

## **BANANAS Y PLATANOS PARA ALIMENTAR CERDOS: ASPECTOS DE LA COMPOSICION QUIMICA DE LAS FRUTAS Y DE SU PALATABILIDAD**

J. Ly

Instituto de Investigaciones Porcinas  
Gaveta Postal 1, Punta Brava  
La Habana, Cuba  
email: iip@enet.cu

### **RESUMEN**

Las bananas y plátanos (*Musa spp*) son frutas tropicales que suelen cultivarse con fines comerciales o de autoconsumo humano en muchas partes del mundo. Las bananas en particular, que son las cultivadas en condiciones de plantación, 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, particularmente de cerdos.

La característica fundamental de bananas 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. Bananas y plátanos son relativamente pobres en fibras y N. Cuando la fruta se ofrece madura a los animales, o cuando las bananas y plátanos verdes se cocinan o se secan, 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 bananas 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.

**Palabras claves:** bananas, plátanos, composición química, palatabilidad, consumo

**Título corto:** Composición química y palatabilidad de bananas y plátanos

## **BANANAS AND PLANTAINS FOR FEEDING PIGS: SOME ASPECTS OF THE CHEMICAL COMPOSITION OF THE FRUITS AND OF ITS PALATABILITY**

### **SUMMARY**

Bananas and plantains (*Musa spp*) are tropical fruits which are cultivated either for commercial purposes or for human self-consumption in many parts of the World. Particularly, bananas are cultivated in plantations, and do originate an important volume of refused materials and residues from fruits not able to be used for human utilization, which in turn has been assayed as animal feeding, in particular pigs.

Bananas and plantains are an important source of carbohydrates, which are starch or sucrose in immature and mature fruits. Tannin compounds are substances present in bananas and plantains too, and its content decrease with maturity. When bananas and plantains are offered in mature stages, otherwise cooked or dried, voluntary feed intake is improved in pigs, and this has been claimed to be linked to tannin presence in the fruit.

Perhaps the main experimental area of research concerning the use of bananas and plantains for pigs should be to investigate the more efficient condition of fruit conservation, and may be ways of protein enrichment of bananas and plantains.

**Key words:** bananas, plantains, chemical composition, palatability, feed intake

**Short title:** Chemical composition and palatability of bananas and plantains

### **Tabla de contenido**

Introducción,	6
Composición química,	8
Factores antinutricionales,	14
Composición química y palatabilidad,	14
Palatabilidad y consumo voluntario,	16
Conclusiones,	20
Agradecimientos,	20
Referencias,	20

### **INTRODUCCION**

Bananas y plátanos son frutas tropicales de plantas herbáceas de origen asiático, pertenecientes al género *Musa*. Mientras las bananas pertenecen a especies tales como *Musa sapientum* y *Musa cavendishii*, los plátanos son de la especie *Musa*

## Composición química y palatabilidad de bananas y plátanos

paradisiaca. Bananas y plátanos tienen la característica general de las frutas, es decir, tienen un valor nutritivo que 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.

Otros aspectos que merecen destacarse serían que, mientras las bananas participan en el comercio internacional, los plátanos no. Dentro del uso de las bananas, se ha aducido su gran disponibilidad en los países donde constituye un cultivo de plantación, ya que una fracción importante de la fruta cosechada, que no tiene los requisitos que la hacen apta para su exportación, y que es la llamada "fruta de rechazo" (Clavijo y Maner 1974), puede usarse en la alimentación animal en paralelo con la alimentación humana. En este caso habrá que tener en cuenta los grandes volúmenes de bananas frescas a manipular, y por ende, de agua. Esto último, desde el punto de vista de su traslado a los sitios de cría animal que puedan usar la fruta.

La relativa abundancia de las bananas como "frutas de rechazo" también genera la interrogante de qué hacer con grandes volúmenes de fruta en un momento dado, que no tienen salida inmediata con ningún tipo de consumo, porque habría que tener en cuenta que el producto, aunque se cosecha en estadio inmaduro o verde, se hace rápidamente perecedero y su devolución a la naturaleza puede crear así una crisis ecológica por los daños de contaminación ambiental que acarrearía.

Por consiguiente, la disponibilidad de grandes volúmenes de bananas deviene también en un problema de cómo conservar la fruta. Es así que han surgido las variantes de su secado o de ensilado. Estos procesos no han sido caracterizados por completo desde el punto de vista de su interacción con los factores antinutricionales presentes en bananas y plátanos, y de cómo contrarrestar su influencia negativa en la nutrición de animales monogástricos como el cerdo.

Los plátanos, que más bien se usan localmente, tanto en el núcleo campesino que los cultiva, como en el mercado comunal más inmediato, no han atraído el interés de tantos como la banana. Sin embargo, al parecer, los plátanos siguen en paralelo a las bananas en cuanto a lo que se puede esperar de ellos en producción porcina. Por otra parte, aunque en muchos lugares del mundo tropical, plátanos, y por qué no, bananas, junto con los cerdos forman parte de un sistema integrado de producción tradicional, no han sido estudiados precisamente como partes armónicas de este sistema, y por lo tanto, la tecnología de su integración es más bien empírica, y susceptible de mejorarse.

Aunque se han hecho varias recopilaciones que han discutido el uso de bananas y plátanos en la producción porcina (Clavijo y Maner 1974, 1975; Pond y Maner 1974; Ravindran 1990; Babatunde 1992; Pérez 1997), no existe una visión de conjunto sobre el estado de cosas en las bases biológicas que sustenten esta relación, lo que se intenta hacer aquí, desde el punto de vista de la composición química y de la palatabilidad de las frutas, con especial referencia a la especie porcina.

### COMPOSICION QUIMICA

Existe suficiente información a mano para conocer que bananas y plátanos son esencialmente una fuente de energía, ya en forma de almidón, si están verdes o inmaduros, que es como generalmente se cosechan, ya en forma de sacarosa, si están en forma madura. 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 bananas y plátanos. A continuación se relacionan datos acopiados sobre la composición química de estas frutas.

En la tabla 1, se presentan los datos de algunas de las tablas de composición de alimentos para animales de granja que se han publicado en Europa, donde aparecen las bananas 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.

**Tabla1. Perfil nutricional de bananas: el punto de vista europeo**

	Francia <sup>1</sup>		Alemania <sup>2</sup>	
	Verde entero <sup>3</sup>	Verde ensilado	Maduro entero	Verde entero
<b>Composición, % base seca</b>				
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	88.8
Nx6.25	5.7	5.1	5.9	4.5
Calcio	-	-	0.04	-
Fósforo	-	-	0.13	-
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 MS	17.33	17.31	17.11	-

<sup>1</sup> INRA (1984)

<sup>2</sup> Nehring et al (1972)

<sup>3</sup> Implica pulpa + cáscara

Desde tal vez los primeros experimentos hechos en Guatemala y Costa Rica (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 bananas en la alimentación porcina. En este sentido, se ha generado mucha información sobre la composición de las frutas, sobre todo desde el punto de vista del esquema analítico de Weende.

Algunos resultados de estudios originados en la América tropical se muestran en la tabla 2, y corresponden esencialmente a análisis hechos a la fruta verde entera, a la pulpa o carne, y a la cáscara. A este respecto, puede constatarse fácilmente que en estos datos el contenido de ELN es predominante en la pulpa, y que éste decrece en la

## Composición química y palatabilidad de bananas y plátanos

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 datos que se listan sobre plátanos muestran la misma tendencia en cuanto a su composición química.

**Tabla 2. Perfil nutritivo de bananas: el punto de vista americano (por ciento en base seca)**

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

<sup>1</sup> Secado al sol<sup>2</sup> Suma de almidón + carbohidratos solubles<sup>3</sup> Cocinado

Más detalles sobre análisis hechos en América aparecen a continuación. Así, en la tabla 3 se muestran resultados guatemaltecos (Bressani et al 1961), y corresponden a cinco variedades cultivadas de bananas, en las que la fruta se estudió con y sin cáscara.

## Composición química y palatabilidad de bananas y plátanos

**Tabla 3. Contenido de nutrientes de bananas de cinco variedades cultivadas en América Central (por ciento en base seca)**

	MS	Cenizas	Fibra cruda	Extracto etéreo	ELN	Nx6.25
<b>Variedad</b>						
<b>Fruta con cáscara</b>						
Guineo Oro	30.6	3.9	3.9	0.7	86.6	4.9
Guineo Injerto	19.5	6.2	3.6	1.0	83.6	5.6
Guineo Morado	22.6	4.9	3.5	0.9	85.2	4.9
Guineo Plátano	24.1	4.6	3.3	0.4	87.1	4.6
Guineo Dominicó	31.0	3.5	7.5	1.3	88.5	4.2
<b>Fruta sin cáscara</b>						
Guineo Oro	32.8	2.1	1.5	1.8	90.6	4.0
Guineo Injerto	25.8	3.5	2.3	1.2	88.3	4.7
Guineo Morado	23.9	3.4	2.1	1.7	87.8	5.0
Guineo Plátano	26.8	3.4	1.9	1.5	89.5	3.7
Guineo Dominicó	37.0	2.2	1.1	0.5	82.1	4.1

Fuente de los datos: Bressani et al (1961)

En la tabla 4 aparecen datos de la composición química de bananas trinitarias 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 4. Contenido de nutrientes en bananas de variedades cultivadas en Trinidad y Tobago (por ciento en base seca)**

	MS	Cenizas	Fibra cruda	Extracto etéreo	ELN	Nx6.25
<b>Variedad</b>						
<b>Fruta con cáscara</b>						
Governor	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
<b>Fruta sin cáscara</b>						
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
<b>Cáscara</b>						
Mysore	10.8	7.2	2.3	5.2	77.2	8.1

Fuente de los datos: Devendra y Göhl (1970)

En Guadalupe se estudió con suma dedicación la posibilidad del uso de las bananas verdes y maduras en la alimentación de los cerdos. Estos estudios no estuvieron solamente circunscritos al valor nutritivo de las frutas in natura, sino también después de ser ensiladas mediante procedimientos sencillos. El ensilado de bananas ofrece la posibilidad del almacenamiento de las frutas por un tiempo razonable de tiempo, lo que facilita la conservación de un volumen apreciable de material fresco, es decir, sin necesidad de ser secado, y con un contenido de nutrientes estable. En la tabla 5 se

## Composición química y palatabilidad de bananas y plátanos

presentan datos referentes a los estudios hechos por el equipo Guadalupe. Como comentario adicional referente a los datos de Le Dividich et al (1976), pudiera señalarse que fueron más evidentes las diferencias entre las frutas maduras o no, que entre las frutas in natura y las ensiladas, dentro de cada estadio de maduración.

**Tabla 5. Contenido de nutrientes en bananas cultivadas en Guadalupe (por ciento en base seca)**

	Bananas verdes <sup>1</sup>		Bananas maduras	
	In natura <sup>2</sup>	Ensiladas	In natura	Ensiladas
MS	21.2	29.0	21.7	23.5
Cenizas	4.6	3.8	5.2	5.7
Fibra cruda	3.7	5.3	3.8	6.1
Almidón	72.3	70.9	3.4	6.8
Nx6.25	6.4	3.8	5.3	3.8
pH	-	4.2	-	3.8
Acido láctico	-	5.3	-	10.1
Acidez volátil como acetato	-	1.8	-	3.0
Etanol	-	0.2	-	2.3

<sup>1</sup> La proporción cáscara:pulpa fue 20:80 y 18:82 para las bananas verdes y maduras respectivamente

<sup>2</sup> De dos a cinco días después de la cosecha

Fuente de los datos: Le Dividich et al (1976)

En la tabla 6 se presentan cifras publicadas sobre la composición de bananas y plátanos de variedades cultivadas en Cuba a mediados del siglo 20. En estos resultados, sin embargo, no se revelan modificaciones de importancia que las separen de las de otros contemporáneos de países del trópico americano.

**Tabla 6. Contenido de nutrientes en bananas y plátanos de variedades cultivadas en Cuba (por ciento en base seca)**

	MS	Cenizas	Fibra cruda	Extracto etéreo	ELN	Nx6.25
<b>Variedad</b>						
<b>Bananas<sup>1</sup></b>						
Guineo Dátil	29.4	2.1	1.4	0.8	90.2	5.5
Guineo Morado	25.1	2.8	1.6	1.4	85.7	8.5
Guineo Manzano	28.0	3.1	1.6	0.3	91.0	4.0
Plátano Puya	25.0	2.8	2.2	0.3	90.4	4.3
Plátano Enano <sup>2</sup>	21.9	2.9	1.5	0.3	86.7	8.6
<b>Plátanos verdes</b>						
Plátano Burro	25.6	2.5	1.6	0.4	89.8	5.6
Plátano Tongo	32.1	2.4	1.2	0.2	92.3	3.9
Plátano Macho	39.2	1.9	1.4	0.1	93.1	3.5
Plátano Macho	35.7	2.5	0.8	0.4	93.1	3.2
<b>Plátanos maduros</b>						
Plátano Burro	28.1	2.2	1.3	1.6	89.6	5.3
Plátano Macho	29.4	3.2	1.2	2.7	89.9	3.0

<sup>1</sup> No se informó el estado de maduración

<sup>2</sup> Musa Nana Lour. Las otras bananas son Musa sapientum

Fuente de los datos: Navia et al (1955)

## Composición química y palatabilidad de bananas y plátanos

En comparación con los datos de bananas de la tabla 6, que corresponden a *Musa sapientum* y *Musa paradisiaca*, en la tabla 7 se presentan variedades de *Musa 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 las bananas.

**Tabla 7. Contenido de nutrientes en pulpa y cáscara de bananas de siete variedades de *Musa cavendishii* cultivadas en Cuba (por ciento en base seca)**

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

Fuente de los datos: Llanes et al (1985)

Existen datos africanos sobre el perfil nutritivo de bananas y plátanos aparecen en la tabla 8, fundamentalmente originados en estudios hechos en Nigeria.

En lo referente a trabajos hechos en el continente asiático, existe poca información disponible. En Filipinas, Castillo y Gerpacio (1976) informaron que en frutas enteras de bananas 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.

Es obvio que como en el resto de los datos presentados en esta reseña, no hubo una diferencia digna de ser resaltada entre estos datos filipinos y los otros.

## Composición química y palatabilidad de bananas y plátanos

**Tabla 8. Contenido de nutrientes en bananas y plátanos: el punto de vista afroasiático (por ciento en base seca)**

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

Las bananas 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 muy 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. Vale la pena indicar la pobreza en aminoácidos azufrados de estos productos.

**Tabla 9. Perfil de aminoácidos esenciales en bananas y plátanos (por ciento en base seca)**

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

<sup>1</sup> No informado

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

## FACTORES ANTINUTRICIONALES

La presencia de taninos en bananas y plátanos parece ser el principal factor antinutricional presente en estas frutas. El estudio de los taninos de estas musáceas data de hace mucho (Barnell y Barnell 1945, entre otros). Estos taninos influyen negativamente en el consumo voluntario del alimento por parte de los cerdos, y también en los procesos digestivos. Se ha dicho que los taninos inhiben la acción de las enzimas proteolíticas entre otras acciones indeseables (ver Price y Butler 1980). Por otra parte, el sabor astringente de las bananas y plátanos verdes, atribuido con gran probabilidad a los taninos, es responsable de una disminución en el consumo voluntario de los cerdos, en comparación con las dietas donde estas frutas se brindan en estado de madurez adecuado (Williamson y Payne 1965).

Se han identificado distintos tipos de taninos en bananas y plátanos. A este respecto, Barnell y Barnell (1945) identificaron por inactivación diastásica dos tipos de taninos situados en dos sitios diferentes de las frutas. Uno existía en el jugo difuso de la pulpa y en la cáscara, donde se encuentra también un pigmento coloreado, la antocianina (Simmonds 1954), y que cuando se consume, es excretado por la vía urinaria. Por otra parte, las células parenquimatosas de las regiones internas y externas de la cáscara contienen también tanino, que según Barnell y Barnell (1945) es cinco veces más abundante en las frutas verdes que en las maduras. Evidentemente, la maduración de la fruta interviene favorablemente en la eliminación de este factor antinutricional. A continuación se discuten algunos de estos aspectos.

## COMPOSICION QUIMICA Y PALATABILIDAD

La evolución de los taninos durante el proceso de maduración de bananas y plátanos 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 bananas y plátanos cuando maduran (tabla 10)

## Composición química y palatabilidad de bananas y plátanos

**Tabla 10. Cambios en el contenido de carbohidratos durante la maduración de bananas y plátanos**

	Días de maduración							
	-	3	5	7	9	11	14	17
<b>Bananas<sup>1</sup></b>								
Almidón	20.6 <sup>2</sup>	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	-	-
<b>Plátanos</b>								
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

<sup>1</sup> Variedad Gros Michel<sup>2</sup> Expresado en por ciento de pulpa fresca

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

Un estudio posterior de Le Dividich et al (1976) también hizo evidente los cambios en la composición de los carbohidratos de las bananas, en este caso muestreadas con la cáscara (tabla 11). A propósito, el contenido y la composición de la pared celular, en lo que es muy rica la cáscara, no mostró modificaciones de interés. Los aspectos de las modificaciones químicas durante la maduración de los plátanos han sido estudiados en detalle por Izonfuo y Omuaru (1988).

**Tabla 11. Contenido de carbohidratos en bananas verdes y maduras**

	Bananas	
	Verdes	Maduras
Contenido, % MS		
Almidón	65.8	4.5
Azúcares solubles	10.1	71.6
Fibra cruda	3.9	3.6
Fibra detergente ácido	7.2	8.0
Fibra detergente neutro	10.6	10.2

Fuente de los datos: Le Dividich et al (1976)

Sacarosa, fructosa y glucosa son las principales fracciones presentes en los carbohidratos solubles (tabla 12). Posiblemente la glucosa y fundamentalmente la fructosa se originen por hidrólisis de la sacarosa. Este último disacárido es el principal de los carbohidratos solubles, puesto que constituye más de las tres quintas partes de los mismos.

**Tabla 12. Características de los carbohidratos solubles durante la maduración de las bananas**

Días	Pulpa fresca, %			Distribución, %		
	Glucosa	Fructosa	Sacarosa	Glucosa	Fructosa	Sacarosa
0	2.24	1.45	6.65	19.24	12.46	68.30
3	3.09	2.50	10.61	19.07	15.43	65.49
6	3.99	2.75	12.00	21.29	14.67	64.03
9	4.21	3.24	12.08	21.56	16.59	61.85

Fuente de los datos: Poland et al (1938, citado por Von Loesecke 1950)

## Composición química y palatabilidad de bananas y plátanos

En otro estudio, Ketiku (1973) no encontró en Nigeria ningún contenido de maltosa en sus muestras de plátano, pero sí de otros carbohidratos simples como los hallados por Poland (1938, citado por Von Loesecke 1950). En la tabla 13 se presentan los resultados del trabajo informado por Ketiku (1973).

**Tabla 13. Características de los carbohidratos durante la maduración de los plátanos (por ciento en base seca)**

	Plátanos verdes		Plátanos maduros	
	Cáscara	Pulpa	Cáscara	Pulpa
Almidón	50.0	83.2	35.0	66.4
Azúcares solubles <sup>1</sup>	3.0	1.3	31.6	17.3
Celulosa	9.0	1.6	10.5	1.3
Hemicelulosa	12.4	1.9	14.0	0.8

<sup>1</sup> Glucosa, fructosa y sacarosa

Fuente de los datos: Ketiku (1973)

Como ya se ha indicado, los taninos predominan en la cáscara de plátanos y bananas, y son considerablemente abundantes en las frutas verdes que en las maduras (tabla 14). Von Loesecke (1950) ha sugerido que la cantidad total de taninos permanece constante en estas frutas. Sin embargo, la astringencia se pierde durante la maduración porque la forma "activa" de los taninos, que sería la responsable de impartir el sabor fuertemente amargo a la fruta, se transforma en la forma "ligada", que se supone insoluble e inerte, y que por otra parte tiene poco o ningún efecto en la palatabilidad.

**Tabla 14. Cambios en la cantidad de taninos "activos" en el transcurso de la maduración de las bananas**

Días	Acitividad		Color de cáscara
	Pulpa	Cáscara	
0	7.36	40.5	Verde
1	8.01	34.0	
2	7.57	28.3	
3	4.30	25.4	
4	5.02	25.9	
5	4.30	16.5	Amarillenta
6	3.87	18.1	
7	1.95	11.2	
8	2.84	4.6	Amarilla
9	1.99	4.7	
10	2.00	4.5	Ennegrecida
11	1.32	3.5	

<sup>1</sup> Expresado en unidades por 100 g de muestra

Fuente de los datos: Von Loesecke (1950)

## PALATABILIDAD Y CONSUMO VOLUNTARIO

Las consecuencias de alimentar cerdos con bananas verdes frescas determinan una disminución del consumo voluntario (tabla 15). En cambio, cuando la fruta se ofrece madura a los animales o cuando las bananas verdes se cocinan, este consumo

## Composición química y palatabilidad de bananas y plátanos

voluntario se eleva. Clavijo y Maner (1975) han atribuido estas diferencias a la influencia de los taninos presentes en la fruta. En el experimento que Hernández y Maner hicieron en Ecuador, el consumo de bananas verdes frescas o cocinadas representó el 48.0 y 70.1% del consumo de bananas maduras frescas, respectivamente.

**Tabla 15. Consumo voluntario en cerdos<sup>1</sup> alimentados ad libitum con bananas frescas o cocinadas**

	Maíz <sup>2</sup>	Bananas		
		Madura fresca	Verde fresca	Verde cocinada
Consumo, kg/día				
Bananas	-	8.85	4.25	6.20
Suplemento	-	0.71	1.04	0.88
Total, base seca	2.31	2.48	1.89	2.31
Ganancia, kg/día	0.68	0.56	0.46	0.50
Conversión, kg/kg ganancia	3.41	4.44	4.16	4.26

<sup>1</sup> Rango de peso, 28.5 a 92.0 kg

<sup>2</sup> Todos los tratamientos contenían un suplemento proteico constituido por harina de pescado, harina de algodón, maíz, minerales, vitaminas y antibióticos

Fuente de los datos: Hernández y Maner (1965, citado por Clavijo y Maner 1975)

Al parecer, cuando las bananas verdes se secan, se elimina considerablemente la inhibición del consumo voluntario del alimento. Esto lo pudieron constatar también en Ecuador, Celleri et al (1971), quienes usaron comprimidos de banana verde deshidratada comercialmente. En este estudio la ganancia disminuyó linealmente y la conversión alimentario aumentó, también linealmente, a medida que aumentó el nivel de introducción de comprimidos de banana verde en la comida (tabla 16). El empeoramiento de los rasgos de comportamiento durante el engorde de los cerdos así alimentados no podría atribuirse a una disminución en el consumo voluntario de alimento.

**Tabla 16. Consumo voluntario en cerdos<sup>1</sup> alimentados ad libitum con niveles variables de comprimidos de banana verde**

	Bananas		
	Madura fresca	Madura en puré <sup>2</sup>	Verde fresca
Consumo, kg/día			
Bananas frescas	8.30	9.63	5.84
Total, base seca <sup>3</sup>	2.66	2.93	2.17
Ganancia, kg/día	0.574	0.685	0.506
Conversión, kg/kg ganancia	4.63	4.28	4.29

<sup>1</sup> Peso inicial. 32.5 kg. El experimento duró 120 días

<sup>2</sup> La fruta fue pelada

<sup>3</sup> Se suministró diariamente 1 kg de suplemento proteico (Nx6.25, 30%) constituido por harina de sorgo, torta de soya, vitaminas y minerales

Fuente de los datos: Solís et al (1985a)

Debido a lo voluminoso de la fruta madura, el consumo voluntario de banana madura fresca pudiera estar limitado por la capacidad del tracto gastrointestinal, no obstante

## Composición química y palatabilidad de bananas y plátanos

manifestarse una adaptación del mismo, en el sentido de aumentar su peso como expresión de un crecimiento de su capacidad de acomodo de digesta (Zulueta y Losada 1981). Aún así no parece que los cambios en el tracto gastrointestinal permitan la residencia de los volúmenes de bananas maduras frescas necesarias para sustentar el máximo potencial de comportamiento de los animales.

En cerdos con un peso inicial de aproximadamente 28 kg, Calles et al (1970) encontraron que durante el engorde, el consumo voluntario de bananas maduras frescas fue tal que el consumo total diario en base seca de todo el alimento no fue diferente del de una ración de maíz y soya. Sin embargo, tanto la ganancia diaria como la conversión alimentaria fueron incomparablemente peores al contrastarse con la dieta testigo.

Como es lógico esperar, a medida que el cerdo gana en peso, así aumentará también el peso del tracto gastrointestinal. De esta forma, Solís et al (1985b) realizaron un experimento para evaluar el peso inicial óptimo para el uso de la banana madura (25, 30 ó 35 kg). De nuevo aquí se utilizó el sistema Lehman, ya que diariamente se dio a los animales un kg de suplemento proteico (Nx6.25, 30%) y bananas maduras frescas ad libitum. Debido a que Solís et al (1985b) no vieron ningún cambio de significación en los criterios examinados, ellos sugirieron que el peso inicial óptimo podría ser 25 kg. Los datos de Solís et al (1985b) están expuestos en la tabla 17.

**Tabla 17. Estudio del peso inicial óptimo para el uso de bananas maduras en cerdos en crecimiento**

	Peso inicial, kg		
	25	30	35
Consumo, kg/día			
Bananas frescas	7.30	7.85	8.15
Total, base fresca <sup>1</sup>	2.46	2.57	2.63
Ganancia, kg/día	0.513	0.525	0.556
Conversión, kg/kg ganancia	4.79	4.89	4.73
Días en prueba <sup>2</sup>	146	133	117

<sup>1</sup> Se suministró diariamente un kg de suplemento proteico (Nx6.25, 30%) constituido por harina de sorgo, torta de soya, vitaminas y Minerales

<sup>2</sup> Peso final, 100 kg

Fuente de los datos: Solís et al (1985b)

Merece señalarse también que, según Clavijo y Maner (1975), si se suministra a los cerdos bananas maduras enteras, los animales consumirán la pulpa con preferencia, rechazando la cáscara. Sin embargo, siempre según Clavijo y Maner (1975), si se restringe la cantidad de fruta a consumir, los cerdos comerán tanto la pulpa como la cáscara de la fruta.

Existen muy pocos trabajos donde se ha comparado la banana y el plátano maduros en cerdos. En este sentido, en un experimento hecho por Clavijo (1972), se compararon

## Composición química y palatabilidad de bananas y plátanos

los rasgos de comportamiento de cerditos (11 kg) alimentados ad libitum con una de las dos frutas frescas y un suplemento (Nx6.25, 30%). En comparación con los animales que consumieron una dieta control de concentrados, donde el consumo voluntario fue de 1.89 kg/día, los animales en las dietas de banana o plátano maduros consumieron diariamente 1.26 y 1.25 kg del suplemento, pero el consumo de plátanos maduros sólo fue de 2.4 kg/día, es decir un 63.1% del tratamiento con bananas maduras (3.8 kg/día). La ganancia diaria para los tratamientos de concentrado, bananas maduras y plátanos maduros frescos fue de 0.48, 0.46 y 0.43 kg respectivamente. Clavijo y Maner (1975) asumieron que la diferencia entre ambos tratamientos de frutas maduras pudo deberse a que en el caso de los plátanos, donde el proceso de maduración es más lento, el nivel de taninos "activos" pudiera ser más alto de lo deseado, y por consiguiente estaría influyendo negativamente en el consumo voluntario y en los otros rasgos de comportamiento.

En un experimento con cerdos entre 30 y 90 kg, Seve et al (1972) les suministraron ad libitum ensilado de banana verde o madura, o banana verde fresca, y en cualquiera de estas tres opciones, brindaron a los animales uno de dos niveles de suplementación por el sistema de alimentación del tipo Lehman. Al comparar estos tratamientos de bananas con otro convencional de cebada y soya, Seve et al (1972) encontraron que como promedio, el consumo voluntario de MS fue solamente 76.7, 79.5 y 72.2% respectivamente del tratamiento testigo, para la banana verde fresca, ensilada y madura ensilada (tabla 18). En esta prueba no se midió el nivel de tanino "activo", pero si se sigue la línea de pensamiento que, en la banana madura ensilada, muy poco tanino "activo" debe existir, cabría preguntarse si el consumo aquí descendió por la acidez del ensilado (pH, 3.9) o por lo voluminoso del mismo (MS, 22.0%).

**Tabla 18. Consumo voluntario de cerdos<sup>1</sup> alimentados ad libitum con bananas ensiladas verdes o maduras**

Dieta	Consumo, g/día			Total	Ganancia, g/día	Conversión, kg/kg ganancia
	Banana fresca	Banana seca	Suplemento seco <sup>2</sup>			
<b>Control<sup>3</sup></b>	-	-	-	2 460	637	3.86
<b>Banana verde Fresca</b>						
SA <sup>4</sup>	4 271	954	1 046	2 000	478	4.26
SB	4 765	1 003	968	1 771	443	4.02
<b>Banana verde Ensilada</b>						
SA	3 504	1 002	856	1 858	429	4.35
SB	3 858	1 093	960	2 053	455	4.52
<b>Banana madura Ensilada</b>						
SA	3 747	813	1 038	1 851	404	4.59
SB	4 340	954	748	1 702	404	4.22

<sup>1</sup> Rango de peso, 30 a 90 kg

<sup>2</sup> Azúcar, 34; torta de soya, 54; vitaminas y minerales, 10%. Análisis: MS, 91.9; Nx6.25, 25.6%

<sup>3</sup> Cebada, 70; harina de alfalfa, 5; torta de soya, 20; vitaminas y minerales, 5%. Análisis: MS, 89.0; Nx6.25, 20.8%

SA, alto consumo del suplemento; SB, bajo consumo del suplemento

Fuente de los datos: Seve et al (1972)

## Composición química y palatabilidad de bananas y plátanos

Al parecer, cuando las bananas verdes se secan, se elimina considerablemente, aunque no del todo, la inhibición del consumo voluntario del alimento. Por consiguiente no podría atribuirse la disminución del consumo voluntario al efecto mecánico de detener la ingestión por llenura del tracto gastrointestinal. Esto lo pudieron constatar también en Ecuador, Celleri et al (1971), quienes usaron comprimidos de banana verde deshidratada comercialmente. En este estudio la ganancia disminuyó linealmente y la conversión alimentaria aumentó, también linealmente, a medida que aumentó el nivel de introducción de comprimidos de banana verde en la comida (tabla 19). El empeoramiento de los rasgos de comportamiento durante el engorde de los cerdos así alimentados no podría atribuirse a una disminución en el consumo voluntario de alimento. Aparentemente, el suministrar bajos niveles de banana verde, ya seca, en la dieta, no determina cambios en el consumo voluntario del alimento, porque así lo notaron Liao y Hsu (1985) en Taiwan, al suministrar a los animales hasta 15% de pastillas de banana verde, y Bombad (1984, citado por Fomunyan 1992), quien en Camerún tampoco halló cambios en el consumo con dietas que contenían hasta 30% de harina de banana verde secada al sol. Otro estudio hecho con 10% de comprimidos de banana verde dado en dietas para cerdos en engorde (Bakai et al 1985) también confirma esto.

**Tabla 19. Consumo voluntario en cerdos alimentados ad libitum con niveles variables de comprimidos de banana verde**

	Harina de banana verde, %			
	-	25	50	75
Consumo, kg/día	2.45	2.54	2.54	2.55
Ganancia, kg/día	0.67	0.65	0.63	0.61
Conversión, kg/kg ganancia	3.66	3.88	4.04	4.19

Fuente de los datos: Celleri et al (1971)

## CONCLUSIONES

La característica fundamental de bananas 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. Bananas y plátanos son relativamente pobres en fibras y N. Cuando la fruta se ofrece madura a los animales, o cuando las bananas 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 bananas y plátanos para cerdos resida 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).

### AGRADECIMIENTOS

Mucha de la información revisada en el presente artículo reseña fue identificada y hecha disponible por los bibliotecarios de Agrinfor, del Ministerio de la Agricultura, y de la biblioteca del Instituto de Investigaciones Porcinas, por lo que el autor desea expresar su más sincero reconocimiento. La literatura en francés que se presenta en este trabajo se ha hecho gracias al Dr. Claude Février (Station de Recherches Porcines, Rennes), que la hizo llegar felizmente a manos del autor.

### REFERENCIAS

Armas, A.E., Chicco, C.F. y Veracerta, L. 1961. Alimentación de pollos en crecimiento con harina de bananas 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

Bakai, S.M., Getya, N.V., Chirkov, A.G. y Timofeiev, V.V. 1985. Producción y utilización de alimento a partir de pulpa de plátano para dietas de cerdos. Svinarstvo (Kiev), 1985(41):40-44 (en ucraniano)

Barnell, H.R. y Barnell, E. 1945. Studies on tropical fruits. XVI. Tannin distribution in bananas and changes during ripening. Annals of Botany, 9:77-99

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-

Calles, A., Clavijo, H., Hervas, E. y Maner, J.H. 1970. Ripe bananas (*Musa* sp) as energy sources for growing-finishing pigs. Journal of Animal Science, 31:197

Castillo, L.S. y Gerpacio, A.L. 1976. Nutrient composition of some Philippine feeds. College of Agriculture Technical Bulletin N° 21, University of the Philippine at Los Banos. Laguna, pp 114

Celleri, H., Oliva, F. y Maner, J.H. 1971. Harina de banano verde en raciones de cerdos en crecimiento y acabado. In: VI Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal. La Habana, p 148

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

## Composición química y palatabilidad de bananas y plátanos

Clavijo, H. 1972. Factores que afectan la digestibilidad, valor nutritivo y energético del banano para ratas y cerdos. Tesis MSci. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, pp 175

Clavijo H. y Maner, J.H. 1974. The use of waste bananas for swine feed. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali. Serie EE, No 6, pp 20

Clavijo, H. y Maner, J.H. 1975. The use of waste bananas for swine feed. In: Animal feeds of tropical and subtropical origin. Tropical Production Institute. Londres, p 99-106

De Alba, J. 1951. Ensayos de engorde de cerdos con raciones a base de maíz, yuca y bananas. 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 bananas. 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

Desai, D.D. y Deshpande, P.B. 1975. Chemical transformation in three varieties of banana fruits stored at 20°C. Mysore Journal of Agricultural Science, 9:634-638

Devendra, C. y Göhl, B.I. 1970. Chemical composition of Caribbean feedingstuffs. Tropical Agriculture (Trinidad), 47:335-342

Fomouyan, R.T. 1992. Economic aspects of banana and plantain used in animal feeding. In: Roots, bananas and plantains (D. Machin y S. Nyvold, editores). FAO Animal Production and Health Paper No. 95. Roma, p 277-289

Forsyth, W.G. 1980. Banana and plantain. In: Tropical and subtropical fruits (S. Nagy y P.E. Shaw, editores). AVI Publishing Co. Westport, p 258-278

Gebhardt, S.E., Cutraffelli, 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.

Göhl, B.I. 1970. Animal feed from local products and by-products in the British Caribbean. FAO AGA Miscelaneous Publication 70/25. Roma

Goldstein, J.I. y Swain, A. 1963. Changes in tannins in ripening fruits. Phytochemistry, 2:371-383

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

## Composición química y palatabilidad de bananas y plátanos

INRA. 1984. L'alimentation des animaux monogastriques. Porc, lapin, volailles. Institute Nationale de la Recherche Agronomique. Paris, pp 282

Izonfuo, L.W. y Omuaru, V.O. 1988. Effect of ripening on the chemical composition of plantain peels and pulp. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 45:333-336

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

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

Liao, Ch. W. y Hsu, A. 1985. Evaluation of banana chips for feeding broilers and swine. *Journal of the Chinese Society of Animal Science*, 14:37-42 (en chino)

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

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

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

Pérez, R. 1997. Feeding pigs in the tropics. FAO Animal Production and Health Paper No. 132. Roma, pp 185

Pond, W.G. y Maner, J.H. 1974. Swine production in temperate and tropical environments. W.H. Freeman Company. San Francisco, pp 646

Price, M.L. y Butler, L.G. 1980. Tannins and Nutrition. Purdue University Agriculture Experimental Station Bulletin No. 272. West Lafayette

## Composición química y palatabilidad de bananas y plátanos

Ravindran, V. 1990. Bananas. In: Non traditional feed sources for use in swine production (P.A. Thacker y R.N. Kirkwood, editores). Butterworths. Londres, p 13-21

Rodríguez, J. 1992. Raciones prácticas para aves. Revista de la Asociación Cubana de Producción Animal, 92(2):20-27

Sève, B., Le Dividich, J. y Canope, I. 1972. Utilisation des déchets de banane par le porc aux Antilles Francaises. Essais de conservation par ensilage. Journée de la Recherche Porcine en France (Paris), p 207-213

Solís, J., Campadabal, C. y Ledezma, R. 1985a. Evaluación de diferentes formas de suplir el banano en la alimentación de cerdos durante la etapa de crecimiento y engorde. In: X Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal. Acapulco, p 57

Solís, J., Campadabal, C. y Ledezma, R. 1985b. Determinación del peso inicial óptimo en el cerdo para la utilización del banano maduro. In: X Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal. Acapulco, p

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

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

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

Simonds, N.W. 1954. Anthocyanins in bananas. American Journal of Botany, 28:471-482

Von Loesecke, H.W. 1950. Bananas. Chemistry. Physiology. Technology. Interscience Publishers In Company. New York

Williamson, G. y Payne, W.J.A. 1965. An introduction to animal husbandry in the tropics. Longmans and Green. Londres

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

Zulueta, J.M. y Losada, J. 1981. Morphological characteristics of the digestive tract of pig fed with different proportions of green plantain and molasses. Tropical Animal Production, 6:374