁTANOS (POR CIENTO EN BASE SECA)

	Bananas Verdes		Plátanos	
	Verdes	Verdes	Verdes	Maduros
<i>Arginina Cistina</i>	0.20	0.08	0.14	0.32
<i>Fenilalanina</i>	0.16	0.16	ni ¹	ni
<i>Histidina</i>	0.16	0.16	0.09	0.10
<i>Isoleucina</i>	0.12	0.12	0.07	0.08
<i>Leucina</i>	1.00	1.00	0.08	0.09
<i>Lisina</i>	0.16	0.16	0.13	0.15
<i>Metionina</i>	0.16	0.16	0.08	0.16
<i>Metionina</i>	0.04	0.04	0.02	0.04
<i>Treonina</i>	0.12	0.12	0.06	0.06
<i>Triptófano</i>	0.04	0.04	ni	ni
<i>Valina</i>	0.12	0.12	0.10	0.10

¹ No informado

Fuente de los datos: Gebhardt et. al. (1982) para las bananas y Ketiku (1973) para los plátanos

En la Tabla 10 se presentan cifras publicadas sobre la composición de bananos y plátanos de genotipos cultivados en Cuba a mediados del siglo XX. En estos resultados, sin embargo, no se revelan modificaciones de importancia que los separen de las de otros contemporáneos de países del trópico americano.

En la Tabla 11 se presentan variedades de *Musa* del tipo *Cavendishii* cultivadas en Cuba. En este trabajo de Llanes et. al. (1985) algo más reciente que el anterior, los datos correspondieron a muestras del Este de Cuba, la cáscara representó el 41.2 y el 23.2% en base fresca y base seca respectivamente, del total de la fruta (dedo). El peso promedio de la fruta fue de 125.7 g. Por demás, no aparecen índices que señalen ninguna modificación de importancia en la composición química de los bananos.

TABLA 11. CONTENIDO DE NUTRIENTES EN PULPA Y CÁSCARA DE BANANAS DE SIETE VARIEDADES DE MUSA DEL TIPO CAVENDISHII CULTIVADAS EN CUBA (POR CIENTO EN BASE SECA)

Variedades	Cenizas	Fibra cruda	Nx6.25	Azúcares solubles	P	Ca
Pulpa						
<i>Parecido al Rey</i>	4.3	0.2	3.7	12.2	0.10	0.22
<i>Tetraploide</i>	3.9	0.4	5.0	27.4	0.10	0.23
<i>Cavendish Gigante</i>	4.9	0.7	3.8	11.3	0.09	0.22
<i>Cavendish Enano</i>	4.4	0.3	4.0	13.0	0.07	0.19
<i>Robusta</i>	4.5	0.4	4.5	12.2	0.06	0.23
<i>UC-RS</i>	4.4	0.3	3.6	12.9	0.10	0.17
Cáscara						
<i>Parecido al Rey</i>	15.7	9.1	6.9	11.4	0.11	0.28
<i>Tetraploide</i>	14.6	10.2	7.3	11.4	0.17	0.49
<i>Cavendish Gigante</i>	17.4	11.9	6.9	10.7	0.15	0.39
<i>Cavendish Enano</i>	19.2	11.2	6.6	11.4	0.15	0.40
<i>Robusta</i>	15.8	10.0	7.2	9.7	0.15	0.42
<i>UC-RS</i>	14.2	10.1	6.6	9.7	0.09	0.29
<i>Valer</i>	13.8	8.3	6.1	8.0	0.09	0.34

Fuente de los datos: Llanes *et. al.* (1985)

Composición bromatológica de los residuos foliares del plátano

El uso de los residuos foliares de plátanos y bananos en la alimentación animal parece estar justificado por ser cultivos tropicales perennes, que presentan una alta producción de biomasa por hectárea al año. En Cuba, por esta vía se pueden obtener alrededor de 169 mil toneladas de materia seca, 3 millones de megajoule (MJ) de energía y 27 mil toneladas de proteína. Sin embargo, este cultivo tiene limitaciones en cuanto a su alto contenido de fibra (García, 1996). A este respecto se conoce la estrecha relación entre el contenido fibroso de los alimentos y su aprovechamiento por los animales como el cerdo (Fernández y Jorgensen, 1986).

Cuando se analiza de forma comparativa con otras fuentes fibrosas de alimento (Tabla 12) se aprecia que la harina de residuos foliares del plátano posee un mayor contenido de fibra dietética insoluble, fibra cruda y nitrógeno asociado a la fibra dietética insoluble, que las harinas de kenaf, de residuos foliares del boniato, de nacedero y de botón de oro. Según Ly *et. al.* (1997 a, b), estas características catalogan a los residuos foliares del plátano como una fuente de alimento de moderada calidad para los cerdos.

TABLA 12. CONTENIDO DE FIBRA DIETÉTICA INSOLUBLE (FDI), SOLUBLE (FDS), NITRÓGENO (NT) Y NITRÓGENO ASOCIADO A LA FRACCIÓN INSOLUBLE (NAS) DE DISTINTAS FUENTES FIBROSAS

Harina de residuos foliares	% FDI	% FDS	% Nt	% Nas
Plátano (<i>Musa paradisiaca</i>)	66.1	4.8	1.5	65.8
Boniato (<i>Ipomoea batatas</i>)	51.6	0.7	2.3	41.0
Kenaf (<i>Hibiscus cannabinus</i>)	59.5	4.8	2.7	41.9
Nacedero (<i>Trichantera gigantea</i>)	44.8	0.2	2.5	61.2
Botón de oro (<i>Tritonia diversifolia</i>)	35.8	0.9	3.4	22.9

Fuente: Mastrapa *et. al.* (1995)

La dificultad del alto contenido de pared celular vegetal confiere a la harina de residuos foliares del plátano la característica de que su utilización como fuente de alimento sea fundamentalmente a través de la digestión microbiana (García, 1996). Esta digestión no es tan eficiente como la enzimática, pero permite la obtención por vía fermentativa de cierta cantidad de ácidos grasos de cadena corta que pueden hacer una importante contribución al metabolismo energético (Dierick *et. al.* 1989; Vervaeke *et. al.* 1989).

El contenido de fibra informado por García (1996) para *Musa paradisiaca* es casi el doble del informado anteriormente por García y Pedroso (1989) en Cuba para *Musa* spp. Estos resultados se ajustan más a los descritos en tallos y hojas de *Musa* del tipo *Robusta* de la India y de tallos y hojas de *Musa* spp informados por Poyyamozihi y Kadirvil (1986) y Hagemester y Ahrens (1986), respectivamente.

Los altos niveles de fibra bruta y fibra dietética insoluble en los residuos foliares del plátano limitan su empleo en la dieta de los monogástricos por posibles afectaciones en los índices de utilización digestiva de la energía, proteína y materia seca (Sauer *et. al.* 1980). Sin embargo, si se toma en consideración mezclas de alimentos donde

los restantes componentes de la dieta de los cerdos sean mieles enriquecidas carentes de fibra bruta, es posible incluir hasta un 20% de harina de residuos foliares del plátano en la ración de cerdos en ceba sin que se afecten los rasgos de comportamiento animal, ya que los niveles de fibra totales de la dieta son inferiores al 9% (García y Ly, 1995). De esta forma los animales pueden realizar un aprovechamiento diferenciado de la fibra bruta sin grandes dificultades.

Por otra parte, Sauer *et al.* (1980); Knabe *et al.* (1989) y Ly *et al.* (1997 b) informan que las dietas ricas en fibra y bajas en lignina no afectan la retención total de nitrógeno. En Cuba estos resultados han sido discutidos por Piloto *et al.* (1995) al utilizarse cerdos en preceba alimentados con dietas de miel B y harina de soya en la que se incluyó un 20% de harina de kenaf y García *et al.* (1989 a, b) en cerdos en preceba alimentados con dietas de cereales y polvo de arroz o afrechillo de trigo incluidos hasta un 40%.

Los residuos foliares del plátano al igual que otros residuos foliares de plantas tienen un alto contenido de cenizas (García, 1996) y dentro de ésta el potasio (K) representa alrededor del 40% (García *et al.* 1993). El alto contenido de cenizas hace disminuir directamente el contenido de materia orgánica. En contraste los valores de energía bruta se mantienen relativamente altos (García, 1996), lo cual puede estar determinado por el nivel de extracto etéreo presente en las hojas, que en casos como en los publicados por Rodríguez (1992) puede llegar hasta 9.25%.

El contenido de nitrógeno (N) de la harina de residuos foliares del plátano según García (1996) para la variedad *Musa paradisiaca* en cultivo intensivo fue intermedio entre los valores informados por Bao *et al.* (1987) en *Musa* del tipo 'Cavendish', variedad 'Gran Enano' (AAA), García *et al.* (1993) y los de García (1998) en *Musa* spp. Lógicamente el contenido de este nutriente está en estrecha relación con la variedad, tipo de suelo, sistemas de cultivo y manejo de las plantaciones y ciclo del cultivo, entre otros aspectos.

Macías *et al.* (1995) compararon la fracción nitrogenada de la harina de residuos foliares del plátano y varias fuentes de alimento (Tabla 13). Resultó interesante observar que alrededor del 74% del nitrógeno total de la harina de residuos foliares del plátano fuera nitrógeno alfa amino, y que el 72.8% del nitrógeno total estuviera contenido en los aminoácidos. Es evidente que estas características de la harina de residuos foliares del plátano

desde el punto de vista analítico la catalogan como una fuente deseable acorde con la calidad de la proteína.

Sin embargo, debe tenerse en cuenta que un alto porcentaje de este nitrógeno (66%) está asociado a la fracción insoluble de la fibra dietética por lo que su aprovechamiento puede ser limitado (Mastrapa *et al.* 1995). Con respecto a lo anterior Rodríguez y Figueroa (1995), observaron que la digestibilidad *in vitro* de la materia seca de varias fuentes fibrosas en la mayoría de los casos fue baja, no así con el nitrógeno que fue moderadamente alta. En el caso de la harina de residuos foliares del plátano los valores de digestibilidad *in vitro* del nitrógeno según García (1996) fueron inferiores a los informados por Rodríguez y Figueroa (1995). Esto puede explicarse por contener esta fuente un mayor porcentaje de nitrógeno asociado a la fracción insoluble de la fibra dietética lo que puede hacerlo inaccesible a la digestión enzimática.

TABLA 13. RELACIÓN ENTRE LA COMPOSICIÓN AMINOACÍDICA, EL N A AMINO Y LA PROTEÍNA BRUTA DE DIFERENTES FUENTES FIBROSAS

Harina de Residuo Foliar	N α amino x 6.25	N total x 6.25	N α x 100 / Nt	a.a total / α N x 6.25	a.a total / N x 6.25
	Plátano	9.38	12.71	73.76	98.71
Kenaf	15.94	17.00	93.78	79.48	74.81
Nacadero	13.37	15.89	84.14	97.68	82.19
Bontón de oro	17.81	20.93	85.09	96.96	82.51

Fuente: Macías *et al.* (1995)

Efecto de follaje del plátano en los rasgos de comportamiento y utilización digestiva de los nutrientes

En el mundo son escasos los antecedentes del empleo de los residuos foliares del plátano en la alimentación animal (Nitis, 1968). Según García (1998), en Cuba no existían referencias de su uso de forma controlada y eficiente. Los mayores informes se enmarcaban en el empleo de éstos subproductos como fuente de alimento para bovinos (Martínez *et al.* 1980; Lacasa, 1990).

García *et al.* (1991) estudiaron el efecto de la inclusión de diferentes niveles de harina de residuos foliares del plátano (0, 3, 6% en base seca), en dietas de cereales para cerdos en preceba (80 días de edad). En el balance de nitrógeno (Tabla 14), se observa que la retención de nitrógeno como porcentaje del consumido y digerido no difirieron significativamente al incluir los residuos foliares del plátano en la dieta. Igual situación ocurrió con la cantidad (g) de nitrógeno retenido diariamente. Estos resultados son lógicos, ya que se sabe que

el balance de nitrógeno no se afecta cuando se elevan los niveles de fibra en la ración siempre que la misma sea de buena calidad (Masón *et. al.* 1976).

TABLA 14. BALANCE DE NITRÓGENO EN CERDOS DE PRECEBA ALIMENTADOS CON HARINA DE RESIDUOS FOLIARES DEL PLÁTANO

	Niveles de inclusión (%)		
	0	3	6
Nitrógeno ingerido (g)	27.4	27.6	27.7
Retención de nitrógeno			
% del consumido	49.9	52.9	50.5
% de digestión	60.4	67.0	62.4
g.día ⁻¹	13.7	14.6	14.0

Fuente: García (1994).

Los resultados del balance de nitrógeno en cerdos de preceba alimentados con residuos foliares del plátano son comparables a los discutidos por García *et. al.* (1989 a) y García *et. al.* (1989 b) en dietas de cereales donde se incluyeron hasta 40% de polvo de arroz o afrechillo de trigo respectivamente.

García y Ly (1994) estudiaron el balance de nitrógeno en los cerdos en ceba alimentados con miel B, harina de soya y diferentes niveles de harina de raquis de racimos del plátano. Los resultados se muestran en la Tabla 15. La retención de nitrógeno (en g), por ciento del consumido y digerido no se afectó hasta la inclusión de un 6% de este subproducto en la dieta. Estos resultados brindaron la posibilidad de utilizar un residuo que existe en grandes proporciones en Cuba, que no compite con la alimentación humana y que tiene problemas de evacuación en mercados y plantas beneficiadoras.

TABLA 15. BALANCE DE NITRÓGENO EN CERDOS DE CEBALIMENTADOS CON DIFERENTES NIVELES DE HARINA DE RAQUIS DE PLÁTANO

	Niveles de inclusión (%)		
	0	3	6
Nitrógeno ingerido (g)	39.6	39.7	38.9
Retención de nitrógeno			
% del consumido	47.7	44.6	42.2
% de digestión	58.6	56.9	61.2
g.día ⁻¹	18.9	17.7	16.4

Fuente: García (1994)

Los residuos foliares del plátano en forma de harina se han estudiado en las dietas de cereales para cerdos en preceba sin que se afecten significativamente la ganancia de peso y la conversión alimentaria (Tabla 16). Es interesante observar la posibilidad de obtener rasgos de comportamiento similares a los informados por Piloto *et. al.* (1989) y García *et. al.* (1989 a) en dietas compuestas básicamente por cereales y fuentes proteicas tradicionales. Estos resultados indicaron que la harina de residuos foliares del plátano puede ser utilizada como fuente energética alternativa en la dieta de los cerdos.

Empleo del follaje de plantas de *Musa spp...*

TABLA 16. RASGOS DE COMPORTAMIENTO Y DIGESTIBILIDAD DE ALGUNOS NUTRIENTES DE CERDOS EN PRECEBA ALIMENTADOS CON DIFERENTES NIVELES DE RESIDUOS FOLIARES DEL PLÁTANO

	Niveles de residuos foliares del plátano,%			
	0	5	10	15
Ganancia de peso, g/día	506	496	505	483
Conversión alimentaria (Kg MS/kg ganancia)	2.63	3.00	2.91	2.99
Digestibilidad (%)				
Energía	82.6	78.6	76.1	74.2
Nitrógeno	74.8	70.2	69.6	65.8
Fibra bruta	42.7	51.8	51.6	46.0

Fuente: García *et. al.* (1993) y García y Ly (1994).

El empleo de los residuos foliares del plátano en forma de harina en las dietas de cereales hace que los niveles de fibra bruta aumenten desde 3.8% hasta 7.37% (García *et. al.*, 1993) con una disminución en los niveles de utilización digestiva en la materia seca, nitrógeno y energía. Esta situación podría ser amortiguada si en vez de emplear cereales en la dieta como fuente de energía se utilizan mieles enriquecidas (Rica, A o B) las cuales tienen alta digestibilidad de los nutrientes en cerdos en preceba. Estas dietas de mieles carecen de niveles apreciables de fibra, lo cual permitiría un uso más eficiente de los residuos foliares del plátano, ya que la dieta total tendría un menor por ciento de fibra y un mejor aprovechamiento por parte de los cerdos (García y Ly, 1995).

En la Tabla 17 se muestran las conversiones energéticas de cerdos en preceba alimentados con diferentes niveles de harina de residuos foliares del plátano en dietas de cereales. Resultó extremadamente interesante observar que la conversión energética no se empeoró al incrementarse los niveles de harina de residuos foliares del plátano en la dieta. Esto demostró que a pesar de ser este alimento fibroso y voluminoso, el cerdo los puede utilizar.

TABLA 17. CONVERSIONES ENERGÉTICAS DE CERDOS EN PRECEBA ALIMENTADOS CON DIFERENTES NIVELES DE HARINA DE RESIDUOS FOLIARES DEL PLÁTANO

	Niveles de residuos foliares del plátano (%)			
	0	5	10	15
Consumo energía				
Digestible (MJ.día ⁻¹)	23.0	22.7	22.2	21.2
Conversión energética (ED consumida.kg⁻¹ ganancia)	41.03	40.93	39.50	39.68

Fuente: García (1998).

Las observaciones anteriores fueron discutidas por García y Ly (1995) a partir de datos de cerdos en ceba alimentados con miel B, harina de soya y un 20% de harina de residuos foliares del plátano.

Por otra parte García (1998) demostró que los cerdos en ceba tuvieron ganancias de peso diarias y conversiones alimentarias semejantes al ser alimentados con dietas de miel B, harina de soya y diferentes niveles de harina de residuos foliares del plátano (Tabla 18).

TABLA 18. RASGOS DE COMPORTAMIENTO Y RETENCIÓN DE ENERGÍA Y PROTEÍNA EN CERDOS DE CEBALIMENTADOS CON DIFERENTES NIVELES DE RESIDUOS FOLIARES DEL PLÁTANO

	Niveles de residuos foliares del plátano (%)		
	0	10	20
Ganancia de peso (g.día ⁻¹)	644	683	636
Conversión alimentaria (kg MS. Kg ⁻¹ ganancia)	3.51	3.46	3.54
Retención de energía (MJ.día ⁻¹)	14.63	15.04	14.80
Retención de nitrógeno (g.día ⁻¹)	15.11	15.70	14.00

Fuente: García (1998)

En la categoría de ceba, cuando se elevó el nivel de inclusión de 0 a 20% de harina de residuos foliares del plátano en una dieta de maíz-soya, la digestibilidad de la materia seca descendió en 13.9%; la energía en 13.4% y el nitrógeno en 18.4% (Ly *et. al.*, 1997 a). Sin embargo, cuando estos mismos niveles de harina de residuos foliares del plátano se utilizaron en dietas de miel B y harina de soya la digestibilidad de la materia seca y energía solamente decrecieron en un 5 y 6% respectivamente (García y Ly, 1995). Estos resultados demostraron la importancia de los restantes componentes de la dieta, ya que, con el mismo nivel de harina de residuos foliares del plátano (20%) cuando se utilizó la miel B como fuente principal de energía, los resultados fueron mejores que cuando fue maíz. Esto está determinado por un menor por ciento de fibra total en la dieta.

Como es de esperar al utilizar un producto fibroso como componente de las dietas de los cerdos, la conversión energética puede empeorar, ya que el mayor aprovechamiento energético de esta fuente debe ser en el ciego y el colon a través de la digestión bacteriana. Por lo tanto el aporte de energía por esta vía debe ser inferior a la de la digestión enzimática. Sin embargo, esto no sucedió así cuando se incluyó la harina de residuos foliares del plátano en niveles de 10 y 20% en la dieta de miel B y harina de soya en cerdos en ceba (Tabla 19).

TABLA 19. CONVERSIONES ENERGÉTICAS DE CERDOS ALIMENTADOS CON MIEL B, HARINA DE SOYA Y DIFERENTES NIVELES DE HARINA DE RESIDUOS FOLIARES DE PLÁTANO

Indicadores	Harina de residuos foliares del plátano (%)		
	0	10	20
Consumo de energía digestible (MJ.día ⁻¹)	28.61	29.75	27.87
Conversión energética (ED consumida.kg ⁻¹ ganancia)	44.42	43.56	43.80

Fuente: García y Ly (1995).

A pesar de ser la harina de residuos foliares del plátano una fuente de alimento fibrosa con limitaciones en su composición bromatológica, puede constituir un componente de la dieta de los cerdos en preceba cuyo límite de inclusión puede llegar a un 15% y en la ceba hasta el 20%. Además se disminuyen los costos por concepto de alimento necesario por tonelada de carne producida. Por lo tanto el empleo de los residuos foliares del plátano en la dieta de cerdos en preceba y ceba, constituye una opción más a tener en cuenta en producciones de cerdos a pequeña, mediana y gran escala, ya que existen los volúmenes necesarios de esta fuente en nuestro país.

Composición química y palatabilidad

La evolución de los taninos durante el proceso de maduración de los plátanos y bananos fue estudiada detalladamente en su momento por Von Loesecke (1950), y sus datos suelen ser tema obligado de referencia. Otros estudios más generales sobre este asunto (ver por ejemplo, Goldstein y Swain 1963) también están disponibles. Como se sabe, el proceso de maduración implica un cambio esencial en la composición de los carbohidratos de la fruta, puesto que el almidón desaparece dando lugar a la aparición de carbohidratos solubles (Desai y Deshpande 1975; Forsyth 1980), lo que significa desde el punto de vista de la consistencia y el sabor de la fruta, que la misma se convierte en un alimento altamente palatable. Este proceso es paralelo al cambio de estructura de los taninos, una gran parte de los cuales se hacen inactivos y desaparece el sabor amargo y astringente, propio de los mismos. En los datos ya clásicos de Stratton y Von Loesecke (1930) se puede observar la evolución de los carbohidratos presentes en bananos y plátanos cuando maduran (Tabla 21).

TABLA 21. CAMBIOS EN EL CONTENIDO DE CARBOHIDRATOS DURANTE LA MADURACIÓN DE BANANAS Y PLÁTANOS

3		Días de maduración						
		5	7	9	11	14	17	
Bananas ¹								
Almidón	20.6 ²	12.8	6.0	2.9	1.7	1.2	-	-
Azúcares solubles	0.8	7.6	13.7	16.8	16.8	17.9	-	-
Total	21.4	20.4	19.7	19.7	18.5	19.1	-	-
Plátanos								
Almidón	32.2	31.6	30.9	30.4	28.5	20.1	11.6	6.1
Azúcares solubles	0.8	0.8	1.0	0.9	3.8	9.7	18.8	21.1
Total	33.0	32.4	31.9	31.3	32.3	29.8	30.4	27.1

¹ Variedad Gros Michel ² Expresado en por ciento de pulpa fresca

Fuente de los datos: Stratton y Von Loesecke (1930)

Notas

Uso de nuevos reguladores del crecimiento

En la actualidad se obtienen en el país nuevos reguladores del crecimiento que no causan daños al medio ambiente, como son los análogos espirostánicos de brasinoesteroides, que se obtienen en el centro de Productos Naturales de la Facultad de Química de la Universidad de La Habana y los oligogalacturónidos, que se obtienen en el Departamento de Fisiología y Bioquímica Vegetal del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, ambos se están empleando en obtención de plantas de plátanos y bananos (*Musa* spp.) con buenos resultados y los desechos de las cosechas pudieran constituir una fuente rica en proteínas para la elaboración de piensos, por lo que pudiera constituir una alternativa más para la alimentación animal.

Conclusiones

La característica fundamental de bananos y plátanos es que son una fuente importante de carbohidratos que en condiciones de inmadurez están en forma de almidón, que se transforma en sacarosa cuando las frutas maduran. También cuando avanza la maduración disminuye el contenido de taninos y son cultivos relativamente pobres en fibras y N.

Cuando la fruta se ofrece madura a los animales, o cuando los bananos y plátanos verdes se cocinan, se secan o se ensilan, el consumo voluntario mejora. Esto al parecer está ligado a la presencia de taninos en la fruta.

Tal vez el mayor campo de investigación sobre el uso de bananos y plátanos para cerdos reside en buscar la máxima eficiencia en métodos de conservación de las frutas, o quizás en formas de enriquecimiento proteico de las mismas, como se ha sugerido desde hace tiempo (Chung y Meyers 1979; Horn *et. al.*, 1988) 

Bibliografía

- ARMAS, A. E., CHICCO, C. F. Y VERACERTA, L.
1961. Alimentación de pollos en crecimiento con harina de bananos verdes (*Pineo gigante*). In: VI Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal. La Habana, p 149.
- BABATUNDE, G. M.
1992. Availability of banana and plantain products for animal feeding. In: Roots, tubers, plantains and bananas in animal feeding (D. Machin y S. Nyvold, editores). FAO *Animal Production and Health* Paper No 95. Roma, p 251-276.
- BAO, M., DELGADO, S., GARCÍA, M. Y TORRES, M.
1987. Aprovechamiento de residuos de plataneras. I. Producción en Islas Canarias, sus características y alternativas de utilización. *Rev Agroquim Technol Aliment.* 27:24-30.
- BARNETT, W. L.
1956. Grasses and forage crops of Jamaica. *Journal of the Jamaica Agriculture Society* 40:16-26.
- BRESSANI, R., AGUIRRE, A., ARROYANE, R. Y JARQUÍN, R.
1961. La composición química de diversas clases de banano y el uso de harina de banano en la alimentación de pollos. *Turrialba* 11:127-131.
- CASTILLO, L. S. Y GERPACIO, A. L.
1976. Nutrient composition of some Philippine feeds. College of Agriculture Technical Bulletin No 21, University of the Philippine at Los Banos. Laguna, pp 114.
- CHUNG, S. L. Y MEYERS, S. P.
1979. Bioprotein from banana wates. In: General Meeting of the Society for Industrial Microbiology. Houston, p 723-732.
- DE ALBA, J.
1951. Ensayos de engorde de cerdos con raciones a base de maíz, yuca y bananos. *Turrialba* 1:176-184.
- DE ALBA, J. Y BASADRE, J.
1952. Ensayos de engorde de cerdos con raciones a base de cáscara de cacao, maíz y bananos. *Turrialba* 2:106-109.
- DE CAMARGO, M. R. T., STURION, G. L. Y BICUDO, M. H.
1996. Avaliação química e biológica da casca de banana madura. Archivos Latinoamericanos de Nutrición, 46:320-324.
- DEVENDRA, C. Y GÖHL, B. I.
1970. Chemical composition of Caribbean feedstuffs. *Tropical Agriculture* (Trinidad), 47:335-342.
- DIERICK, N. A., VERVAEKE, E. J., DEMEYER, D. I. Y DECUYPERE, A. Y.
1989. Approach to the energetic importance of fibre digestion in pigs. I. Importance of fermentation in the overall energy supply. *Anim Feed Sci Technol* 23:141-146.
- FAO,
1993. Anuario FAO de producción. Roma FAO Vol 47.

- FERNÁNDEZ J. R. Y JORGENSEN, N.
1986. **Digestibility and absorption of nutrients as affected by fibre content in the diet of the pig. Quantitative Aspects. Livestock Production Science** 15:53:71.
- FFOULKES D., ESPEJO, S., MARIE, D., DUPUHE T. E., PRESTON, T.R.
1978. El plátano en la alimentación de bovinoc: composición y producción de biomasa. **Production Animal Tropics** 31:41-46
- GARCÍA, A. Y LY, J.
1995. Uso de diferentes niveles de residuos foliares del plátano (*Musa spp*) en la alimentación del cerdo. Digestibilidad del cerdo en preceba. **Revista Computadorizada de Producción Porcina**. 2 (1): 68-75.
1994. Uso de diferentes niveles de residuos foliares del plátano en la alimentación del cerdo. Comportamiento de cerdos en ceba. **Rev. Comp. Prod. Porcina** 1 (1): 90-102.
- GARCÍA, A., DOMÍNGUEZ, P. L., TORRES, Y. Y LY, J.
1991. Balance de nitrógeno en cerdos alimentados con residuos foliares del plátano (*Musa spp.*) IV Congr ALVEC, La Habana (Resúmenes) p 25.
- GARCÍA, A.
1994. Uso de residuos foliares del plátano en la alimentación porcina. II Encuentro Regional de Nutrición y Alimentación de Monogástricos. La Habana p 29-31.
1996. Composición química de la harina de residuos foliares del plátano (*Musa paradisiaca*). **Revista Computadorizada de Producción Porcina** 3 (2): 66-73.
1998. Uso de harina de follaje de plátano en la alimentación de cerdos en crecimiento-ceba. Tesis presentada en opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias Agropecuarias, La Habana, Ministerio de la Agricultura, Instituto de Investigaciones Porcinas 147 p.
- GARCÍA, A., MORA, L. M., LY, J., DOMÍNGUEZ, P. L., PUIG, A., QUINTANÓ, J., COBAS, M., MARTÍNEZ, R. M., CASTELLANOS, M., SEGARRA, W., FRÓMETA, M., NOVO, O. Y PÉREZ, D.
1993. Uso de residuos foliares del plátano y boniato en la alimentación del cerdo. Informe final Etapa: Residuos Foliares Instituto de Investigaciones Porcinas. Cuba. p 42.
- GARCÍA A., MEDEROS, C. M. Y PILOTO, J. L.
- 1989 a. Uso de aminoácidos sintéticos en dietas con diferentes niveles de proteína para cerdos en crecimiento. **Ciencia y Técnica en la Agricultura, Ganado Porcino** 12 (4): 47-56.
- GARCÍA, A., MEDEROS, C. M., MORA, L. M., PILOTO, J. L. Y FIGUEROA, V.
- 1989 b. Utilización digestiva y metabólica de dietas elaboradas con diferentes niveles de polvo de arroz para cerdos de 61 a 103 días de edad. **Ciencia y Técnica en la Agricultura, Ganado Porcino** 12 (1): 51-66.
- GARCÍA, R., Y PEDROSO, D. M.
1989. Alimentos para rumiantes. Tablas de valor nutritivo. Instituto de Ciencia Animal. La Habana pp 40.
- GEBHARDT, S. E., CUTRAPELLI, R. Y MATTHEWS, R. H.
1982. Composition of foods: fruits and fruit juices. Agricultural Handbook No. 8-9. United States Department of Agriculture. Washington, D.C.
- GODOY, R Y ELLIOT, P.
1981. Efecto de cinco forrajes tropicales sobre algunos parámetros de la función ruminal y flujo de nutrientes al duodeno de bovinos alimentados a base de melaza-urea. **Producción Animal Tropical** 6 (2): 177-184.
- GOHL, B.,
1975. Tropical Feeds. Feeds Information Summaries and Nutritive value. FAO Feed Information Centre UN Roma 22 p.
- GÖHL, B. I.
1970. Animal feed from local products and by-products in the British Caribbean. FAO AGA Miscelanous Publication 70/25. Roma.
- HAGEMEISTER, H. Y AHRENS, F.
1986. Verdaulichkeit und Futteraufnahme von Bagasse, verschiedenen Stroharten and Ananas-sowie Bananenblättern nach Dampfdruckbehandlung beim Wiederkauer. **J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.** 55 :134-143.
- HORN, C. H., DU PRIEZ, J. C. Y LALEGON, P. M.
1988. Protein enrichment of banana plant wastes by yeast cultivation. **Biological Wastes** 24: 127-136.
- INIAP.
1971. Guía de alimentación para crecimiento y engorde de cerdos. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Quito, pp 43.

- INRA.
1984. L'alimentation des animaux monogastriques. Porc, lapin, volailles. Institute Nationale de la Recherche Agronomique. Paris, pp 282.
- KETIKU, A. O.
1973. Chemical composition on unripe (green) and ripe plantain (*Musa paradisiaca*). *Journal of the Science of Food and Agriculture* 24: 703-706.
- KNABE D. A, LARUE, D. C., GREGG, E. J., MARTÍNEZ, G. M. Y TANKSLEY, T. D. JR.
1989. Apparent digestibility of nitrogen and amino acids in protein feedstuffs by growing pigs. *Journal Animal Science* 67: 441-458.
- LACASA, A.
1990. Aprovechamiento integral del bananero. Min Agric CIDA La Habana 24 p.
- LE DIVIDICH, J., SEVE, B. Y GEOFFROY, F.
1976. Préparation et utilisation de l'ensilage de banane en alimentation animal. I. Technologie de l'ensilage, composition chimique et bilans de matières nutritives. *Annales de Zootechnie* 25:313-323.
- LLANES, A., LÓPEZ, A., FONSECA, P. L. VILTRES, E., Y ARIAS, A.
1985. Composición química de la pulpa y la cáscara de siete clones de plátano fruta. *Ciencia Agrícola* (La Habana) 39: 181-184.
- LY, J. DIÉGUEZ, F. J., MARTÍNEZ, R. M. Y GARCÍA, A.
1997 a. Digestion of a diet very high in fibre in Cuban Creole pigs. *Animal Feed Science and Technology* 72: 397-402.
- LY, J., GARCÍA, A. Y DOMÍNGUEZ, P. L.
1997 b. Chemical composition of plantain foliage (*Musa paradisiaca*) and the effect of its inclusion in the diet of nutrient digestibility in pig. *Journal Animal and Feed Science* 6: 257-267.
- MACÍAS, M., COTO, M. Y MARTÍNEZ, O.
1995. Contribución al estudio de la fracción nitrogenada de alimentos no convencionales. XI Forum de Ciencia y Técnica La Lisa 9 p.
- MÁRQUEZ, R.
1991. Estudio de ensilaje de hojas de plátano. Trabajo de Diploma Inst Inv Porcina Cuba 17 p.
- MARTÍNEZ, L., RUIZ, M. E. Y PEZO, D.
1980. Consumo y digestibilidad del seudotallo del bananero bajo diferentes niveles de suplementación energética. *Prod Anim Trop* 5 (1): 87-94.
- MASÓN V. C., JUST, A Y BECH-ANDERSEN, S.
1976. Bacterial activity in the hindgut. 2. Its influence on the apparent digestibility of nitrogen and aminoacids. *Z Tierphysiol Tierernahr Futtermittelk* 36: 310-324.
- MASTRAPA L, RODRÍGUEZ, J. L., MAZÓN, D., MEDEROS, C. M. Y LY, J.
1995. Contribución al estudio de la pared celular vegetal de alimentos fibrosos. Seminario Científico Internacional XXX Aniversario. III Encuentro Regional de Especies Monogástricas. ICA La Habana, Resúmenes, 20 p.
- MAYMONE, B. Y TIBERIO, M.
1951. Ricerche sulla composizione chimica, sulla digestibilità e sull valore nutritivo si alloni carcamì della coltivazione dei banano (*Musa sapientum*, L.; *Musa cavendishi*, L.). *Annali Sperimentali di Agraria*, 5:133-156.
- NAVIA, J. M., LÓPEZ, H., CIMADEVILLA, M., FERNÁNDEZ, E., VALIENTE, A. Y CLEMENT, I. D.
1955. Nutrient composition of Cuban foods. I. Foods of vegetable origin. *Food Research* 20: 97-113.
- NEHRING, K., BEYER, M. Y HOFFMANN, B.
1972. *Futtermitteltabellenwerk*. VEB Deutsche Landwirtschafts Verlag. Berlin, pp 452.
- NITIS I.M.
1968. Sweet potato vines versus banana stem for pig raising. *Res J Indonesia*. 28 (2): 8-15.
- NITIS I. M., LANA, A. T. KAROSI, A. T. Y SUHARTO, I.
1986. Effect of poultry excreta on the performance of growing barrow raised in the poultry-pig integrated system. In: Porc Intern Workshop swine and poultry husbandry. Stokholm: IFS Prov Rep No. 22 p 11-18.
- ONWUKA, C. F. I., ADELETOYE, P. O. Y AFOLAMI, C. A.
1997. Use of household wastes and crop residues in small ruminant feeding in Nigeria. *Small Ruminant Research* 24: 233-237.
- OYENUGA, V.A.
1968. Nigeria's foods and feedingstuffs. University of Ibadan Press. Ibadan, pp 303.
- PILOTO, J. L., MEDEROS, C. M., GARCÍA, A. Y GUTIÉRREZ, A.
1989. Uso del sulfato ferroso de producción nacional en las premezclas para cerdos en inicio y crecimiento. *Ciencia y Técnica en la Agricultura, Ganado Porcino* 12 (3): 15-22.

- PILOTO, J. L., MEDEROS, C. M., NOVO, O., ROSABAL, M. Y VINENT, E.
1995. Utilización de la harina de kenaf (*Hibiscus cannabinus*) en la alimentación de cerdos en preceba. Informe final IIP, La Habana 15 p.
- POUND, B. Y FERNÁNDEZ, O.
1981. *Producción Animal Tropical* 6 (3): 206.
- POYAMOZHI, V. S. Y KADIRVIL, R.
1986. The value of banana stalk as a feed for goats. *Animal Feed Science and Technology* 15: 95-100.
- RODRÍGUEZ, J. R.
1992. Raciones prácticas para aves. ACPA. 2:20-27.
- RODRÍGUEZ, M. Y FIGUEROA, V.
1995. Evaluación de la fracción nitrogenada de diferentes alimentos fibrosos y su efecto sobre la digestibilidad *in vitro*. *Revista Computadorizada de Producción Porcina* 2 (1): 45-52.
- SAUER, W. C., JUST, A., JORGENSEN, A., FEKADU, H. H. Y EGGUM, B. O.
1980. The influence of diet composition on the apparent digestibility of crude protein and aminoacids at the terminal ileum and overall in pigs. *Acta Agric Scand* 30: 449-459.
- SHARAF, A., SHARAF, D. A., HEGAZI, S. M. Y SEDKY, K.
1979. Chemical and biological studies on banana fruits. *Zeitschrift für Ernährungswissenschaft* 18: 8-15.
- SQUIBB, R. L., Y SALAZAR, E.
1951. Value of corozo palm nut and sesame oil meals, bananas, APF and cow manure in rations for growing and fattening pigs. *Journal of Animal Science* 10: 545-550.
- STRATTON, F. C. Y VON LOESECKE, H. W.
1930. A chemical study of different varieties of bananas during ripening. United Fruit Company Research Department. Bulletin No. 32
- VERVAEKE, I. J., DIERICK, N. A., DEMEYER, D. I. Y DECUYPERE J. A,
1989. Approach to the energetic importance of fibre digestion in pig. II. An experimental approach to hindgut digestion. *Animal Feed Science and Technology* 23: 169-194.
- WU, W. T. Y FLORES, M.
1961. Tablas de composición de alimentos para uso en América Latina. Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá. Ciudad de Guatemala, pp 132.

Humberto Izquierdo Oviedo

M. Sc. Investigador Auxiliar. Departamento de Fisiología y Bioquímica Vegetal. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. La Habana, Cuba.