

# EFFECTO DE LA AUREOMICINA Y DE LAS VITAMINAS SOBRE EL CRECIMIENTO Y CONSTITUYENTES SANGUINEOS DE CERDOS ALIMENTADOS CON RACIONES DE MAIZ Y BANANO<sup>1</sup>

POR ROBERT L. SQUIBB, EUGENIO SALAZAR

*Instituto Agropecuario Nacional de Guatemala*<sup>2</sup>

MIGUEL GUZMAN Y NEVIN S. SCRIMSHAW

*Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá*<sup>3, 4</sup>

El maíz es caro en Guatemala y se usa principalmente como alimento del hombre. No se dispone en el país de alimentos que contengan proteína animal. Por estas razones, los expertos en nutrición de Guatemala han insistido en la importancia de encontrar substitutos de producción local para el maíz, y de evaluar la efectividad, para el crecimiento, de los antibióticos combinados con proteínas vegetales producidas localmente. Squibb y Salazar (1951) demostraron que los bananos maduros sin pelar, pueden substituir a algunos de los carbohidratos del maíz en raciones para el crecimiento y ceba de los cerdos. Descubrieron también que la adición a las raciones del concentrado de un factor de proteína animal (APF), eleva el índice de aumento de peso de los cerdos, acrecentando su eficiencia para la utilización de los alimentos.

El objeto de estos estudios fué, en primer lugar, determinar si los bananos maduros, sin pelar, podrían substituir todos los carbohidratos suministrados por el maíz, en dietas para el crecimiento y ceba de cerdos, y en segundo lugar, determinar el efecto de la aureomicina cristalina y de

<sup>1</sup> Publicado originalmente en el *Jour. Animal Sc.*, 12:297-303, 1953, bajo el título "Effect of Aureomycin and Vitamins on Growth and Blood Constituents of Pigs Fed Corn and Banana Rations" con el número INCAP I-8.

<sup>2</sup> El Instituto Agropecuario Nacional de Guatemala es un organismo agrícola técnico que actúa bajo la dirección conjunta del Gobierno de Guatemala y la Oficina de Relaciones Exteriores del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, de acuerdo con el programa del Punto IV a cargo de la Administración de Cooperación Técnica, del Departamento de Estado, E. U. A.

<sup>3</sup> El Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, Guatemala, es un Instituto de estudios de la nutrición humana sostenido por los Gobiernos de Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras y Panamá y administrado por la Oficina Sanitaria Panamericana, Oficina Regional de la Organización Mundial de la Salud.

<sup>4</sup> Los autores agradecen la valiosa ayuda que les proporcionaron los Doctores M. K. Wyld y Henry Hopp en los análisis estadísticos de los datos, y la del Lic. Francisco Aguirre, al realizar los recuentos de glóbulos rojos, y las determinaciones de los hematocritos y de la hemoglobina de la sangre de los cerdos. Asimismo, se expresa el sincero reconocimiento por la ayuda financiera prestada por el Instituto de Fomento de la Producción de Guatemala. Publicación Científica INCAP E-56.

un concentrado de vitaminas sobre el crecimiento de los cerdos y sobre diversos elementos constituyentes de su sangre.

### PROCEDIMIENTO

En los dos experimentos que se describen en este trabajo se utilizaron sesenta cerdos de raza Duroc-Jersey, todos los cuales habían tenido libre acceso a pastos verdes. Fueron distribuidos en grupos experimentales según la edad y peso, y cada grupo fué encerrado en un corral de suelo y paredes de concreto que se lavaba cuidadosamente todos los días. Se les suministró, *ad libitum*, agua fresca y las raciones del experimento. Además de éstas, cada cerdo recibió 0.75 libra de grama kikuyu fresca (*Pennisetum clandestinum*) al día, como fuente complementaria de carotina y otros elementos nutrientes esenciales. Toda la comida que rechazaban los animales se volvía a pesar y no se anotaba como consumida. Cada cerdo fué pesado una vez por semana.

**Experimento 1.**—En el experimento 1 se alimentó a grupos duplicados de cerdos con raciones que contenían maíz o bananos maduros como fuente principal de carbohidratos. Los bananos sobremadurados y sin pelar, se suministraron para reemplazar todos los carbohidratos del maíz y para proporcionar la misma cantidad de materias secas que el maíz. En el Cuadro 1 figuran el número de cerdos, la duración de las pruebas, las raciones suministradas, el crecimiento y la eficiencia de utilización de los alimentos observados en los cerdos.

**Experimento 2.**—En el experimento 2 se estableció la comparación del índice de crecimiento de cerdos alimentados con raciones de maíz o bananos con la adición (1) de un concentrado de vitaminas, o (2) de aureomicina cristalina, o (3) sin ellos. En el Cuadro 2 figuran el número de cerdos utilizado en este estudio, la duración del experimento, las raciones suministradas, el crecimiento y la eficiencia de utilización de los alimentos observados en los cerdos.

En este experimento se observó también el efecto de los complementos en varios elementos constituyentes de la sangre de los cerdos. Tanto al empezar como al concluir el experimento se obtuvieron muestras de 5 ml de sangre aproximadamente de la cola de cada uno de los cerdos. El suero de estas muestras se analizó para determinar las proteínas séricas (método de Lowry y Hunter, 1945), riboflavina (método de Burch *et al.*, 1948), ácido ascórbico (métodos de Goodland *et al.*, 1949, y Lowry *et al.*, 1945 que fueron modificados utilizando una solución de sulfato de cobre y tiourea en lugar de norita), carotinoides y vitamina A (método de Bessey *et al.*, 1946), tocoferoles (Quaife *et al.*, 1949) y fosfatasa alcalina (Bessey *et al.*, 1946).

Además, al final del experimento se extrajeron 2 ml de sangre de cada uno de cinco cerdos escogidos al azar en cada grupo. Estas muestras fueron recogidas en tubos de ensayo que contenían un anticoagulante.

Se determinó por los métodos estándar (Wintrobe, 1946) el recuento de glóbulos rojos, el contenido de hemoglobina y el porcentaje de hematocritos en cada una de estas muestras. En el Cuadro 3 figuran los datos de los análisis sanguíneos.

### RESULTADOS Y DISCUSIONES

Los datos que figuran en los Cuadros 1 y 2 demuestran que los bananos maduros pueden suministrarse para substituir al maíz como fuente de car-

CUADRO NO. 1.—Crecimiento y utilización de alimentos observados en cerdos alimentados con raciones de maíz y bananos: Experimento 1

Ración <sup>1</sup>	Peso promedio		Promedio diario de aumento de peso	Eficiencia de los alimentos <sup>2</sup>
	Al iniciar el experimento	Al final del experimento		
8 cerdos en cada grupo, sometidos a raciones durante 140 días				
	<i>lb</i>	<i>lb</i>	<i>lb</i>	<i>lb de alimento por 100 lb de aumento de peso</i>
Maíz.....	39	163	0.88	393
Bananos.....	40	191	1.07	509
9 cerdos en cada grupo, sometidos a raciones durante 91 días				
Maíz.....	65	170	1.15	380
Bananos.....	65	182	1.28	451

<sup>1</sup> Se emplearon las siguientes raciones:

Maíz.—Para cerdos de 30 a 124 libras de peso: harina de torta de ajonjolí, 40; maíz amarillo molido, 57; huesos molidos, 1; carbonato de calcio, 1; y sal, 1. (Proteína cruda, 21%.)

Para cerdos de 125 a 200 libras de peso: harina de torta de ajonjolí, 23; maíz amarillo molido, 74; huesos molidos, 1; carbonato de calcio, 1; y sal, 1. (Proteína cruda, 15% por ciento.)

Bananos.—Para cerdos de 30 a 124 libras de peso: 1 parte de concentrados (harina de torta de ajonjolí, 45; huesos molidos, 1; carbonato de calcio, 1; y sal, 1) por 4 partes de bananos. (Proteína cruda, 21%.)

Para cerdos de 125 a 200 libras de peso: 1 parte de concentrados por 5 partes de bananos. (Proteína cruda, 15%.)

<sup>2</sup> La humedad de los bananos maduros se redujo al mismo contenido proporcional que el maíz.

hidratos en las raciones para el crecimiento y ceba de los cerdos. Aunque en el Experimento 1 no se registraron diferencias significativas entre el índice del aumento de peso de los cerdos alimentados con bananos y el de los alimentados con maíz, un análisis estadístico de los datos indicó que durante el período en que los cerdos pesaron menos de 90 libras, el índice de aumento de peso en los grupos alimentados con bananos fué considerablemente mayor que en los grupos que habían sido alimentados con maíz. Esta observación quedó confirmada en el Experi-

mento 2. No se determinó la razón de este mayor crecimiento de los cerdos jóvenes alimentados con bananos.

CUADRO No. 2.—Crecimiento y utilización de los alimentos observados en cerdos nutridos con raciones de maíz y bananos complementadas con un concentrado de vitaminas y con aureomicina: Experimento 2

Ración	Número de cerdos	Número de días	Peso medio		Promedio diario de aumento en peso	Eficiencia de alimentos <sup>1</sup>
			Al iniciar el experimento	Al final del experimento		
<b>Raciones básicas<sup>2</sup></b>						
			lb	lb	lb	lb de alimentos por 100 lb de aumento de peso
Maíz . . . . .	10	49	46	76	0.64	352
Bananos . . . . .	10	49	45	85	0.82**	362
<b>Raciones complementadas con concentrado de vitaminas<sup>3</sup></b>						
Maíz . . . . .	10	49	47	80	0.67	355
Bananos . . . . .	10	49	46	87	0.83**	358
<b>Raciones complementadas con aureomicina<sup>4</sup></b>						
Maíz . . . . .	10	49	47	83	0.72	304
Bananos . . . . .	10	49	46	91	0.92**	305

<sup>1</sup> La humedad de los bananos maduros se redujo al mismo contenido proporcional que el maíz.

<sup>2</sup> Las raciones básicas (proteína, 24%) consistieron en los siguientes elementos: harina de torta de ajonjolí, 40; maíz amarillo molido, 57; carbonato de calcio, 1; huesos molidos, 1; sal, 1; y desterol, 3 gm por 100 libras de ración. Las raciones básicas de bananos consistieron en los siguientes elementos: harina de torta de ajonjolí, 94; carbonato de calcio, 2; huesos molidos, 2; sal, 2; bananos, 4 partes, por peso, por una parte de concentrados; y delsterol, 3 gm por 100 libras de ración.

<sup>3</sup> Vita-Rich, un estimulante del crecimiento, fué suministrado para substituir el 1% del maíz en las raciones básicas de este alimento, o el 1% de harina de torta de ajonjolí en las raciones básicas de bananos. La casa productora, Thompson-Hayward Chemical Co., afirma que contiene por libra (en un vehículo de soluciones de sardina y suero, hígado de pescado, harina de glándulas, etc.) un mínimo de 300 mg de riboflavina, 250 mg de ácido pantoténico, 10,000 mg de colina, 20 mg de tiamina, 300 mg de niacina, 0.5 mg de vitamina B<sub>12</sub>, 90,800 unidades de pollo AOAC de vitamina D y 90,800 unidades (Farmacoepa de los Estados Unidos) de vitamina A.

<sup>4</sup> Aureomicina HCl (cristalina), cortesía del Dr. T. H. Jukes, Laboratorios Lederle.

\*\* La diferencia entre los cerdos alimentados con bananos y los alimentados con maíz fué significativa a un nivel del 1%.

En el Experimento 2, los cerdos alimentados con raciones de bananos con complementos de vitaminas o aureomicina o sin ellos, aumentaron de peso de un modo mucho más rápido que los alimentados con maíz y

esos complementos o sin ellos. La adición del concentrado de vitaminas no mejoró el índice del aumento de peso con las raciones de bananos ni con las de maíz (Cuadro 2). Ahora bien, en ambas raciones la adición de aureomicina cristalina mejoró, aunque no significativamente, el índice del aumento de peso y la eficiencia de utilización de los alimentos.

CUADRO No. 3.—Efecto del concentrado de vitaminas y de la aureomicina de raciones de maíz y bananos en varios constituyentes sanguíneos de cerdos en crecimiento: Experimento 2

Ración	Proteínas séricas, gm%		Riboflavina, γ%		Acido ascórbico, mg%		Carotinoides, γ%		Vitamina A, γ%		Tocoferoles, mg%		Fosfatasa alcalina, mM/l/ hr <sup>1</sup>		Recuento de glóbulos rojos, final, millones/mm <sup>3</sup>	Hemoglobina, final, gm%	Hematocrito, final, %
	Com.	Fin.	Com.	Fin.	Com.	Fin.	Com.	Fin.	Com.	Fin.	Com.	Fin.					
Raciones básicas																	
Maíz	6.83	6.56	3.27	1.97	1.92	1.72	3.4	11.3	26.4	26.8	0.26	0.47	1.78	3.83	6648	11.5	38.0
Bananos	6.74	6.98	2.50	1.84	2.17	1.58	7.2	7.5	24.3	28.9	0.09	0.46	2.22	3.27	6248	10.8	36.6
Raciones complementadas con concentrado de vitaminas <sup>2</sup>																	
Maíz	6.71	6.59	2.85	3.01	2.35	1.64	8.8	12.4	27.1	31.0	0.11	0.53	1.94	2.63	7166	11.5	39.4
Bananos	6.56	6.87	2.86	3.13	2.12	2.02	6.8	11.1	25.9	29.1	0.22	0.57	1.67	2.74	6120	11.1	37.4
Raciones complementadas con aureomicina <sup>3</sup>																	
Maíz	6.96	6.57	2.67	1.78	1.92	1.79	10.0	12.6	24.9	30.7	0.11	0.46	2.14	2.47	6876	11.1	37.6
Bananos	7.04	7.14	2.60	1.44	1.77	1.72	9.0	16.7	22.7	39.2	0.07	0.66	2.58	2.10	6222	10.9	36.4
Error estándar combinado del promedio (+ o -)	0.28		0.57		0.38		3.6		7.0		0.11		0.79		478	0.64	2.00
Dif. debida a																	
Bananos	0.42**		0.12		0.06		-0.3		2.9		0.08**		0.27		700**	-0.43	-1.53*
Vitaminas	-0.04		1.16**		0.18		2.4*		2.2		0.08*		-0.86**		195	0.2	1.1
Bananos X vitaminas	-0.07		0.12		0.26**		1.2		-2.0		0.02		-0.16		-323	0.2	-0.3
Aureomicina	0.08		-0.29		0.10		5.2**		7.1**		0.10**		-1.26**		101	-0.2	-0.3
Bananos X aureomicina	0.07		-0.10		0.04		4.0**		3.2		0.10**		0.10		-127	0.2	0.1

<sup>1</sup> Milimoles por litro por hora.

<sup>2</sup> Para la composición del concentrado de vitaminas, véase el Cuadro 2, nota 4.

<sup>3</sup> Aureomicina HCl (cristalina), cortesía del Dr. T. H. Jukes y de los Laboratorios Lederle.

\* Significativo al nivel del 5%.

\*\* Significativo al nivel del 1%.

Se pueden esperar dos tipos principales de cambios en los niveles de los elementos nutrientes de la sangre en cerdos sometidos a las condiciones de estos experimentos: (1) los que ocurran independientemente del tratamiento, por ejemplo, trasladándolos de los pastos a un lugar seco; y (2), los que ocurran debido al tratamiento. Cuando se analizaron esta-

dísticamente los datos de las pruebas sanguíneas obtenidos en el Experimento 2 (Cuadro 3) se tuvieron en consideración estas dos condiciones.

Los datos obtenidos pueden resumirse en la forma siguiente:

Proteínas séricas	No mostraron ningún cambio firme, independientemente del tratamiento.
Riboflavina	Disminuyó significativamente en todos los grupos excepto en aquellos que habían sido alimentados con dietas a las que se había agregado el concentrado de vitamina; estos grupos mostraron cierto aumento.
Acido ascórbico	Disminuyó en todos los grupos, sin que los tratamientos produjeran efecto aparente alguno.
Carotinoides	Aumentaron en todos los grupos, observándose aumentos significativos en el grupo alimentado con maíz, en los grupos alimentados con maíz o bananos y un complemento de vitaminas y en el grupo alimentado con bananos y un complemento de aureomicina.
Vitamina A	Aumentó en todos los grupos y de manera significativa en los alimentados con bananos y aureomicina.
Tocoferoles	Aumentaron significativamente en todos los grupos, independientemente del tratamiento.
Fosfatasa alcalina	Aumentó significativamente en los grupos alimentados con raciones de maíz y de bananos con adición de vitaminas o sin ellas; no mostraron ningún aumento los grupos que recibieron aureomicina.
Recuento de glóbulos rojos, hemoglobina y hematocritos	No se apreciaron diferencias significativas entre los diversos grupos, salvo el detalle de que aquellos que fueron alimentados con bananos y un complemento de vitaminas o aureomicina, o sin ellos, presentaron un recuento de glóbulos rojos más bajo y un porcentaje de hematocritos también menor que los de los grupos alimentados con maíz.

Los datos obtenidos son suficientes para explicar todos los cambios que ocurrieron en los diversos elementos constituyentes de la sangre de los cerdos en este experimento. En los grupos alimentados con maíz o bananos y el complemento de vitaminas, el aumento en el suero de riboflavina, carotinoides, tocoferoles y vitamina A puede atribuirse al hecho de que el concentrado eleva la cantidad de estas vitaminas en las raciones. En los grupos alimentados con bananos y aureomicina, fué significativo el aumento de carotinoides (actividad de la vitamina A) y de vitamina A. Puesto que no se observaron aumentos parecidos en los

cerdos alimentados con maíz y aureomicina, es probable que ésta no sea directamente la causa de tal aumento.

Existen indicaciones de que la aureomicina puede guardar relación con un lento aumento de la fosfatasa alcalina (en el grupo alimentado con maíz) o una disminución (en el grupo alimentado con bananos). Además, el recuento de glóbulos rojos y los valores hematocríticos fueron bajos en la sangre de los cerdos alimentados con bananos, sin que pueda ofrecerse explicación alguna de estos fenómenos.

#### SUMARIO

Los estudios que se describen en este trabajo indican que los bananos maduros, suministrados sin pelar, substituyen de un modo satisfactorio al maíz en raciones para el crecimiento y ceba de cerdos, pero que son más eficaces durante el período en que los cerdos pesan menos de 90 libras que cuando se trata de cerdos de más peso y mayor edad.

La aureomicina aumentó, aunque no de una manera significativa, el índice de crecimiento de los cerdos alimentados con raciones de maíz o de bananos, así como su eficiencia en la utilización de los alimentos.

La aureomicina no tuvo efecto aparente alguno sobre las proteínas séricas, la riboflavina, el ácido ascórbico, los carotinoides, la vitamina A, los tocoferoles, el recuento de glóbulos rojos, la hemoglobina y los hematocritos en la sangre de los cerdos en crecimiento.

El aumento de los valores de fosfatasa alcalina observado en cerdos alimentados con maíz o bananos pareció disminuir al agregar aureomicina a la dieta de los cerdos.

#### REFERENCIAS

- Bessey, O. A.; O. H. Lowry, y M. J. Brock: A method for the rapid determination of alkaline phosphatase with five cubic millimeters of serum, *Jour. Biol. Chem.*, 164:321, 1946.
- Bessey, O. A.; O. H. Lowry; M. J. Brock, y J. A. Lopez: The determination of vitamin A and carotene in small quantities of blood serum, *Jour. Biol. Chem.*, 166:177, 1946.
- Burch, H. B.; O. A. Bessey, y O. H. Lowry: Fluorometric measurements of riboflavin and its natural derivatives in small quantities of blood serum and cells, *Jour. Biol. Chem.*, 175:457, 1948.
- Goodland, R. L.; R. R. Sealock; N. S. Scrimshaw, y L. C. Clark: Interference with the ultramicro ascorbic acid method of Lowry, Lopez and Bessey, *Science*, 109:494, 1949.
- Lowry, O. H., y T. H. Hunter: The determination of serum protein concentration with a gradient tube, *Jour. Biol. Chem.*, 159:465, 1945.
- Lowry, O. H.; J. A. Lopez y O. A. Bessey: The determination of ascorbic acid in small amounts of blood serum, *Jour. Biol. Chem.*, 160:609, 1945.
- Quaife, M. L.; N. S. Scrimshaw, y O. H. Lowry: A micro-method for assay of total tocopherols in blood serum, *Jour. Biol. Chem.*, 180:1229, 1949.
- Squibb, R. L., y E. Salazar: Value of corozo palm nut and sesame oil meals, bananas, A.P.F., and cow manure in rations for growing and fattening pigs, *Jour. An. Sc.*, 10:545, 1951.
- Wintrobe, M. M.: "Clinical hematology", Lea and Febiger, Philadelphia, 1949.