

UTILIZACIÓN DE LA YUCA EN LA ALIMENTACIÓN ANIMAL

M.V.Z., M. S., Ph. D. ARMANDO S. SHIMADA⁴

La yuca (*Manihot utilissima* o *Manihot esculenta*), conocida también con los nombres de cassava, huacamote y mandioca, es una planta de la familia de las euforbiáceas (Youngken, 1951). que se cultiva en climas tropicales.

Es una arbustiva perenne que llega a alcanzar hasta 3 metros de altura. Tiene uno o más tallos semileñosos y quebradizos, generalmente de color blanco cremoso, pero que en algunas variedades puede ser café-rojizo. Las hojas son palmeadas con 5 a 7 lóbulos lanceolados y salen de un largo pecíolo; en la mayoría de las variedades las hojas son verdes, aunque en algunos casos las hojas tiernas son rojizas y los pecíolos de color púrpura. Las flores se encuentran en panícula y los frutos son capsulares de tres cavidades. Las raíces son tuberosas, salen en forma radial de la estaca sembrada, tienen de 30 a 60 cm de largo y pesan entre 100 y 750 g (Mosqueda, 1969); en algunos casos se han observado raíces hasta de 10 kg.

El cultivo de la yuca es una práctica antigua, ya que era sembrada por los primeros pobladores del continente americano. La siembra se hacía sobre surcos elevados, en zonas cercanas a ríos que inundaban la tierra circunvecina en la temporada de lluvias (Parsons y Denevan, 1967).

La yuca se desarrolla y produce bien solamente en climas tropicales, con temperaturas medias de 18 a 35°C. Su crecimiento se detiene a 10° C y no resiste heladas. Requiere más de 750 mm anuales de lluvias y resiste períodos largos de sequía cuando tiene más de 4 a 5 meses de sembrada. El cultivo debe hacerse a menos de 1,000 metros sobre el nivel del mar (Mosqueda, 1969).

Los mejores suelos para el cultivo son los de textura media, de preferencia profundos y con buen drenaje; no crece en suelos inundables (Mosqueda, 1969).

Recibido para su publicación el 10 de agosto de 1973.

¹ Departamento de Nutrición Animal. Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarias, S.A.G., Km. 15.5 Carretera México-Toluca. México 10, D. F.

La semilla de la yuca tiene un 50% de germinación, pero las raíces producidas son pocas y cortas, por lo que es mejor usar el sistema de estacas. Estas últimas deben tener 10 yemas y ser sembradas a 60 cm entre plantas y 92 cm entre surcos. Se requieren alrededor de 18,000 estacas por hectárea. Si se desea obtener un gran número de raíces pequeñas, las estacas deben sembrarse en posición vertical; si por el contrario, se desea obtener raíces grandes en menor número, las estacas deben sembrarse en posición horizontal. Ambas formas tienen un rendimiento semejante. Una vez sembradas las estacas, es conveniente evitar el desarrollo de malas hierbas durante los primeros 60 días de crecimiento; después de este período, el follaje de la misma planta impedirá el crecimiento de las malas hierbas. La fertilización con 80 kg de N y 40 de P por hectárea es una práctica recomendable (Mosqueda, 1969).

El rendimiento del tubérculo es alto; existen informes indicando que en la India el promedio es de 12 toneladas por hectárea; sin embargo, existen variedades que producen 50 (Enríquez y Ross, 1967), 70 (Magoon, 1967) y hasta 78 toneladas de producto fresco por hectárea (Maner, Buitrago y Jiménez, 1967). Cuadro 1.

CUADRO 1
Rendimientos de yuca fresca por Ha

Variedad	Rendimiento, ton.
Smalling Santa Cruz	22.6
Guaxupe	26.5
Cubana	29.3
Criolla	33.0
C-59-9	39.8
Big Yard Marie Hill	45.6
C-59-6	48.9
Elmo Stick	51.8
Llanera	78.0

Mosqueda (1969) Maner, Buitrago y Jiménez (1967).

El principal país productor de yuca en el mundo es Brasil, con 29 millones de toneladas por año (F.A.O., 1969); en nuestro país se obtienen alrededor de 150,000 toneladas, producidas en los estados de Campeche, Chiapas, Tabasco, Veracruz y Yucatán.

La yuca se cultiva principalmente por el aprovechamiento de sus raíces, las que por su elevado contenido de almidones son usadas en la elaboración de pegamentos, textiles, papel y alcohol; en la alimentación humana en forma de tapioca, pan o simplemente el tubérculo cocinado. En la alimentación animal, se aprovechan también las hojas, ramas y tallos en forma fresca, ensilada y deshidratada.

El uso de la planta como producto alimenticio tiene una limitante que es la presencia de linamarina, un glucósido cianogénico que libera ácido cianhídrico (HCN) por hidrólisis y que es tóxico para los animales y el hombre. Para la mayoría de las especies la dosis letal es de aproximadamente 2-2.3 mg por kg de peso corporal (Garner, 1961). La cantidad de HCN en la yuca varía de acuerdo a diversos factores: a mayor humedad de la tierra donde se cultiva la yuca, menor contenido de HCN (Oyenuga y Amazigo, 1957); a mayor altura sobre el nivel del mar, mayor contenido de HCN en la raíz (Darjanto, 1952). Por otra parte, la variedad de yuca influye mucho en su contenido de HCN; Tejada y Brambila (1969) informaron de niveles de 23 a 345 ppm en 30 variedades de yuca cultivadas en México. La mayor concentración de glucósidos se encuentra en la cáscara del tubérculo, que a su vez representa el 16.0% del peso total de la raíz. Barrios y Bressani (1967) notifican que el contenido de HCN en la cascara de 8 variedades analizadas fue un promedio de 317 ppm; en contraste, el mismo material sin cascara contenía sólo 195 ppm. Los mismos autores analizaron las hojas de las diversas variedades y encontraron un promedio de 135 ppm. Tradicionalmente las yucas son clasificadas en dulces y amargas, de acuerdo a la toxicidad de las raíces; las primeras son más tóxicas que las segundas (Collens, 1951). Más recientemente, Montoya *et al.* (1967) clasificaron a las yucas por el color y textura de la cáscara, no encontrando correlación aparente en-

tre las características morfológicas y la cantidad de HCN.

El riesgo de intoxicaciones puede ser reducido mediante procesos de lavado, cocimiento o desecación de las raíces. Alves (1947) señala que el simple secado al sol intenso elimina hasta el 73% del HCN.

Es un hecho conocido que el azufre está involucrado en la desintoxicación por cianuro, mediante la formación de tiocinatos (Williams, 1959), lo que ha sugerido la posibilidad de que esa mayor demanda de azufre cause un mayor requerimiento de metionina en los animales que consumen yuca. Esto ha sido estudiado por Ross y Enríquez (1969), quienes en experimentos con pollos observaron efectos significativos a la adición de metionina a raciones altas en HCN; respuestas similares fueron obtenidas con la adición de azufre en forma de sal inorgánica (tiosulfato de sodio).

Raíz. La composición proximal de la raíz ha sido objeto de estudio por diversos autores (Barrios y Bressani, 1967; Tejada y Brambila, 1969). Los resultados obtenidos por dichos autores son similares, por lo que se discutirán en conjunto (cuadro 2). El contenido de agua del tubérculo completo, promedió alrededor del 65 y 67% en las variedades estudiadas en México y Guatemala, respectivamente. En este último país, las muestras de cáscara acusaron un promedio de 73% de humedad. En general, la proteína de la yuca es baja y gira alrededor del 3%; sin embargo, se han estudiado variedades colombianas que contienen hasta un 7.25%, base seca (Maner,

CUADRO 2

Composición proximal de la raíz de yuca

	Mexico	Guat. ^a	Guat. ^b
Humedad	64.8	67.7	65.2
Proteína cruda	3.5	2.3	2.0
Extracto etéreo	0.7	0.9	0.9
Fibra cruda	3.9	5.7	4.2
Cenizas	3.2	2.7	2.9
Ext. no-nitr.	88.7	88.4	89.9

a Zona subtropical.

b Zona tropical.

Tejada y Brambila (1969). Barrios y Bressani (1967).

Buitrago y Gallo. 1970). En general, el contenido de aminoácidos esenciales en la proteína de la yuca es francamente inferior al del maíz (cuadro 3); sin embargo, el contenido de lisina es comparable, la treonina es cerca del doble y la arginina más del triple. El contenido de grasa cruda del tubérculo es francamente bajo, teniéndose datos del 0.7% para variedades mexicanas y 0.9% para variedades producidas en Guatemala. No se encontraron datos publicados sobre el contenido de ácidos grasos del material. La fibra cruda que contiene el tubérculo es relativamente baja (3.9-5.7%), aunque existen variedades que pueden llegar a tener más del 7%; eliminando la cáscara de dichas variedades es posible reducir cerca de 1/3 parte de la fibra cruda. La materia mineral del tubérculo es relativamente alta y gira alrededor del 3%. El contenido del calcio en la raíz parece estar influenciado grandemente por la región y el tipo de suelos (cuadro 4); Barrios y Bressani (1967) notifican valores de 40 mg/ 100 g en las variedades cultivadas en una zona subtropical seca vs. 124 mg/100 g encontrados en las variedades cosechadas en una zona tropical seca; este último dato es similar a los 120 mg/100 g informados por Maner, Buitrago y Gallo en 1970. Tejada (comunicación personal) encontró un valor promedio de 230 mg/100 g. El contenido de fósforo parece tener menos variación; las variedades guatemaltecas tuvieron cerca de 101 mg/100 g; las colombianas 160 mg/100 g y las mexi-

canas 180 mg/100 g. El extracto libre de nitrógeno de la raíz es alto, girando su contenido alrededor del 88%; la mayor parte de este componente proximal está compuesto por almidón.

CUADRO 4

Contenido de calcio y fósforo en el tubérculo de la yuca (mg/100 g)

Autor	Calcio	Fósforo
Barrios y Bressani (1967)	40	101
Barrios y Bressani (1967)	124	102
Maner, Buitrago y Gallo (1970)	120	160
Tejada y Brambila (1969)	230	180

El aprovechamiento del tubérculo como alimento para animales puede hacerse en forma fresca, ensilada y en harina.

1) *Yuca fresca*. Para proporcionar el tubérculo en esta forma la cosecha debe hacerse cada 3 o 4 días, ya que el material no puede almacenarse por más tiempo sin que ocurran fenómenos de putrefacción. Una vez cosechada, la yuca debe ser lavada y posteriormente picada o triturada antes de ser suministrada. Para tales fines y dependiendo de la cantidad por procesar, se pueden utilizar machetes, picadoras o tractores. Debido a la rápida putrefacción del producto picado o triturado, la yuca debe ser proporcionada diariamente, eliminando el desecho del día anterior.

Los datos experimentales encontrados sobre el uso del tubérculo en forma fresca, se reducen a trabajos utilizando cerdos como sujetos de experimentación; de Alba (1951) cita trabajos efectuados por diversos investigadores en Brasil y Panamá. En el primer país, se comparó la substitución total del maíz de una ración balanceada, con yuca fresca, obteniéndose ganancias de 708 y 392 g respectivamente. En Panamá, se utilizaron cantidades limitadas de yuca (3.4 kg por cerdo por día) y se observó que 100 kg de yuca fresca podían

CUADRO 3
Aminoácidos de dos variedades de yuca y maíz

Aminoácido	Yuca - 4	Yuca - 9	Maíz
Arginina	16.0	18.0	4.8
Histidina	0.5	2.3	3.0
Isoleucina	2.9	1.7	4.0
Leucina	3.2	2.0	13.9
Lisina	3.2	2.6	2.8
Metionina	Trazas	Trazas	2.0
Treonina	6.8	6.2	3.6
Fenilalanina	1.6	1.0	5.2
Valina	2.1	1.1	5.0

Maner, Buitrago y Gallo (1970).

substituir a 27 kg de concentrado. Resultados experimentales informados por Oyenuga y Opeke (1957) y Modebe (1963) indican que el tubérculo en forma natural o desecada puede formar hasta el 55% de la dieta de cerdos en finalización. Cunha, Combs y Durrance (1965) informan que el nivel satisfactorio es del 20 al 30% de la dieta. Recientemente, Maner, Buitrago y Jiménez (1967). Maner (1972) realizaron una serie de estudios tendientes a evaluar variedades colombianas de yuca. De los resultados obtenidos por dichos autores, se concluyó que alimentando con yuca fresca a libertad y suplementando un concentrado proteico en cantidades adecuadas, se obtenía una ganancia de peso comparable al de dietas completas y con un menor consumo de alimento en base seca. Estos mismos autores (1970) estudiaron 6 fuentes proteicas para suplementar a la yuca como alimento para cerdos en engorda, encontrando pequeñas diferencias entre ellas (cuadro 5).

2) *Yuca ensilada*. Los datos sobre este renglón son todavía más escasos. Barrios y Bresnani (1967), basados en datos de composición proximal, mencionan la posibilidad de ensilar la cáscara de la yuca como alimento para rumiantes. Resultados preliminares notificados por Maner (1967) indican que la yuca picada sola o con follaje, produce fermentación adecuada. La primera forma, produjo aumentos comparables a los logrados alimentando a los

animales a base de yuca fresca. Recientemente, Peraza (1970) ensiló yuca sola y con aditivos, demostrando que el material ensila de una manera adecuada (cuadros 6 y 7). Como era de esperarse, la humedad de los ensilajes disminuyó al adicionarse el maíz y el salvado, al grado que los dos niveles de salvado no tuvieron escurrimientos de líquidos. En general, el pH, el ácido láctico y el nitrógeno amoniacal no fueron modificados por los aditivos. En una prueba de aceptación con animales, los diferentes ensilajes fueron consumidos en este orden: maíz, 20%, 10%; salvado, 20%), 10% y yuca sola. De Uriarte *et al.* (1971) compararon cuatro formas diferentes de ensilar yuca y su efecto en el desarrollo de cerdos en etapa de finalización (cuadro 8). Sus resultados indican que es posible obtener buenas ganancias de peso cuando la yuca se ensila sola o con pequeñas cantidades de maíz y que la adición de ingredientes proteicos a la yuca al ensilarla, resulta en una marcada reducción en la aceptación del silo.

3) *Harina de yuca*. Enríquez y Ross (1967) en experimentos con pollos, concluyeron que es factible utilizar altos niveles de harina de yuca en la alimentación de dichos animales. Tejada y Brambila (1969) mostraron que pollitos alimentados hasta con 50% de harina de yuca crecieron tan rápidamente como aquellos que recibieron almidón de maíz, aunque la eficacia de conversión fue ligeramente me-

Cuadro 5
Crecimiento de cerdos alimentados con yuca fresca y suplementos proteicos

Suplemento	Ganancia diaria	Yuca fresca consumida	Suplemento consumido	Conversión
Soya	720	4.0	800	3.25
Carne	680	3.4	780	3.07
Algodón	590 ^a	3.2	790	3.38
Carne + sangre	730	3.9	940	3.32
Car. + San. + Alg.	720	4.0	900	3.38
Pese. + alg.	680	4.1	790	3.47

^a Estadísticamente (P<0.06) inferior. Maner, Buitrago y Gallo (1970).

CUADRO 6

Composición química proximal de ensilados de yuca con y sin aditivos

Tratamiento	Proteína %	Grasa %	Fibra %	Cenizas %	ELN %
Yuca	7.2	1.0	10.2	4.9	76.7
Yuca + 10% de maíz	8.4	1.7	5.5	6.7	77.8
Yuca + 20% de maíz	9.1		5.1	4.6	78.8
Yuca + 10% de salvado	9.5	1.9	7.7	7.8	73.2
Yuca + 20% de salvado	11.5	2.2	9.3	4.1	73.1

Peraza (1970)

CUADRO 7

Composición química de ensilaje de yuca con y sin aditivos

Tratamiento	Hum.	pH	Ac. lac..	N. tot.	N. Amon..	NA/NT	HCN (ppm)
Yuca	75.5	4.3	.0173	1.114	.112	10.1	249
Yuca + 10% de maíz	65.0	4.6	.0158	1.255	.115	9.2	169
Yuca + 20% de maíz	56.9	4.0	.0160	1.423	.112	7.9	138
Yuca + 10% de salvado	67.7	4.1	.0188	1.489	.118	8.0	220
Yuca + 20% de salvado	62.9	4.2	.0183	1.765	.124	7.0	136

Peraza (1970).

CUADRO 8

Consumo de alimento y ganancia de peso de cerdos consumiendo ensilaje de yuca

Tratamiento	Consumo		
	Silo kg	Suplemento kg	Ganancia diaria de peso kg
Testigo	---	3.1	.735
Yuca	3.8	.81	.622
Yuca + Maíz	3.6	.89	.546
Yuca + Soy	1.6	.95	.042
Yuca + Maíz + Soya	1.63	.43	.033

De Uriarte, Shimada y Bravo (1971).

por estos últimos (cuadro 9). Sin embargo, las diferencias no fueron significativas. La inferior energía metabolizable de la harina de yuca en comparación a la del almidón de maíz (Olson, Sunde y Bird, 1969) podría explicar en parte el fenómeno anterior.

Recientemente, Armas y Chicco (1973) agregaron hasta 54% de harina de yuca a dietas de pollos con diferentes niveles de proteína y no encontraron diferencias significati-

CUADRO 9

Respuesta de pollos alimentados con harina de yuca

% Harina de yuca	Peso, g	Consumo/Ganancia
0	238	1.81
12.5	256	1.80
25.0	250	1.81
37.5	248	1.81
50.0	251	1.86

Diferencias no significativas.
Tejada y Brambila (1969).

vas entre tratamientos. Tampoco observaron respuesta a la adición de lisina y metionina. Por otra parte, Calderón, Maner y Gómez (1973) observaron efectos significativos cuando agregaron metionina a dietas para ratas conteniendo 82% de harina de yuca y 10% de caseína. Montilla, Castillo y Wiedenhofer de (1973) compararon harinas provenientes de yucas amargas y dulces en dietas para pollos y encontraron que al nivel estudiado (30%) no existían diferencias significativas entre las dietas mencionadas y la dieta control.

Los trabajos sobre harina de yuca como alimento para cerdos han demostrado que el tubérculo desecado puede ser utilizado con éxito, siempre y cuando los niveles utilizados sean alrededor del 50-60%. El cuadro 10 resume los principales trabajos.

En el caso del ganado lechero, de Alba (1971) menciona un trabajo efectuado en Turrialba en que el uso de harina de yuca (50%) produjo resultados superiores al maíz (7.5 vs. 7.0 kg leche). Para animales al destete, una ración conteniendo 35% del producto resultó en aumentos de peso de un 5%, inferiores a una mezcla basada en maíz amarillo.

CUADRO 10

Porcentajes de harina de yuca recomendadas para cerdos

Autor	%	Observaciones
Kok y Ribeiro (1942)	55	Subproductos de elaboración de harina
de Alba (1951)	50	Superior a 70% maíz
Mejía (1960)	40	Satisfactoria
Velloso et al. (1965-66)	22, 45 y 62	Inferior de maíz
Maner, Buitrago y Jiménez (1967)	50	Satisfactoria
Maust et al. (1969)	36	Satisfactoria
Shimada, Peraza y Cabello (1971)	44	Satisfactoria

Hoja. Los datos de composición proximal de hojas de yuca son sumamente interesantes. En las 8 variedades analizadas por Barrios y Bressani (1967) (cuadro 11), el contenido de proteína cruda, base seca fue de 25.1%; el rango de valores fue de 23.1 a 28.8/c. Otros investigadores han informado datos similares para yucas cultivadas en otras regiones del mundo (Oyenuga y Amazigo, 1957). Barrios y Bressani (1967), mencionan un trabajo de Rogers y Melner (1963), en el que se observó que la proteína de la hoja de yuca contiene cantidades relativamente altas de aminoácidos esenciales, salvo metionina, lo cual sugirió un parecido a la proteína de alfalfa. El contenido de caroteno de una muestra de hojas provenientes de plantas de 11 a 15 meses de edad, cultivadas en El Salvador, fue de 79.4 mg/kg de materia seca (Ross y Enríquez, 1969), valor similar a los 70.3 mg/kg encontrados en una harina de hojas de alfalfa deshidratadas al sol (N.R.C., 1968); sin embargo, en algunas otras harinas de alfalfa se han notificado valores de hasta 271.7 mg de caroteno/kg (Ibid).

CUADRO 11
Composición química de la hoja de yuca

	Fresa	Seca
Humedad	74.7	----
Proteína cruda	7.3	28.8
Extracto etéreo	3.4	13.5
Fibra cruda	1.2	4.6
Cenizas	2.1	8.3
Extracto no-nitr.	11.4	44.8
Ca mg/100 g	382.2	47.8
P mg/100 g	1,295.5	188.7

Barrios y Bressani (1967).Echandi (1952)

Echandi (1952) comparó una harina deshidratada de hojas y tallos tiernos de yuca vs alfalfa, incluyendo a ambos como el 35% de una ración para vacas lecheras. La ración se ofreció de acuerdo a la producción (1 leche: 4 concentrado), como suplemento a diversos pastos. La producción favoreció a la harina de alfalfa: 9.87 vs 9.40 kg de leche por vaca. Posteriormente Ross y Enríquez (1969) estudiaron la harina de hojas de yuca como alimento para aves y observaron que niveles de hasta 15 o 20 % de las raciones fueron depresores del crecimiento. Aparentemente, metionina fue el primer factor limitante del producto; la energía fue el segundo.

Finalmente, se puede decir que la yuca es una planta cuyo aprovechamiento como alimento para animales está condicionado fundamentalmente a su costo en relación con otros cultivos, ya que desde el punto de vista nutricional no existen grandes diferencias con otras fuentes energéticas.

Literatura citada

- ALVES, C. F., 1947, Acido cianhídrico en algunas variedades de mandioca, *Bragantia*, 7:15-22.
- ARMAS, A. E. y C. F. CHICCO, 1973, Evaluación de la harina de yuca en raciones para pollos de engorda, *Compendios de trabajos presentados en la IV Reunión Latinoamericana de Producción Animal (ALPA)*, Guadalajara, Jal., México.
- BARRIOS, E. A. y R. BRESSANI, 1967, Composición química de la raíz de la hoja de algunas variedades de yuca, *Manihot, Turrialba*, 17:314-320.
- CALDERÓN, F., J. H. MANER y G. GÓMEZ, 1973, Efecto de la metionina en el mejoramiento de la calidad de la proteína y en la detoxificación del cianuro presente en dietas a base de harina de yuca y caseína, *Compendios de trabajos presentados en la IV Reunión Latinoamericana de Producción Animal (ALPA)*, Guadalajara, Jal., México.
- COLLENS, A. E., 1951, Bitter and sweet cassava hydrocyanic contents, *Bull. Dept. Agr., Trinidad and Tobago*, 14:DE-EF.
- CUNHA, H. D., G. E. COMBS and K. L. DURRANCE, 1965, Swine production in Florida, *State of Florida Department of Agriculture*, U.S.A.
- DARJANTO, R. M., 1952, Ratjun asam hychacyan posat, Djavatan Pertnian Rakjat, Djakarta.
- DE ALBA, J., 1951, Ensayos de engorda de cerdos con raciones a base de cáscara de cacao, yuca, maíz y bananas, *Turrialba*, 1: 176-184.
- DE ALBA, J., 1971, Alimentación del ganado en América Latina, (2a. Ed.) *La Prensa Médica Mexicana*, p. 378.
- DE URIARTE, L. A., A. S. SHIMADA y F. O. BRAVO, 1971, Estudios sobre el ensilaje de yuca en la alimentación del cerdo, *Téc. Pec. en Méx.*, 19-48.

- ECHANDI, M. O., 1952, Valor de la harina de hojas y tallos deshidratados de la yuca en la producción de leche. *Turrialba*, 2:166-169.
- ENRÍQUEZ, F. Q., and E. ROSS, 1967, The value of cassava root meal for chicks, *Poul. Sci.*, 46:622-626.
- F.A.O., 1969, Production Yearbook, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 23:117.
- GARNER, R., 1961, Veterinary Toxicology (2nd. Ed.), *Williams and Wilkins Co.*, Baltimore.
- KOK, E. A. e G. DE ANDRADE RIBEIRO, 1942, O farelo de raspa de mandioca emmento de valor nutritivo de algunas forraïgens nativas e exóticas, *Bol. Ind. Anim.*, 5:86-124. Citado por de Alba, 1971.
- MAGOON, M. L., 1967, Cassava in India, *International Symposium on Tropical Root Crops*, p. 74.
- MANEE, J. H., 1967, La yuca en la alimentación de cerdos, *Instituto Colombiano Agropecuario*, Mimeo.
- MANER, J. H., 1972, La yuca en la alimentación de cerdos, Seminario sobre sistemas de producción de porcino en América Latina, *Centro Internacional de Agricultura Tropical*, Cali, Colombia.
- MANER, J. H., J. BUITRAGO e I. JIMÉNEZ, 1967, Utilización de yuca en la alimentación de cerdos, *Instituto Colombiano Agropecuario y Fundación Rockefeller*, Mimeo.
- MANER, J. H., J. BUITRAGO and J. T. GALLO, 1970, Protein sources for supplementation of fresh cassava (*Manihot esculenta*) rations for growing-finishing swine. *J. Anim. Sci.*, 31:208 (Abstract).
- MAUST, L. E., R. G. WARNER, W. G. POND and R. E. MCDOWELL, 1969, Rice bran-cassava meal as a carbohydrate feed for growing pigs, *J. Anim. Sci.*, 29:140 (Abstract).
- MEJÍA, T. R., 1960, Valor comparativo entre la yuca y el maíz en la alimentación de cerdos, *Rev. Fac. Nat. Agron.*, 20:95-113. Citado por de Alba, 1971.
- MODEBE, A. N. A., 1963, Preliminary trial on the value of dried cassava (*Manihot utilissima* Pohl) for pig feeding, *Journal of the West African Science Association*, 7:127.
- MONTILLA, J., P. P. CASTILLO Y H. WIEDENHOFER, 1973, Efecto de la incorporación de harina de raíz de yuca amarga en raciones para pollos de engorda, *Compendios de trabajos presentados en la IV Reunión Latinoamericana de Producción Animal (ALPA)*, Guadalajara, Jal., México.
- MONTOYA, L., E. H. CÁSERES, G. HERNÁNDEZ, R. MOSQUEDA V., S. BRAMBILA e IRMA TEJEDA, 1967, Improving cassava's classifications, *International Symposium in tropical Root Crops*, p. 69.
- MOSQUEDA, V. R., 1969, El cultivo de la yuca en la zona central de Veracruz, *Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas*, S.A.G., Circular CIASE No. 23.
- N. R. C., 1968, United States-Canadian Tables of Feed Composition, National Research Council, *National Academy of Sciences*, Washington, D. C., Publ., 1684.
- OLSON, D. W., M. L. SUNDE and H. R. BIRD, 1969, The metabolizable energy content and feeding value of mandioca meal in diets for chicks, *Poul. Sci.*, 48:1445.
- OYENUGA, V. A. and E. O. AMAZIGO, 1957, A note on the hydrocyanic acid content of cassava (*Manihot utilissima* Pohl), *West African Journal of Biological Chemistry*, 1:39-43.
- OYENUGA, V. A. and J. K. OPEKE, 1957, The value of cassava rations for pork and bacon production, *West African Journal of Biological Chemistry*, 1:3-14.
- PARSONS, J. J. and W. M. DENEVAN, 1967, Pre-columbian ridget fields, *Sci. Am.*, 217:92-100.
- PERAZA, C. C., 1970, Valor nutritivo de la yuca (*Manihot utilissima* Pohl) para el cerdo, Tesis profesional, *Escuela Nacional de Medicina Veterinaria y Zootecnia*, Universidad Nacional Autónoma de México.
- ROGERS, D. J. and M. MELNER, 1963, Amino acid profile of Manioc leaf protein in relation to nutritive value, *Economic Botany*, 17:211-216. Citado por Alba, 1971.
- ROSS, E. and F. ENRÍQUEZ, 1969, The nutritive value of cassava leaf meal, *Poul. Sci.*, 48:846-853.
- SHIMADA, A. S., C. PERAZA C. y F. CABELLO F., 1971, Valor alimenticio de la harina de yuca (*Manihot utilissima* Pohl) para cerdos, *Téc. Pec. en Méx.*, 15-16:31-35.
- TEJADA DE H. IRMA y S. BRAMBILA, 1969, Valor nutritivo de la harina de yuca para el pollito, *Téc. Pec. en Méx.*, 12-13:5.
- VELLOSO, L., A. J. RODRÍGUEZ, M. BECKER, L. P. NETO e W. N. SCOTT, 1965-1966, Substituição parcial e total do milho pelo farelo de mandioca em racoes de suinos en crescimento e engorda, *Bol. Ind. Anim.*, 23:129-137. Citado por de Alba, 1971.
- WILLIAMS, R. T., 1959, Detoxication Mechanisms. 2a. Ed., *Chapman and Hall, Ltd.*, Londres.
- YOUNGKEN, H. W., 1951, Tratado de Farmacognosia, *Editorial Atlante*, S. A., p. 676.