

UTILIZACION DE LA HARINA DE YUCA (*Manihot esculenta*) EN LA ALIMENTACION DE POLLOS PARRILLEROS¹ *

Mario E. Zumbado y Mario G. Murillo **

ABSTRACT

Cassava meal (*Manihot esculenta*) utilización in broilers feeding. Experiments were conducted to evaluate the metabolizable energy (ME) value and to study the biological response of chicks to different levels of cassava meal as produced in the north side of the country. ME was determined by standard calorimetric procedures; the average value of ME was found to be 3.21 kcal per gram of cassava meal.

A second experiment was conducted with 300 day old Arbor Acres straight-run chicks from 0 to nine weeks of age, to estimate the maximum level of cassava meal for optimum growth rate and feed efficiency. Three groups of 20 chicks per pen were fed with five diets containing 0, 12, 24, 36 and 48% of cassava meal as a corn substitute of isoproteic and isocaloric diets.

In the second experiment both periods (started and growing-finishing), a maximum amount of 36% of cassava meal was the best level and no differences ($P < 0.05$) in growth rate and feed efficiency respect to chicks fed with the control diet were found. The feed consumption was not affected in any treatment, and no differences in mortality were observed. The economics showed that only the use of a level of 12% was profitable when compared with the control diet, due to higher protein supplementation costs, lower performance, and high cost of cassava meal.

INTRODUCCION

La yuca (*Manihot esculenta*) constituye uno de los alimentos con mayores perspectivas para sustituir total o parcialmente al maíz en las raciones para aves. Es un producto ampliamente

cultivado en el trópico y uno de los cultivos más productivos en términos de calorías por hectárea.

Los primeros trabajos tendientes a determinar el valor de la harina de yuca en la alimentación de pollos parrilleros fueron iniciados por Tabayoyong en 1935 (16). Posteriormente otros autores han estudiado el uso de la harina de yuca obteniéndose resultados variables. En general la mayoría de los autores (5, 12, 14, 17) al realizar experimentos con yuca como sustituto de maíz encontraron que los niveles óptimos de yuca en la ración fluctuaban entre el 30 y 50%. Sin embargo Vogt (19) encontró depresión en el crecimiento al usar niveles de 20 y 30% de harina de yuca en la

¹ Recibido para su publicación el 28 de mayo de 1979.

* Parte de la tesis de Ingeniero Agrónomo presentada por el primer autor a la Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica.

** Profesores de la Escuela de Zootecnia, Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica.

ración total, debido posiblemente a la presencia de cierto contenido de HCN residual en la harina, o a la presencia de un inhibidor de la fosforilasa en la cáscara del tubérculo el cual permanece en la harina ya procesada.

Este efecto depresor del HCN ha sido corroborado por otros autores (11,17,19) lo mismo que el efecto de la metionina suplemental en mejorar la calidad de la proteína de yuca y en la detoxificación del cianuro en dietas altas en harina de yuca.

Con respecto al contenido de energía metabolizable de la harina de yuca, varios autores (9,12,14) utilizando el método descrito por Hill *et al* (7), lo sitúan entre valores de 3,4 y 4,3 k cal por gramo en base seca. Este valor puede verse afectado por el proceso mediante el cual la harina fue elaborada y la variedad de yuca utilizada.

En los últimos años se le ha dado mucha importancia al cultivo de la yuca, y a su uso en la alimentación humana y animal. Actualmente se dispone de gran información en lo referente a aspectos de producción, procesamiento y conservación, pero es escasa con respecto a la alimentación avícola, lo que ha provocado un bajo uso de este producto en la fabricación de piensos para aves. Tomando en consideración esta escasa información existente en relación al uso en la alimentación de las aves de las variedades de yuca utilizadas en Costa Rica, los objetivos del presente trabajo fueron: determinar el contenido de energía metabolizable de la harina de yuca producida en Costa Rica y estudiar la respuesta biológica del pollo en crecimiento y engorde a diferentes niveles de harina de yuca en sustitución del maíz en raciones isoproteicas e isocalorías.

MATERIALES Y METODOS

Determinación de energía metabolizable (EM)

El procedimiento seguido en la determinación del contenido de EM de la harina de yuca, se llevó a cabo mediante una recopilación de los procedimientos descritos por Hill y Anderson (6), Hill *et al* (7) y Sibbald, Summers y Slinger (15). Fueron utilizados 12 pollos sin sexar de 28 días de

edad de la línea Arbor Acres. Para la determinación del contenido de EM fueron elaboradas una dieta testigo y otra experimental a partir de una porción basal que formó el 50% de ambas raciones. Esta dieta aportaba todos los nutrientes conocidos requeridos por las aves y en las cantidades recomendadas por el National Research Council de 1975 (13). La composición de dicha dieta basal aparece en el Cuadro 1. Se incluyó óxido de cromo (Cr_2O_3) como sustancia indicadora de digestión dadas sus características de ser indigestible e inabsorbible. El 50% restante de las dietas fue glucosa para la dieta testigo y harina de yuca para la dieta experimental.

El período de adaptación a las dietas fue de cinco días, siguiendo a este el período experimental.

Cuadro 1. Composición de la dieta basal.

Ingredientes	%
Maíz amarillo molido	36,0
Harina de soja	25,0
Aceite vegetal	2,2
Afrecho de trigo	5,0
Harina de pescado	6,0
Caseína	15,0
Fosfato Di-Calcico	3,0
Leche descremada	4,0
Sal (Na Cl)	1,0
Vitaminas y minerales	1,5
DL - Metionina	0,7
Oxido de Cromo	0,6

Las muestras de heces se recogieron cada 24h durante cuatro días y se mantuvieron congeladas hasta el análisis calorimétrico. Tanto a las muestras de alimento como a las de heces se les realizaron los siguientes análisis: a) óxido de cromo siguiendo el método descrito por Christian y Coup (3), b) energía bruta, utilizando una bomba calorimétrica Parr adiabática a 30 atmósferas de oxígeno y c) nitrógeno, por el procedimiento de micro-Kjeldhal A O A C (1).

Determinación de niveles óptimos de harina de yuca en dietas.

Trescientos pollos sin sexar de un día de edad de la línea Arbor Acres, obtenidos de una incubadora comercial, fueron utilizados con el fin de determinar el nivel óptimo de harina de yuca que podría usarse en sustitución del maíz en dietas para iniciación y acabado. El experimento se llevó a cabo en la Estación Experimental Fabio Baudrit Moreno, Provincia de Alajuela, Costa Rica, 840 msnm. La temperatura y precipitación en el período en que se llevó a cabo el experimento fue de 25 C y 1.100 mm. respectivamente. La yuca utilizada fue elaborada por la planta procesadora de yuca de la Unión Regional de Cooperativas de la zona Norte (URCOZON).

El procesamiento en la fabricación de la harina abarca la raíz completa, la cual es lavada y cortada en trozos de aproximadamente 2 cm. y secada a 350 C a la entrada del horno bajándose luego la temperatura a 150 C. Los "chips" obtenidos después de este proceso son molidos y empacados. El análisis proximal de la muestra de esta harina de yuca usada en el ensayo aparece en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Composición química de la harina de yuca¹

Componente	%
Humedad	11,38
Proteína cruda (N X 6,25)	2,62
Extracto etéreo	0,41
Fibra cruda	2,42
Extracto libre de nitrógeno	80,70
Cenizas	2,47

¹ Análisis llevado a cabo en el laboratorio de Nutrición Animal de la Facultad de Agronomía, U.C.R.

En el diseño experimental, se utilizaron cinco tratamientos los cuales consistieron en cuatro niveles de harina de yuca y una dieta testigo en la cual no se incluyó harina de yuca. Cada tratamiento constó de tres repeticiones cada uno con 20 pollos aleatoriamente asignados. La composición de las raciones utilizadas tanto en

iniciación como acabado se presentan en los Cuadros 3 y 4.

Tanto las raciones como el agua fueron suministradas *ad libitum*. La ración de iniciación se dio hasta las seis primeras semanas de edad y la finalizadora de las seis a las nueve semanas. Para el estudio económico solamente se tomó en consideración el costo del alimento en cada tratamiento y la ganancia bruta por concepto de la venta de las aves en pie. No se incluyeron los costos de mano de obra, iluminación y otros, dado que fueron constantes para todos los tratamientos.

Los análisis de varianza se realizaron siguiendo un diseño estrictamente al azar fijándose la significancia a un nivel del 95%. La diferenciación entre medias se realizó utilizando la prueba de Duncan.

RESULTADOS Y DISCUSION

Determinación del valor de energía metabolizable

Se obtuvo un valor promedio de $3,21 \pm 0,14$ kilocalorías de energía metabolizable por gramo de harina de yuca. Este valor es algo inferior al encontrado por Olson, Sunde y Bird (14) que fue de 3,44 kcal/g, y al encontrado por Maust, Scott y Pont (9) que fue de 4,31 kcal de E M por gramo de harina de yuca.

Esta divergencia entre los valores antes apuntados puede ser debida al hecho de que las variedades de yuca existentes difieren en su composición química; por otra parte, la edad a la que es cosechada la planta, las condiciones de cultivo y prácticas de fertilización, conllevan a variaciones en el contenido de carbohidratos y por ende a variaciones en el contenido calórico metabolizable. (2, 8, 18). Los diferentes métodos de procesamiento de la yuca para producir la harina pueden provocar variaciones en el contenido de ciertos nutrimentos tales como azúcares y almidones. Desde el punto de vista animal, la edad de las aves utilizadas en las determinaciones de E M por los investigadores antes citados fue menor que la de los pollos en la presente investigación (dos semanas y cuatro semanas respectivamente), lo cual puede ser un factor de cierta influencia en el valor calórico

Cuadro 3. Composición de las dietas para el período de iniciación.

Ingredientes	Dietas experimentales				
	A	B	C	D	E
Harina de yuca, %	0,00	12,00	24,00	36,00	48,00
Maíz amarillo molido, %	55,00	41,00	27,00	13,00	0,00
Grasa animal (sebo), %	6,00	6,00	6,25	6,30	6,50
Harina de soja, %	30,50	32,10	33,76	33,24	33,31
Harina de pescado, %	6,00	6,50	6,50	9,00	10,00
Harina de hueso, %	1,25	1,25	1,50	1,50	1,25
Vitaminas y minerales, % *	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Carbonato de calcio, %	0,50	0,50	0,25	0,25	0,25
Sal, %	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Aditivos, %	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18
Metionina D.L., %	0,07	0,06	0,06	0,03	0,01
Análisis					
Proteína cruda calculada, %	23,12	23,05	22,96	23,05	23,10
Proteína cruda analizada (N X 6,25), %	22,81	21,95	21,83	22,73	22,45
Energía metabolizable, kcal/kg, .	3178,00	3191,00	3189,00	3200,00	3194,00
Calcio, %	0,98	0,99	1,00	1,00	1,00
Fósforo, %	0,68	0,69	0,68	0,71	0,71
Extracto etéreo, %	6,49	6,92	7,10	5,95	6,88
Fibra cruda, %	3,06	2,48	2,22	2,43	2,07
Metionina, %	0,38	0,39	0,40	0,43	0,45
Cistina, %	0,38	0,41	0,40	0,39	0,42

* Fórmula de vitaminas y minerales Vitamelk Broiler de la casa Dawes Lab. of Central America S.A. Contenido de vitaminas por kg: vitamina A 3.524.229,0 UI; vitamina D₃ 881.057,0 ICU; riboflavina, 2.202,6 mg; D-pantoténato de Ca 3,5 g; niacina 11,0 g; cloruro de colina al 50% 220,3; vitamina B₁₂ 5,2 mg; vitamina E 881,0 UI; bisulfito sódico de menadiona (K₃) 2,64 g; propionato de calcio, 11,0 g; antioxidante BHT 11,0 g. Contenido de minerales: manganeso 27,31 g; cobre 0,66 g; zinc 17,62 g; hierro 13,22 g; cobalto 66,08 mg; yodo 0,66 g; selenio 4,40 mg.

de la harina de yuca obtenido, dado que en términos generales las aves son menos eficientes en la utilización de los diferentes nutrimentos conforme aumentan en edad.

Determinación de niveles óptimos de harina de yuca en dietas

1. Iniciación

La tendencia de los pollos en el período de iniciación fue la de disminuir su ganancia de peso y eficiencia de conversión alimenticia conforme se

incrementó el nivel de harina de yuca en la dieta tanto a las tres como a las seis semanas de edad en que se hicieron análisis de estos parámetros. Los resultados de ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia durante el período de iniciación aparecen en el Cuadro 5.

Los pollos alimentados con raciones con un 48% de harina de yuca mostraron las ganancias de peso y conversiones alimenticias más pobres, difiriendo significativamente ($P < 0,05$) con respecto a las que consumen las raciones testigo y a las que contenían los menores niveles

Cuadro 4. Composición de las dietas para el período de engorde.

Ingredientes	Dietas experimentales				
	A	B	C	D	E
Harina de yuca, %	0,00	12,00	24,00	36,00	48,00
Maíz amarillo, %	61,27	49,70	33,04	19,98	0,00
Grasa animal (sebo), %	6,00	6,00	6,00	6,00	8,00
Harina de soja, %	27,00	25,59	31,00	31,82	38,56
Harina de pescado, %	3,00	4,00	3,00	3,50	2,50
Harina de huevo, %	1,75	1,50	1,75	1,50	1,75
Vitaminas y minerales, % *	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Carbonato de calcio, %	0,25	0,50	0,50	0,50	0,50
Sal, %	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Aditivos, %	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18
Metionina D.L., %	0,05	0,03	0,03	0,02	0,01
Análisis					
Proteína cruda calculada, %	20,13	19,86	20,10	20,06	20,81
Proteína cruda analizada (N X 6,25), %	22,16	21,58	21,14	20,75	21,11
Energía metabolizable, kcal/kg	3195,00	3200,00	3210,00	3196,00	3198,00
Calcio, %	1,0	1,05	0,95	0,98	1,01
Fósforo, %	0,72	0,71	0,69	0,70	0,70
Estracto etéreo, %	7,17	6,94	7,20	7,99	8,20
Fibra cruda, %	2,72	3,11	2,18	2,45	2,47
Metionina, %	0,35	0,37	0,37	0,38	0,39
Cistina, %	0,32	0,36	0,33	0,34	0,33

* La fórmula de Vitaminas y minerales fue la misma que la usada durante el período de iniciación.

de harina de yuca. Se observó una tendencia a disminuir la eficiencia de las aves conforme aumenta el nivel de harina de yuca en la ración, principalmente en el período comprendido entre las 0 y tres semanas de edad. Estos resultados coinciden con los encontrados por varios autores (4, 10 y 14) quienes recomiendan un nivel de más o menos 30% para el período de iniciación. Sin embargo niveles mayores a los usados en este experimento fueron recomendados por Tejada y Brambila (17) y Muller, Chou y Nah (12) quienes aseguran que pollos en iniciación alimentados con raciones con 50 y 58% de harina de yuca mostraron igual respuesta en ganancia de peso y conversión alimenticia que aquellos pollos alimentados con raciones a base de maíz.

El hecho de que a las tres semanas de edad las aves mostraron una menor tolerancia a nivel mayor de harina de yuca en la ración se debió probablemente a que en este período las aves requieren un balance más adecuado en la relación energía proteica, además de que los niveles altos pudieron interferir en la calidad de la proteína lo que implica un posible desbalance de aminoácidos provocando trastornos en el crecimiento de los pollos más jóvenes. Al ir creciendo las aves son menos exigentes en cuanto a sus requerimientos nutricionales lo cual es mostrado por los datos obtenidos. Si existiesen cantidades residuales de HCN en la harina de yuca usada esta podría ser una posible causa de los más bajos rendimientos obtenidos en este período. A esta edad las aves son

Cuadro 5. Consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia de los pollos hasta las 3 y hasta las 6 semanas de edad.*

Harina de yuca en la ración %	Consumo de alimento g		Ganancia de peso g		Conversión alimenticia g alimento / g peso	
	3 semanas	6 semanas	3 semanas	6 semanas	3 semanas	6 semanas
0	818 ^a	1801 ^a	407 ^a	924 ^a	2,02 ^a	1,95 ^a
12	964 ^a	1839 ^a	406 ^a	934 ^a	2,12 ^{ab}	1,97 ^a
24	868 ^a	1841 ^a	395 ^{ab}	875 ^{ab}	2,19 ^{ab}	2,10 ^{ab}
36	822 ^a	1846 ^a	362 ^{bc}	857 ^{ab}	2,26 ^b	2,16 ^{ab}
48	780 ^a	1852 ^a	342 ^c	819 ^b	2,27 ^b	2,26 ^b

* Promedio de 20 aves por lote (tres lotes por tratamiento); valores con una letra en común no son significativamente diferentes entre sí ($P \leq 0,05$).

Cuadro 6. Consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia de pollos entre los 0 y las 9 semanas de edad.*

Harina de yuca en la ración %	Consumo de alimento g		Ganancia de peso g		Conversión alimenticia g alimento / g peso	
	3 semanas	6 semanas	3 semanas	6 semanas	3 semanas	6 semanas
0	4894 ^a	2339 ^a	2,10 ^a			
12	4636 ^a	2116 ^{ab}	2,09 ^a			
24	4519 ^a	2115 ^{ab}	2,14 ^a			
36	4671 ^a	2117 ^{ab}	2,21 ^{ab}			
48	4578 ^a	1955 ^b	2,35 ^b			

* Promedio de 20 aves por lote (tres lotes por tratamiento); valores con una letra en común no son significativamente diferentes entre sí ($P \leq 0,05$).

más susceptibles a los posibles efectos de una intoxicación con HCN y a una posible deficiencia de metionina, la cual aporta azufre de su estructura molecular, y reacciona con el radical cianuro produciendo tiosulfato comparativamente no tan tóxico.

2. Acabado

Al igual que en el período de iniciación la tendencia de los pollos fue la de disminuir su ganancia de peso y su eficiencia de conversión de alimento conforme se incrementó el nivel de harina de yuca en la dieta. Por su parte el consumo de alimento no fue afectado en forma significativa. Los resultados de ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia durante el período completo de 0 a nueve semanas de edad aparecen en el Cuadro 6. Al aumentar el nivel de harina de yuca en la ración hubo una disminución de la ganancia de peso, encontrándose diferencia significativa ($P \leq 0,05$) únicamente entre los pollos que consumieron la ración testigo y la que contenía el 48% de harina de yuca. No hubo diferencias en cuanto al consumo de alimento y la conversión alimenticia mostró una tendencia igual a la de la ganancia de peso.

En el Cuadro 7 aparece el costo de las raciones utilizadas en cada tratamiento, lo mismo que las ganancias obtenidas al usar una de ellas.

En el período de iniciación el costo de las raciones tendió a disminuir al incrementar el porcentaje de harina de yuca en la ración. En el período de acabado no ocurrió lo mismo siendo las raciones para los tratamientos control y para el que contenía 48% de harina de yuca los de más alto precio.

Solamente la ración con un 12% de harina de yuca se puede equiparar a la dieta control en cuanto a ganancia neta obtenida al sacar los pollos al mercado. Los niveles de 24, 36 y 48% dieron ganancias muy pobres si las comparamos con los dos tratamientos anteriormente citados. Estos resultados ponen de manifiesto que el alto precio de la harina de yuca en el mercado costarricense la hacen poco competitiva con el maíz, debido al hecho de que las raciones manufacturadas con altos niveles de harina de yuca deben de ser suplementados con harina de soya u otras fuentes proteicas, para poder lograr los requerimientos establecidos de proteína.

Es importante hacer resaltar que tanto para el período de iniciación como para el de acabado el nivel máximo de harina de yuca que no mostró diferencias significativas con respecto a la dieta control en cuanto a ganancia de peso y conversión alimenticia que el nivel de 36%, pero desde el punto de vista económico el nivel de harina de yuca que demostró mejores ganancias en colones sin diferir de los obtenidos en la dieta control fue el de 12%.

Cuadro 7. Costo de las raciones y ganancia por cada tratamiento para iniciación y acabado.

Harina yuca en la ración %	Costo de 46 kg de ración (¢)*		Ganancia (¢)		
	Iniciación	Acabado	Iniciación	Acabado	Total
0	112,80	107,80	168,00	226,20	394,20
12	111,80	104,65	171,00	224,30	395,30
24	110,85	105,95	139,80	217,20	357,00
36	109,40	104,50	141,60	208,80	350,40
48	107,65	108,05	126,60	153,00	279,60

* 1 dólar = 8,60 colones.

RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo la determinación del contenido de EM de la harina de yuca producida en Costa Rica y estudiar la respuesta biológica de diferentes niveles de harina de yuca en sustitución de maíz en raciones isoprotéicas e isocalóricas.

Los tratamientos para el estudio biológico consistieron en cuatro niveles de harina de yuca en la ración, a saber 12, 24, 36 y 48% y una dieta testigo libre de harina de yuca.

Se encontró un valor promedio de 3,21 kilocalorías de EM por gramo de harina de yuca. Durante el período de iniciación los pollos toleraron un máximo de 36% de harina de yuca sin diferir en forma significativa ($P \leq 0.05$) de la ración testigo. En la etapa de desarrollo y engorde el mismo nivel de 36% fue considerado adecuado para una buena ganancia de peso y conversión alimenticia de las aves.

El consumo de alimento no se vio afectado por la inclusión de harina de yuca en la ración. No se observaron efectos de las diferentes dietas sobre la mortalidad, ni sobre la condición física normal de las aves.

Desde el punto de vista económico el nivel de harina de yuca que mostró mejores ganancias tanto en iniciación como en acabado fue el de 12%, debido al mayor costo de suplementación proteica, menos eficiencia y al alto costo de la harina de yuca.

LITERATURA CITADA

1. ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTRY. Washington, D. C. Official methods of analysis of the A.O.A.C. 11th ed. Washington, D.C., 1970. 957 p.
2. CHADHA, Y. R. Sources of Starch in Commonwealth Territories III. Cassava. *Tropical Science* 3 (4): 101-113. 1961.
3. CHRISTIAN, K. R. y COUP, M. R. Measurement of feed intake by grazing cattle. *New Zealand Journal of Science and Technology* 36: 328-330. 1954.
4. ENRIQUEZ, F. y ROSS, E. The value of cassava root meal for chicks. *Poultry Science* 46 (3): 622-626. 1967.
5. ESLABAO, N. y RODRIGUEZ, R. Valor de la harina de yuca a niveles de 10, 30 y 60% en raciones iniciadoras para pollos. II Reunión de A.L.P.A. Lima, Perú. *Memorias*: 20-21. 1968.
6. HILL, F. W. y ANDERSON, D. L. Comparison of metabolizable energy and productive energy determinations with growing chicks. *Journal of Nutrition* 64: 587-604. 1958.
7. HILL, F. W., ANDERSON, D. L., RENNER, R. y CAREW, L. B. Studies of the metabolizable energy of grain and grain products for chickens. *Poultry Science* 39: 573-579. 1960.
8. KETIKU, A. O. y OYENUGA, V. A. Preliminary report on the carbohydrate constituents of cassava root and yam tuber. *Nigerian Journal of Science* 4 (1): 25-30. 1970.
9. MAUST, L. E., SCOTT, M. L. y POND, W. O. The metabolizable energy of rice bran, cassava flour and blackeye cowpeas for growing chickens. *Poultry Science* 51: 1397-1401. 1972.
10. MONTILLA, J. J., CASTILLO, P. P. y WIEDENHOFER, H. Efecto de la incorporación de harina de yuca amarga en raciones para pollos de engorde. *Agronomía Tropical* 25 (3): 259-265. 1973.
11. MONTILLA, J. J., MENDEZ, C. R. y WIEDENHOFER, H. Utilización de la harina de tubérculo de yuca (*Manihot esculenta*) en raciones iniciadoras para pollos de engorde. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición* 19 (4): 381-388. 1969.
12. MULLER, Z., CHOU, K. C. y NASH, K. C. La yuca como sustituto total de los cereales en las raciones del ganado y de las aves de corral. *Revista Mundial de Zootecnia* 20 (6): 19-24. 1975.
13. NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient Requirement of Poultry. National Academy of Sciences. Washington, D. C. 1971.
14. OLSON, D. W., SUNDE, M. L. y BIRD, H. R. The metabolizable energy content and feeding value of mandioc meal in diets for chicks. *Poultry Science* 48: 1445-1452. 1969.
15. SIBBALD, I. R., SUMMERS, J. D., y SLINGER, S. J. Factors affecting the metabolizable energy content of poultry feeds. *Poultry Science* 39: 544-556. 1960.

16. TABAYOYONG T. T. The value of cassava refuse meal in the rations for growing chicks. *Philippine Agriculture* 24: 509-515. 1935.
17. TEJADA, I. y BRAMBILA, S. Investigaciones acerca del valor nutritivo de la yuca para el pollito. *Técnica Pecuaria en México* 5 (12-13): 5-11. 1969.
18. VIJAYAN, M. R. y AIYER, R. S. Effect of nitrogen and phosphorus on the field and quality of cassava. *Agricultural Research Journal of Kerala* 7 (2): 84-90. 1969.
19. VOGT, H. The use of tapioca meal in poultry rations. *World's Poultry Science Journal* 22: 113. 1966.