

SF
95
.e59
e.2



05SS-2
Reimpresión de
Series ES- No. 6

El empleo del banano de rechazo en la alimentación porcina

Hector Clavijo
Jerome H. Maner

CIAT
BIBLIOTECA

25 MAYO 1981

C 50936

Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, INIAP
Apartado 2600. Quito, Ecuador, S.A.

Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT
Apartado Aéreo 67-13. Cali, Colombia, S.A.

SERVO. INSTITUCIONAL Y BIBLIOTECARIOS

EL EMPLEO DEL BANANO DE RECHAZO EN LA ALIMENTACION PORCINA

Héctor Clavijo*

Jerome H. Maner**

Introducción

El continuo aumento de la demanda de alimentos para satisfacer las necesidades de una población siempre creciente hace absolutamente necesaria la utilización máxima y eficiente de todas las fuentes de alimentos disponibles con el fin de prevenir y vencer el hambre. Dentro del ambiente tropical, hay muchos alimentos que pueden contribuir considerablemente a aumentar la cantidad de proteína disponible si se utilizan de manera adecuada en la producción animal. El banano de rechazo es un ejemplo de este potencial irrealizado.

El banano pertenece al género Musa que comprende treinta y dos o más especies diferentes y por lo menos cien subespecies. Las variedades estándar de banano que se encuentran en el comercio pertenecen a las especies M. sapientum L. (Gros Michel) y M. cavendishii (Cavendish). El plátano (M. paradisíaca L.) o variedad de banano amiláceo que se consume cocido, se emplea localmente pero muy rara vez llega al comercio internacional.

Aunque el banano y el plátano se cultivan principalmente para la exportación y para el consumo doméstico de la población humana, hay grandes cantidades disponibles de esta fruta que pueden emplearse en la alimentación animal. Las plantas empaquetadas, en las áreas de producción comercial de banano, rechazan para la exportación las frutas que son demasiado grandes o demasiado pequeñas, las que están ligeramente magulladas, las que tienen manchas o mal color o que no están en óptimo estado de madurez para enviarlas al exterior. El banano de rechazo, junto con pequeñas cantidades de banano y de plátano producidas en la finca, constituyen una buena fuente de carbohidratos para el cerdo.

* Director del Programa de Porcinos, INIAP, Santo Domingo, Ecuador.

** Coordinador del Programa Internacional de Mejoramiento Porcino. Centro Internacional de Agricultura Tropical, Apartado Aéreo 67-13. Cali, Colombia.

Se calcula que la producción total mundial de banano sobrepasa los 26 millones de toneladas métricas. De esta producción, más del 65 por ciento se produce en América Latina, 25 por ciento en el Lejano Oriente y 7 por ciento en el África. Se desconoce la cantidad exacta del total producido disponible para la alimentación animal. Según la estación, la oferta, la demanda y las peculiaridades del mercado, la cantidad total disponible para usos diferentes al consumo humano puede representar hasta 50 por ciento de la producción total dentro de un país o región. Este alto porcentaje de fruta no vendible probablemente representa el extremo cuando existen condiciones precarias de mercadeo y tal vez una cifra del 25 al 30 por ciento se acerque más a la cantidad real. Los datos obtenidos en Costa Rica (anónimo 1963) indican que sólo 68 por ciento del total de fruta producida llega al mercado. El resto podría emplearse para el consumo casero y para la alimentación animal. Aún si se dispusiera del 20 por ciento de la producción mundial para la alimentación animal, esta cifra representaría más de 5.5 millones de toneladas métricas de banano fresco o de aproximadamente 1.1 a 1.3 millones de toneladas métricas de material secado al aire.

El banano entero con cáscara contiene aproximadamente 80 por ciento de agua y 20 por ciento de materia seca; esta última cifra representa 1.0 por ciento de proteína, 1.0 por ciento de fibra, 0.2 por ciento de grasa, 1.0 por ciento de ceniza y 16.8 por ciento de extracto libre de nitrógeno (Maner, 1970). La fibra cruda del banano entero contiene 60 por ciento de lignina, 25 por ciento de celulosa y 15 por ciento de hemicelulosa. La pulpa madura contiene 0.50 por ciento de lignina, 0.21 por ciento de celulosa y 0.12 por ciento de hemicelulosa (von Loesecke, 1950). Aunque las variedades comerciales de banano Gros Michel y Cavendish, que son las más comúnmente cultivadas, entran en esta generalización en lo relacionado con las características químicas, el banano y el plátano cultivados localmente varían en su composición química (Bressani y colaboradores, 1961).

Banano fresco

El banano puede utilizarse fresco o en forma de harina. El grado de madurez del banano fresco afecta considerablemente los resultados obtenidos cuando se emplea esta fruta como principal fuente energética en las raciones de cerdos en crecimiento y acabado. Los estudios hechos en el Ecuador (Hernández y Maner, información inédita) demuestran claramente que el cerdo puede consumir diariamente grandes cantidades de banano maduro (Cuadro 1). Sin embargo, si se le suministra banano verde, el cer-

Cuadro 1. Comportamiento de los cerdos en crecimiento y acabado alimentados con banano maduro, verde o verde cocido. ^{a/}

Tratamientos Parámetros ^{b/}	1	2	3	4
	Testigo Mafz + Supl.	30% Supl. Proteico + Banano		
		Maduro	Verde	Verde Cocido
Ganancia diaria prom. , kg	0.68 ^x	0.56 ^y	0.46 ^z	0.50 ^z
Alimento diario prom. , kg				
Banano, kg	-	8.85 ^x	4.25 ^z	6.20 ^y
Suplemento, kg ^{c/}	-	0.71 ^x	1.04 ^z	0.88 ^y
Total alimento seco, kg	2.31 ^x	2.48 ^x	1.89 ^y	2.13 ^x
Alimento/ganancia	3.41 ^x	4.44 ^y	4.16 ^v	4.26 ^j

^{a/} Hernández y Maner (1965). Información inédita. Dieciocho cerdos por tratamiento en dos replicaciones de nueve cerdos en cada grupo. Peso promedio inicial 28.5 kg. Cada grupo fue retirado del experimento cuando se obtuvo un peso promedio de 92.0 kg.

^{b/} Los promedios que están en la misma línea con letras diferentes son significativamente diferentes ($P < 0.05$).

^{c/} Suplemento con 30 por ciento de protefna compuesto de harina de pescado, torta de algodón, mafz, vitaminas, minerales y antibióticos.

do consumirá voluntariamente una cantidad equivalente a 50 por ciento (8.85 vs. 4.25 kg diarios) del total que consumiría si se le suministrara banano maduro. Estos animales compensan parcialmente la reducción en el consumo de banano con un aumento en la ingestión de suplemento proteico. El consumo excesivo de suplemento proteico y el bajo consumo de banano verde, dieron como resultado una disminución en el consumo diario de alimento secado al aire lo cual redujo la tasa de crecimiento.

Con la cocción del banano verde se aumentó el consumo de banano y se mejoró significativamente el comportamiento de los cerdos; sin embargo, este proceso no produjo el mismo comportamiento obtenido al suministrar banano maduro.

Viteri y colaboradores (información inédita) demostraron que cuando los cerdos en crecimiento se alimentaron con cantidades iguales de banano verde o maduro y con una cantidad controlada de suplemento proteico, la tasa de crecimiento y la eficiencia de conversión alimenticia fueron casi idénticas en ambos grupos (Cuadro 2). Los estudios complementarios (Clavijo y Maner, información inédita; Viteri y Maner, información inédita) han demostrado que el nivel de consumo de banano verde y maduro

Cuadro 2. Comportamiento de los cerdos en crecimiento alimentados con cantidades iguales de banano verde o maduro.^{a/}

Parámetros ^{b/}	Tratamiento	
	Banano maduro	Banano verde
Peso inicial, kg	31.9	32.1
Peso final, kg	61.1	60.3
Ganancia diaria prom., kg	.463	.449
Concentrado diario prom., kg	1.05	1.05
Banano diario prom., kg	2.96	2.72
Alimento/ganancia ^{c/}	3.55	3.55

a/ Viteri, Oliva y Maner (1971), información inédita.

b/ Los parámetros no son estadísticamente diferentes ($P > 0.05$).

c/ Alimento/ganancia se expresan en una base de 10 por ciento de humedad.

está asociado básicamente con las diferencias en palatabilidad de las dos formas de presentación. Esta información fue confirmada por Clavijo y Maner (1973) quienes demostraron que los coeficientes de digestión del banano verde y maduro no son diferentes.

La diferencia de palatabilidad del banano verde y maduro es obvia para el consumidor. El banano verde es seco y tiene un sabor amargo mientras que el maduro es jugoso y dulce. La palatabilidad depende de la composición química de la fruta. Ocurren muchos cambios químicos dentro de la fruta durante el proceso de maduración, los cuales afectan considerablemente la palatabilidad.

Una característica del banano verde es un fuerte sabor amargo. En parte, este sabor es el resultado de la presencia de taninos en la fruta. Se ha sugerido que la cantidad total de taninos en el banano permanece prácticamente constante durante el período de maduración. La pérdida o reducción de astringencia (sabor amargo) se asocia con un cambio en el estado o en la forma química de los taninos (von Loesecke, 1950). Se sugiere que los taninos existen en el banano en dos formas: 1) taninos activos o libres que imparten un fuerte sabor amargo a la fruta; y 2) taninos ligados o "tanatos vegetales" que son insolubles, que se supone que son inertes y que tienen muy poco o ningún efecto en la palatabilidad. Durante el proceso de maduración, el nivel de taninos libres disminuye debido a que los taninos se ligan lentamente en forma insolu-

ble. El nivel de taninos libres o activos es mucho mayor en la cáscara que en la pulpa, pero disminuye en ambas de manera significativa cuando la fruta está suficientemente madura para el consumo (Cuadro 3) (von Loesecke, 1950). Puesto que la cantidad de taninos es mayor, la disminución de taninos activos también es mayor en la cáscara que en la pulpa.

Aunque el contenido de agua de la pulpa aumenta durante los diez u once días necesarios para que el banano alcance el grado de madurez requerido para el consumo, el cambio más notable en el proceso de maduración del banano es la conversión de almidón en azúcar (Cuadro 4) (Stratton y von Loesecke, 1930). Durante la maduración hay una disminución en el contenido de almidón y un aumento correspondiente en el contenido de azúcar. Hay un cambio gradual en la fracción de carbohidratos de una cantidad casi total de almidón a una cantidad casi total de azúcar. En el banano, este cambio se efectúa en diez u once días. A causa de las necesidades de respiración, hay una pequeña disminución en el total de carbohidratos en todas las variedades durante la maduración.

Cuadro 3. Cambios en la cantidad de taninos "activos" en la pulpa y en la cáscara del banano durante el proceso de maduración, expresados como unidades por cada 100 gramos de tejido.^{a/}

Días	Condición de la fruta	Pulpa	Cáscara
0	Verde	7.36	40.5
1	Verde	8.01	34.0
2	Verde	7.57	28.3
3	Verde	4.30	25.4
4	Verde	5.02	25.9
5	Con color	4.30	16.5
6	Con color	3.87	18.1
7	Con color	1.95	11.2
8	Madura para consumo	2.84	4.6
9	Madura para consumo	1.99	4.7
10	Muy madura	2.00	4.5
11	Muy madura	1.32	3.5

^{a/} von Loesecke (1950).

La mayoría de los azúcares presentes está en forma de sucrosa, glucosa y fructosa aunque también se han encontrado cantidades mínimas de maltosa. El azúcar predominante en el banano es la sucrosa, parte de la cual se hidroliza para formar glucosa y fructosa (Cuadro 5) (von Loesecke, 1950). La glucosa representa aproximadamente 58 por ciento y la fructosa aproximadamente 42 por ciento del total de azúcares reductores presentes en el banano.

La magnitud de los valores de carbohidratos de la cáscara del banano es mucho menor que la de la pulpa pero sus cambios de almidón a azúcares siguen un patrón similar al demostrado para la pulpa.

El banano maduro que es palatable y consumido pronto por el cerdo, se suministra entero y con cáscara. Cuando se suministra banano maduro entero, el cerdo consume primero la pulpa dejando a un lado la mayor parte de la cáscara. Si la cantidad ofrecida excede la capacidad diaria de consumo, el animal tenderá a consumir más pulpa y menos cáscara. Sin embargo, si se controla el total de consumo diario, consumirá tanto pulpa como cáscara.

El bajo contenido proteico y el alto grado de humedad presentes en el banano requieren suplementación con una fuente de proteína y energía como también de vitaminas y minerales. Se han hecho varios estudios para determinar el patrón de consumo

Cuadro 4. Cambios en el contenido de almidón, de azúcares y de carbohidratos totales en la pulpa de banano y plátano durante el proceso de maduración, expresado como porcentaje de pulpa fresca. ^{a/}

Variedad	Número de días de maduración							
	0	3	5	7	9	11	14	17
<u>Gros Michel</u>								
Almidón	20.65	12.85	6.00	2.93	1.73	1.21	-	-
Azúcares totales	0.86	7.66	13.76	16.85	16.87	17.91	-	-
Carbohidratos totales	21.51	20.49	19.72	19.78	18.60	19.62	-	-
<u>Plátano</u>								
Almidón	32.20	31.68	30.90	30.48	28.52	20.17	11.69	6.12
Azúcares totales	0.82	0.85	1.02	0.92	3.84	9.78	18.89	21.10
Carbohidratos totales	33.02	32.53	31.92	31.40	32.36	29.95	30.58	27.22

^{a/} Stratton, F.C. y von Loesecke, H.W. (1930)

Cuadro 5. Distribución promedio de azúcares en el banano en diferentes grados de madurez de la variedad Gros Michel.^{a/}

Días	Porcentaje de pulpa fresca			Porcentaje de azúcares totales		
	Glucosa	Fructosa	Sucrosa	Glucosa	Fructosa	Sucrosa
0 Verde	2.24	1.45	7.65	19.24	12.46	68.30
3 Ligeramente verde	3.09	2.50	10.61	19.07	15.43	65.49
6 Pintón con punta verde	3.99	2.75	12.00	21.29	14.67	64.03
9 Maduro con manchas marrón	4.21	3.24	12.08	21.56	16.59	61.85

^{a/} Adaptado de von Loesecke, 1950.

voluntario y el comportamiento de los cerdos en crecimiento y acabado y de las cerdas lactantes alimentadas con banano maduro y con un suplemento proteico que contenga varios niveles de protefna cruda.

Uno de estos estudios (Calles y colaboradores, 1970) indicó que el promedio de ganancia diaria de los cerdos en crecimiento y acabado, alimentados con banano maduro entero a voluntad, mejoró significativamente (770 vs 660 g) cuando se suministró un suplemento con 30 por ciento de protefna en lugar de uno con 40 por ciento de protefna (Cuadro 6). Se supuso que la mayor ganancia fue el resultado del aumento en el consumo diario de energía metabolizable.

Aunque el nivel de suplemento proteico consumido diariamente no varía de manera considerable durante el período de crecimiento y acabado, a medida que el cerdo aumenta de tamaño y peso hay un notable aumento en el consumo diario voluntario de banano maduro. Este cambio en el patrón de consumo diario es evidente, especialmente durante las primeras dos o tres semanas de alimentación con esta dieta y puede estar asociado no sólo con la necesidad de adaptarse a los cambios de sabor, sino también con la de desarrollar una mayor capacidad estomacal que le permita ingerir mayores cantidades de este alimento con alto contenido de humedad.

Cuando se permite la selección voluntaria de una cantidad de banano maduro con un suplemento de 30 a 40 por ciento de protefna durante el período de crecimiento y acabado, el cerdo consumirá una dieta que contiene de 12.4 a 13.0 por ciento de protefna cruda. De los resultados de varios estudios, se deduce que el cerdo en crecimiento y acabado sólo consumirá un promedio de 8.0 a 8.8 kg diarios de banano ma-

Cuadro 6. Comportamiento de los cerdos en crecimiento y acabado alimentados con banano maduro y con un suplemento de 30 ó 40 por ciento de proteína a libre escogencia^{a/}

Parámetros ^{b/}	Tratamientos		
	Testigo	Banano +	Suplemento
	1	2	3
Proteína en el concentrado, porcentaje	16	30	40
Ganancia diaria prom., kg ^{c/}	0.87 ^x	0.77 ^y	0.66 ^z
Banano fresco diario prom., kg	-	8.29	8.85
Banano diario prom., kg MS ^{d/}	-	1.84	1.97
Suplemento diario prom., kg ^{d/}	-	0.82 ^x	0.62 ^y
Total alimento, kg ^{d/}	2.64	2.66	2.59
Alimento/ganancia	3.04 ^x	3.47 ^x	3.92 ^y
Proteína en la mezcla consumida, porcentaje	16.0	12.4	13.0

a/ Calles y colaboradores (1970).

b/ Los promedios que están en la misma línea con letras diferentes son significativamente diferentes ($P < 0.05$).

c/ Setenta y dos cerdos, 4 replicaciones de 6 cerdos por tratamiento. Peso promedio inicial 23.2 kg; peso promedio final 90.1 kg.

d/ El banano y el suplemento se expresan en una base de 10 por ciento de humedad.

duro. El lechón (25-30 kg) consumirá sólo de 5 a 6 kg diarios de banano maduro y parece que el cerdo en acabado, que se acerca al peso de mercado, no consumirá más de 10 a 11 kg diarios. A causa de este consumo inadecuado de banano, cuando se suministra un suplemento con 40 por ciento de proteína, la energía se convierte en factor limitante. En comparación, el mayor consumo (820 vs 620 g) de un suplemento de 30 por ciento de proteína, que suministra una mayor cantidad de calorías de carbohidratos y una menor de proteína, corrige parcialmente la deficiencia energética.

Los estudios posteriores hechos con banano maduro en la misma estación experimental (Clavijo, 1972) demostraron que ni el comportamiento del cerdo ni la eficiencia de conversión alimenticia mejoraron, al remplazar un suplemento de 30 por ciento con uno de 20 por ciento de proteína (Cuadro 7).

Aunque el comportamiento del cerdo fue similar cuando se suministró un suplemento con 20 ó 30 por ciento de protefna junto con banano, el nivel de consumo del suplemento aumentó y el consumo diario de banano disminuyó al emplear un suplemento de 20 por ciento de protefna.

Bajo condiciones prácticas de alimentación, el nivel recomendado de protefna en el suplemento dependerá de la relación de precios entre el banano, las protefnas y los granos o sus substitutos. Pueden emplearse eficientemente fuentes de energía disponibles en la localidad tales como: maíz, sorgo, salvado de arroz, azúcar y melazas, para la preparación y dilución del suplemento.

El banano fresco puede emplearse efectivamente en la ración de las cerdas gestantes. Durante este período, el alimento diario se controla para satisfacer las necesidades de la cerda y no se requiere un consumo máximo de alimento; por consiguiente, puede emplearse banano verde o maduro. Clavijo y colaboradores (1971) suministraron a las cerdas gestantes mantenidas en pastoreo una ración de banano maduro y suplemento proteico y compararon el comportamiento de estas cerdas con cerdas similares a las cuales se les suministró una dieta basal de 16 por ciento de protefna,

Cuadro 7. Comparación de suplementos de 20 y 30 por ciento de protefna para cerdos en crecimiento y acabado alimentados con suplemento y banano maduro a libre escogencia.^{a/}

Parámetros ^{b/}	Tratamientos		
	16% de protefna	Banano + Suplementos 20% de protefna	30% de protefna
Ganancia diaria prom., kg	.70 ^x	.61 ^y	.64 ^y
Consumo diario prom. de banano fresco, kg	-	5.97 ^y	7.37 ^x
Consumo diario prom. de suplemento, kg	2.46 ^x	1.91 ^y	1.15 ^z
Alimento/ganancia ^{b/}	3.52 ^x	4.42 ^y	4.27 ^y

^{a/} Clavijo, 1972.

^{b/} Los promedios que están en la misma línea sin una letra común son significativamente diferentes uno de otro ($P < 0.05$);

compuesta de maíz, trigo, salvado de trigo, harina de alfalfa y harina de pescado. Las cerdas testigo se alimentaron con 1.5 kg de alimento diario desde el día del apareamiento hasta los 76 días de la gestación. Durante el resto del período de gestación y hasta que las cerdas se trasladaron a los corrales de parición (de 76 a 110 días) se aumentó el alimento a 2.0 kg diarios.

Las cerdas alimentadas con banano recibieron 4.5 kg de banano maduro y 600 g de un suplemento con 40 por ciento de proteína, diariamente, desde el día del apareamiento hasta los 76 días de la gestación. Se hizo un cambio en la ración y se suministraron 6.0 kg de banano y 800 g de suplemento, desde los 76 hasta los 110 días de la gestación. El suplemento empleado estaba compuesto de 55.44 por ciento de harina de pescado, 20 por ciento de maíz, 12.34 por ciento de harina de alfalfa, 2.82 por ciento de harina de hueso y 9.4 por ciento de vitaminas y premezcla de minerales y sal.

El comportamiento reproductivo de los dos grupos de cerdas no mostró diferencias. El número, peso y vigor de los lechones fueron similares en los dos grupos (Cuadro 8). Las cerdas de los dos grupos tratados entraron en buenas condiciones a los corrales de parición. Durante la gestación, las cerdas alimentadas con banano ganaron un promedio de 11 kg más que las cerdas alimentadas con la dieta testigo. Después de la parición no se observaron diferencias en la supervivencia ni en el comportamiento de los lechones.

A diferencia de la limitada ingestión de alimento diario que necesita la cerda gestante para tener un buen comportamiento, la cerda lactante debe consumir entre 5 y 6 kg de un alimento seco de buena calidad para satisfacer las demandas de nutrientes para el mantenimiento y la secreción de leche. Si el banano y el suplemento suministran una cantidad equivalente de materia seca, la cerda debería consumir diariamente por lo menos 20 kg de banano y 2.0 kg de un suplemento con 40 por ciento de proteína. Esta cantidad parece ser mayor que la capacidad física de la cerda.

Clavijo y Maner (1971) compararon una dieta testigo con una de banano maduro y un suplemento con 40 por ciento de proteína en cerdas lactantes en la zona bananera tropical de Ecuador e informaron que las cerdas alimentadas con banano maduro produjeron camadas más pequeñas y de menor peso (Cuadro 9). Las cerdas testigo consumieron voluntariamente un promedio de 3.66 kg diarios de una dieta con 16 por ciento de proteína, compuesta de suplemento y grano. Las cerdas de prueba se alimenta-

Cuadro 8. Comportamiento de las cerdas gestantes alimentadas con una dieta a base de banano maduro y un suplemento con 40 por ciento de proteína^{a/}

Parámetros ^{b/}	Tratamientos	
	Testigo 16% de proteína	Banano + Suplemento
Concentrado diario prom. , kg	1.66	0.67
Banano fresco diario prom. , kg	-	5.00
Alimento diario prom. , kg ^{c/}	1.66	1.67
Proteína cruda diaria prom. , kg	.266 ^y	.319 ^x
No. prom. de lechones por camada	8.9	8.4
Peso prom. de los lechones al nacer, kg	1.22	1.26
Ganancia total prom. de la cerda, 1 - 100 días, kg	26.08 ^y	37.04 ^x

a/ Clavijo y colaboradores (1971).

b/ Los promedios que están en la misma línea con letras diferentes son significativamente diferentes ($P < 0.05$).

c/ Calculado en una base de aproximadamente 10 por ciento de humedad.

ron con una mezcla de banano y suplemento. Con el fin de suministrar una dieta con 16 por ciento de proteína, la proporción de suplemento a banano maduro fue de 1.0 kg de suplemento por cada 11 kg de banano. Se permitió que las cerdas consumieran la mezcla a voluntad y los resultados de consumo diario fueron de 1.02 kg de suplemento y de 11.22 kg de banano. A causa de la incapacidad de la cerda para consumir cantidades adecuadas de banano fresco para satisfacer sus necesidades energéticas y también por el gran efecto laxante que se observa cuando la cerda consume raciones que contienen entre 14 y 15 kg de banano maduro, en general, no se recomienda el empleo del banano fresco como principal fuente energética para la cerda lactante.

El plátano fresco tiene una apariencia similar a la del banano pero su composición química es algo diferente. Tiene un mayor contenido de materia seca el cual está representado por un aumento de 10 a 12 por ciento en el nivel de carbohidratos. Con base en su análisis químico, podrían esperarse resultados similares o mejores que los obtenidos con banano; sin embargo, los resultados de estudios hechos en el Ecuador (Clavijo, 1972) en donde se comparó el plátano con el banano (Cuadro 10), parecen in-

Cuadro 9. Comportamiento de las cerdas lactantes alimentadas con un concentrado completo o con banano maduro, más suplemento proteico. ^{a/}

Parámetros ^{b/}	Tratamientos	
	Testigo 16% de protefna	Banano + suplemento
No. prom. de lechones por camada	8.5	8.7
Peso prom. al nacer, kg	1.31	1.24
No. prom. de cerdos destetados	6.3 ^x	5.9 ^y
Mortalidad, porcentaje	26.4	30.3
Concentrado diario prom., kg	3.66	1.02
Cons. diario prom. de banano fresco, kg	-	11.22
Consumo proteico diario prom., kg	.586	.520
Pérdida de peso de las cerdas, kg	9.5 ^x	11.3 ^y

^{a/} Clavijo y Maner (1971).

^{b/} Los promedios que están en la misma línea con letras diferentes son significativamente diferentes ($P < 0.05$).

dicar que el comportamiento de los cerdos en crecimiento y acabado, alimentados con plátano, fue inferior al de los alimentados con banano.

Se desconoce la causa de la lenta tasa de crecimiento, del menor consumo de plátano y de la reducción en la eficiencia de conversión alimenticia; es posible que ella esté asociada con el estado químico de madurez. Como lo demuestra el Cuadro 4, en comparación con el banano, el plátano requiere de seis a ocho días más para alcanzar el estado ideal de madurez.

Después de 10 a 12 días de maduración, sólo una tercera parte del almidón del plátano se ha convertido en azúcares mientras que, en ese mismo tiempo, casi el 90 por ciento del carbohidrato del banano ya se ha transformado en azúcar. Si existe un patrón similar para el contenido de taninos, entonces puede explicarse el comportamiento inferior y la disminución en el consumo voluntario de plátano.

Banano seco

Es difícil secar el banano y el plátano maduros; sin embargo, la fruta verde se seca rápidamente al sol o en hornos. Una vez seca la fruta, las tajadas se muelen

Cuadro 10. Comparación de i banano y del plátano maduros como principal fuente energética en dietas para cerdos en crecimiento y acabado.^{a/}

Tratamientos	1	2	3
Criterios ^{b/ c/}	Dieta Testigo	Supl. con 30% de protefna Banano	Plátano
Ganancia diaria prom. , kg	.48 ^x	.46 ^x	.43 ^y
Consumo diario prom. de banano, kg	-	3.8 ^x	2.4 ^y
Consumo diario prom. de concentrado, kg	1.89 ^x	1.26 ^y	1.25 ^y
Alimento/ganancia ^{d/}	3.63 ^x	4.39 ^y	4.69 ^z

a/ Clavijo (1972).

b/ Diez cerdos por tratamiento en dos replicaciones de cinco cerdos cada grupo. Peso promedio inicial 11.0 kg.

c/ Los promedios que están en la misma línea con letras diferentes son significativamente diferentes ($P < 0.05$).

d/ Alimento/ganancia se expresan en una base de 10 por ciento de humedad.

para producir harina. La harina preparada con banano verde entero sin pelar, contiene aproximadamente 12 por ciento de humedad, 4.3 por ciento de protefna, 2.8 por ciento de grasa, 2.0 por ciento de fibra, 4.3 por ciento de ceniza y 74.6 por ciento de extracto libre de nitrógeno. La harina de plátano, hecha de plátano verde entero sin pelar, debe contener aproximadamente 10.0 por ciento de humedad, 4.3 por ciento de protefna, 1.0 por ciento de grasa, 6.2 por ciento de fibra, 4.5 por ciento de ceniza y 74.0 por ciento de extracto libre de nitrógeno.

Celleri y colaboradores (1971) emplearon harina de banano verde como sustituto de grano para suplir 0, 25, 50 ó 75 por ciento de la dieta total para cerdos en crecimiento y acabado. La protefna de las dietas se suministró por medio de una combinación de harina de pescado y torta de algodón. Como aparece en el Cuadro 11, cada aumento en el nivel de harina de banano en la dieta causó una reducción lineal pequeña pero significativa en el promedio de ganancia diaria y, un aumento lineal en la ingestión diaria de alimento y en la cantidad de alimento requerido por unidad de ganancia.

En estudios similares (Oliva, 1970 y Oliva y colaboradores, 1971) se emplearon niveles de 0, 12, 24, 36 y 49 por ciento de harina de banano, los cuales confirmaron

Cuadro 11. Comportamiento de los cerdos en crecimiento y acabado alimentados con dietas que contienen niveles diferentes de harina de banano verde.

Tratamientos	1	2	3	4	5
<u>Celleri y colaboradores, 1971^{a/}</u>					
Nivel de harina de banano verde	0	25	50	75	-
No. prom. de días hasta el sacrificio ^{c/}	119	121	124	128	-
Ganancia diaria prom., kg ^{c/}	.67	.65	.63	.61	-
Alimento diario prom., kg	2.45	2.54	2.54	2.55	-
Alimento/ganancia ^{c/}	3.66	3.88	4.04	4.19	-
<u>Oliva y colaboradores, 1971^{b/}</u>					
Nivel de harina de banano	0	12	24	36	48
No. de días de ensayo ^{c/}	126	126	128	131	143
Ganancia diaria prom., kg ^{c/}	.62	.60	.61	.59	.54
Alimento diario prom., kg	2.62	2.59	2.78	2.78	2.82
Alimento/ganancia ^{c/}	4.24	4.35	4.36	4.48	5.23

a/ Adaptado de Celleri, Oliva y Maner (1971) quienes utilizaron una marca comercial de harina de banano deshidratada y en comprimidos.

b/ Adaptado de Oliva, Viteri, Calles y Maner (1971) quienes utilizaron tajadas de banano verde secado al sol para preparar la harina.

c/ Respuesta lineal significativa ($P < 0.05$).

los hallazgos anteriores. Aunque hubo un aumento en la ingestión de alimento diario, se observó una depresión lineal tanto en el crecimiento como en la eficiencia de conversión alimenticia.

La causa de esta depresión lineal en el comportamiento del cerdo al remplazar el grano con niveles mayores de harina de banano, fue aclarada en estudios hechos por Clavijo y Maner (1973). Los resultados de estos estudios (Cuadro 12) demostraron claramente que aunque el banano fresco verde y maduro es igual a la harina de banano verde, en energía digerible y metabolizable, el nivel de energía metabolizable de todos estos tipos de presentación es inferior al del maíz (3200 vs 3800 kcal/kg de materia seca).

Estos estudios demostraron además que por su contenido de azúcar el banano maduro debe secarse a una temperatura mayor de 60°C. Cuando el banano maduro se tra-

Cuadro 12. Coeficientes de digestibilidad y valores de energía digerible y metabolizable del banano verde y maduro fresco y seco.^{a/}

Digestibilidad	Fresco		Harina	
	Maduro	Verde	Maduro	Verde
Materia seca, porcentaje	84.25	76.93	50.52	83.63
Proteína, porcentaje	-42.65	-102.00	-126.61	3.38
Fibra cruda, porcentaje	78.01	56.98	-39.40	78.35
Extracto etéreo, porcentaje	32.40	-24.87	24.50	22.09
Extracto libre de nitrógeno, porcentaje	92.43	92.74	68.60	92.51
Nutrientes digeribles totales, porcentaje	81.51	83.13	57.39	80.94
Energía digerible, kcal/kg MS	3114	3199	1703	3207
Energía metabolizable, kcal/kg MS	2967	3141	1520	3173

^{a/} Clavijo y Maner, 1973.

ta en esta forma, se reduce considerablemente la digestibilidad de materia seca, de nutrientes totales y de energía.

Dos experimentos hechos con cerdas gestantes (Oliva y colaboradores, información inédita) proporcionan evidencia de que la harina de banano puede suplir por lo menos 40 por ciento de la dieta total sin afectar el comportamiento reproductivo de la cerda (Cuadro 13). Las ganancias de peso durante la gestación y las pérdidas de peso de la cerda después del parto y el número y peso de los lechones, no fueron diferentes cuando se les suministró la dieta testigo con 16 por ciento de proteína a base de grano o una dieta de prueba similar en la cual un 40 por ciento de harina de banano verde sustituyó a una cantidad igual de grano.

La harina de banano verde puede emplearse también para suministrar por lo menos 50 por ciento de la dieta total de las cerdas lactantes. Los estudios hechos por los científicos ecuatorianos (Viteri y colaboradores, información inédita; Celleri y colaboradores, información inédita), indican que el comportamiento tanto de las cerdas como de su progenie no es diferente cuando se les suministra una dieta testigo de lactancia con 16 por ciento de proteína compuesta de maíz, trigo y harina de pescado o una dieta de prueba en donde se reemplaza 50 por ciento de maíz con un nivel similar de harina de banano (Cuadro 14). Ambos grupos de cerdas consumieron un nivel similar de la dieta total. Sin embargo, las cerdas alimentadas con harina de banano consumieron

Cuadro 13. Comportamiento reproductivo de las cerdas gestantes alimentadas con dietas que contienen harina de banano verde con cáscara. ^{a/}

Criterios ^{b/}	Dietas	
	1 Testigo	2 40% harina de banano
Ganancia de peso de la cerda (1-110 días), kg	41.3	40.0
Pérdida de peso post-parto, kg	26.3	27.6
No. prom. de lechones nacidos por hembra	8.9	9.0
Peso prom. del lechón al nacer, kg	1.4	1.4

^{a/} Clavijo (1972)

^{b/} Los promedios no son estadísticamente diferentes ($P > 0.05$).

menos energía digerible y, como consecuencia, perdieron un promedio de 7.6 kg de peso corporal cada una durante los 56 días de lactancia, mientras que las cerdas testigo ganaron un promedio de 2.1 kg.

Estos estudios suministran información que indica que el banano fresco, adecuadamente suplementado, puede proporcionar la principal fuente energética de los cerdos durante los períodos de gestación y de crecimiento y acabado. Sin embargo, a causa del alto contenido de humedad que impide un adecuado consumo energético, no se recomienda como la única fuente energética para las cerdas lactantes.

El bajo grado de palatabilidad del banano verde fresco que limita significativamente el consumo diario, impide el uso eficiente de la fruta verde en las raciones para cerdos. La harina de banano se prepara de la fruta verde. Sin embargo, por su bajo contenido de energía metabolizable en comparación con los granos a los cuales sustituye, mantiene un nivel menor de comportamiento animal.

Resumen

El banano de rechazo (*Musa sapientum* L.) que contiene un promedio de 20 por ciento de materia seca, representada por 1.0 por ciento de proteína, 1.0 por ciento de fibra, 0.2 por ciento de grasa, 1.0 por ciento de ceniza y 16.8 por ciento de extracto libre de nitrógeno, se emplea para suministrar la principal fuente energética en la dieta de los cerdos durante todo su ciclo de vida. El banano maduro fresco, adecuada-

Cuadro 14. Comportamiento de las cerdas lactantes alimentadas con dietas que contienen harina de banano verde con cáscara.^{a/}

Criterios ^{b/}	Tratamientos	
	1 Dieta testigo	2 50-53% Harina de banano
No. de cerdas	24	24
No. prom. de lechones por camada	9.2	9.5
Peso prom. al nacer, kg	1.1	1.1
No. prom. de cerdos destetados	7.1	7.3
Peso prom. al destete, kg	11.5	11.4
Ganancia prom. de la cerda, kg	2.1 ^x	-7.6 ^y
Ingestión prom. de alimento diario, kg	5.8	5.8

^{a/} Clavijo (1972).

^{b/} Los promedios que están en la misma línea con letras diferentes son significativamente diferentes ($P < 0.05$).

mente suplementado con proteína, vitaminas y minerales, puede emplearse durante todas las fases del ciclo de vida del cerdo excepto durante la lactancia, porque en esa época, a causa de la limitada capacidad gastrointestinal, la cerda no consume cantidades adecuadas de banano fresco para satisfacer sus necesidades energéticas. Por su sabor amargo y por su bajo grado de palatabilidad que limitan significativamente la ingestión diaria, no debe suministrarse banano verde fresco cuando se requiere un máximo consumo voluntario. Puesto que es difícil secar el banano maduro, la harina de banano se prepara de la fruta verde. La harina preparada de esta manera puede emplearse para suministrar hasta 75 por ciento de la dieta de los cerdos. Durante el período de crecimiento y acabado, cada aumento en la sustitución de maíz por harina de banano se asocia con una pequeña depresión lineal en la tasa de crecimiento y en la eficiencia de conversión alimenticia. Esta depresión en el comportamiento es el resultado de la reducción en el consumo diario de energía metabolizable que es sólo de 3200 kcal/kg de materia seca en el banano en comparación con 3800 kcal/kg en el maíz. Cuando la harina de banano reemplaza hasta 50 por ciento de la dieta de gestación y de lactancia, se registra un comportamiento igual al obtenido con las dietas testigo a base de cereales.

LITERATURA CONSULTADA

- BRESSANI, R., A. AGUIRRE, R. ARROYAVE, R. JARQUIN. La composición química de diversas clases de banano y el uso de harinas de banano en la alimentación de pollos. Turrialba 11:127, 1961.
- CALLES, A., H. CLAVIJO, E. HERVAS y J.H. MANER. Ripe bananas (*Musa*) as energy source for growing-finishing pigs. J. Anim. Sci. 31:197, 1970. (Abstr).
- CELLERI, H., F. OLIVA y J.H. MANER. Harina de banano verde en raciones de cerdos en crecimiento y acabado. In: México, Asociación Latinoamericana de Producción Animal. Memoria No. 6:148, 1971. (Abstr).
- CLAVIJO, H. Utilización de banano y plátano en la alimentación de cerdos. In: Seminario sobre Sistemas de Producción de Porcinos en América Latina, Palmira, Colombia. 1972. Palmira, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1972. pp. 177 - 178.
- CLAVIJO, H. y J.H. MANER. Banano maduro en dietas para cerdos en lactancia. In: México, Asociación Latinoamericana de Producción Animal. Memoria No. 6:147. 1971. (Abstr).
- CLAVIJO, H. y J.H. MANER. Factores que afectan la digestibilidad y el valor energético del banano para cerdos. In: Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal, 4o. , -Guadalajara, México, 1973. México, 1973.
- CLAVIJO, H., J.H. MANER y A. CALLES. Banano maduro en dietas para cerdos en gestación. In: México, Asociación Latinoamericana de Producción Animal. Memoria No. 6:142. 1971. (Abstr).
- LOESECKE, H.W. VON. Bananas: chemistry, physiology, technology. New York. Interscience Publisher, 1950.
- OLIVA, F. Evaluación de la harina de banano verde con cáscara, en crecimiento y acabado de cerdos en confinamiento. Tesis. Quito, Ecuador, Universidad Central, Facultad de Ingeniería, Agronomía y Medicina Veterinaria, 1970.
- OLIVA, F., J. VITERI, A. CALLES y J.H. MANER. La harina de banano verde con cáscara como :reemplazo del maíz, para cerdos en confinamiento durante el período de crecimiento y engorde. Quito, Ecuador, Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Gufa de Alimentación de Cerdos. 1971.
- STRATTON, F.C. y LOESECKE, H.W. VON. A chemical study of different varieties of bananas during ripening. Puerto Limón, Costa Rica, United Fruit Co., Research Department. Bulletin No. 32. 1930.