

INVESTIGACIONES ACERCA DEL VALOR NUTRITIVO DE LA YUCA PARA EL POLLITO

Q.F.B. IRMA TEJADA DE HERNÁNDEZ¹

Q.F.B., M.N.S., Ph. D. SERGIO BRAMBILA¹ y²

Resumen

Se determinó la composición química a 30 variedades de yuca.

Se condujeron tres experimentos tendientes a valorar el poder nutritivo de la harina de yuca (*Manihot utilissima*) para el pollito, utilizando de 30 variedades de yuca analizadas en el Laboratorio de Bioquímica, la variedad "Señora está en la mesa", por ser cultivada en México con buenos rendimientos.

Se emplearon, en pollitos de un día de nacidos, raciones a base de almidón-soya suplementadas con metionina, aceite de maíz, minerales y vitaminas, aplicando cada tratamiento durante 4 o 5 semanas a grupos duplicados de 15 pollitos cada uno.

Las principales observaciones y conclusiones se resumen a continuación:

El análisis químico proximal de 30 variedades de yuca reveló grandes diferencias de composición entre variedades. El principal constituyente de las raíces de yuca es el "extracto libre de nitrógeno" que incluye el almidón. El contenido de ácido cianhídrico liberado por hidrólisis en muestras de raíz fresca, fue de 23 p.p.m. para las variedades más pobres y 345 p.p.m. para las más ricas, con un promedio general de 152 p.p.m. Los pollitos alimentados con harina de yuca crecieron tan rápidamente como aquellos que recibieron almidón de maíz, aunque la eficacia de conversión fue mejor para estos últimos. El porcentaje de mortalidad fue bajo y comparable entre grupos testigo y experimentales. Es factible utilizar altos niveles de harina de yuca en las raciones para pollitos en crecimiento. En este trabajo, el nivel máximo fue equivalente al 50% de la ración total. El efecto del ácido cianhídrico residual de la harina de yuca sobre el pollito es francamente dudoso.

La yuca (*Manihot utilissima*) es una planta arbustiva, tropical, de la familia de las euforbiáceas, aparentemente originaria de Brasil (Youngken, 1951) que se cultiva principalmente para aprovechar sus raíces.

El rendimiento de las cosechas de raíz es alto; por ejemplo, existen informes indicando que en la India el promedio es de 12 Ton./Ha. habiendo variedades que producen hasta 70 Ton./Ha. (Magoon, 1967). Enríquez y Ross (1967) informaron rendimientos hasta de 50 toneladas por Ha. de una variedad de yuca cultivada en Hawaii.

Las yucas tradicionalmente se clasifican en "amargas" y "dulces", de acuerdo con la toxicidad de sus raíces, siendo más tóxicas las primeras que las segundas (Collens, 1951; Darjanto, 1952). Dicha toxicidad se debe a la presencia de "linamarina" que es un glucósido

cianogenético que libera ácido cianhídrico (HCN) por hidrólisis. Montoya *et al.* (1967) las han clasificado recientemente por el color y textura de la cascara, no encontrando correlación aparente entre las características morfológicas y la cantidad de ácido cianhídrico que liberan bajo hidrólisis.

Las raíces de la yuca son carnosas y feculentas, llegando a pesar hasta 10 Kg. cada una; el principal constituyente de la materia seca es el almidón (Grimme, 1962) que se usa como materia prima para la preparación de adhesivos industriales, alcohol y alimentos. Su utilización como alimento para el hombre y los animales es antiguo, ya que era cultivada por los primeros pobladores de América sobre surcos elevados, en zonas cercanas a los ríos que inundaban la tierra circunvecina en la temporada de lluvias (Parsons y Denevan, 1967).

El empleo de la yuca como alimento está limitado por el ácido cianhídrico que libera, compuesto muy tóxico para el hombre y los animales domésticos. El riesgo de intoxicaciones puede reducirse al disminuir el contenido de HCN mediante procesos de lavado, coci-

Recibido para su publicación: Abril 25, 1969.

¹ Técnico del Departamento de Nutrición Animal, Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarias, Departamento de Bioquímica y Nutrición Animal. S. A. G., Carretera México-Toluca Km. 15½, México, D. F.

² Dirección actual: Dirección de Investigación, Departamento de Formulación. Ralston Purina, S. A.

miento o desecación de las raíces. Alves Correia (1947) señala que el simple secado al sol intenso elimina hasta el 73% del HCN. El contenido de ácido cianhídrico en las raíces de yuca es variable, siendo más abundante en la cáscara que en la pulpa (9:1 de acuerdo con Greenstreet y Lambourne, 1933). La humedad de la tierra donde se cultiva la yuca es un factor que influye en la concentración de HCN, siendo menor en terrenos húmedos que en tierras secas (Oyenuga y Amazigo, 1967). Algunos autores sugieren que a mayor altitud sobre el nivel del mar, mayor contenido de HCN en la raíz (Darjanto, 1952).

El Cuadro 1 resume los resultados de análisis químicos de 30 variedades de yuca producidas en México. Los análisis fueron realizados en el Departamento de Bioquímica y Nutrición Animal de este Instituto, en muestras proporcionadas por el Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. Existen marcadas diferencias de composición bromatológica entre las 30 variedades. Sin embargo, es evidente el reducido nivel de proteína, grasa y fibra cruda, así como el elevado contenido de extracto libre de nitrógeno en todas las variedades analizadas. De acuerdo con los valores analíticos, la yuca es esencialmente una fuente de energía.

CUADRO 1
Composición química de 30 variedades de yuca
(Base seca)

	Valores extremos		Promedio	Desviación
	%		%	%
Sólidos totales	24.2 —	51.7	35.2	5.92
Proteína cruda (N X 6.25)	0.9 —	6.1	3.5	2.96
Grasa cruda	0.4 —	1.0	0.7	0.19
Fibra cruda	2.0 —	7.3	3.9	1.17
Material mineral	2.4 —	4.0	3.2	1.21
Extracto libre de nitrógeno ¹	83.8 —	92.0	88.2	1.86
HCN p.p.m. ²	23 —	345	152	79.3

¹ Por diferencia.
² Al estado fresco.

La raíz se ha usado al estado fresco en la alimentación de cerdos (Oyenuga y Amazigo, 1967; Maner *et al.*, 1967) y en forma de harina para aves (Vogt, 1966). Este último autor sugiere usar niveles máximos de 10% de harina de yuca para pollos de engorda antes de la cuarta semana de vida y posteriormente hasta el 20% de la ración total. Niveles superiores aparentemente resultaron detrimentales, aunque no está clara la posible causa de este fenómeno. En fecha más reciente (Enríquez y Ross, 1967) encontraron que la harina de yuca podía reemplazar hasta el 50% del maíz en raciones balanceadas suplementadas con aminoácidos.

La yuca tiene importancia para México, especialmente en aquellas áreas tropicales donde se puede cultivar con más facilidad y mayores rendimientos que los granos. El trabajo que aquí se describe tuvo por objeto explorar el valor nutritivo de una variedad de yuca de alto rendimiento en México, utilizando al pollito como animal experimental.

Material y métodos

Se utilizaron pollitos machos White Leghorn de un día de edad, proporcionados por una casa comercial.* Las aves fueron distri-

* Obsequio de Western Hatcheries, S. A.

buidas al azar en grupos de 15 pollitos que se alojaron en una criadora de batería provista de calefacción eléctrica con regulación termostática. Los comederos y bebederos fueron de acero inoxidable. Agua y alimento se proporcionaron a libre acceso.

Se condujeron tres experimentos, cada uno duró por lo menos 4 semanas, llevándose registro semanal de peso corporal y consumo de alimento por grupo.

Se emplearon los métodos de la A.O.A.C. (1965) para el análisis químico de ingredientes y raciones.

Los resultados obtenidos se sometieron al análisis de varianza, utilizando el método de Duncan (1955) para detectar diferencias significativas.

Se utilizó yuca de la variedad "Señora está en la mesa" cosechada en el Campo de Investigaciones Agrícolas del Sureste (Cotaxtla), INIA, Ver. Para preparar la harina, las raíces se lavaron con agua abundante, se cortaron en rodajas delgadas y se secaron en una estufa de aire forzado a 80°C. durante 24 a 48 horas. El producto seco se trituro en molino de cuchillas, utilizando una criba con perforaciones circulares de 1.5 mm. de diámetro. La harina obtenida se dejó al aire durante dos días para estabilizar su contenido de humedad. Los análisis químicos de la yuca y de la harina resultante se muestran en el Cuadro 2.

CUADRO 2

**Composición química de la yuca
"Señora está en la mesa"
(Base seca)**

	%
Sólidos totales	44.9
Proteína cruda	2.9
Grasa cruda	0.5
Fibra cruda	3.8
Cenizas	2.8
Extracto libre de nitrógeno	90.0
HCN	30.0 p.p.m

La composición de la ración testigo se detalla en el Cuadro 3 (ración 1). Los niveles

de aminoácidos, vitaminas y minerales fueron suficientes para cubrir ampliamente las necesidades nutricionales conocidas del pollito. Se utilizó almidón de maíz como fuente principal de energía, debido a que su textura y composición química son parecidas a las de la harina de yuca.

CUADRO 3

Composición de la ración testigo¹

Ingredientes	%
Almidón de maíz	50.0
Pasta de soya	42.7
Harina de hueso	4.0
Aceite de maíz	1.0
Cloruro de sodio iodatado	0.5
D. L. metionina	0.25
Sulfato de manganeso	0.03
Carbonato de cinc	0.02
Mezcla de vitaminas ²	1.50

¹ Proporciona 72 g. proteína/megacaloría de energía metabolizable.

² Por Kg. de ración: Vit. A 5000 U.I., Vit. D₃ 1000 U.I., cloruro de colina 2000 mg., niacina 80 mg., D. L. pantotenato de calcio 40 mg., piridoxina 20 mg., tiamina 10 mg., riboflavina 10 mg., menadiona 3 mg., Vit. BM 50 mcg., ethoiquin 200 mg., bacitracina cinc 10 mg.

Experimento 1

El primer experimento consistió en alimentar pollitos con cantidades de harina de yuca. Para tal objeto, se reemplazó con esta harina el 25%, 50%, 75% y 100% del almidón de maíz de la ración testigo. Los parámetros estudiados fueron aumento de peso, eficacia de conversión y mortalidad.

Los resultados se describen en el Cuadro 4. No se encontraron diferencias significativas (P<0.05) en la tasa de crecimiento, ni en la eficacia de alimento. La mortalidad fue aproximadamente 3% tanto para la ración testigo como para las dietas experimentales.

Experimento 2

Este segundo experimento se diseñó para confirmar los resultados obtenidos en la prue-

CUADRO 4

Peso y conversión de pollitos alimentados con niveles crecientes de harina de yuca. (Exp. 1)

Harina de yuca ¹ %	Peso promedio 4 ^a semana g.	Consumo/ganancia
0	238 a ²	1.81
12.5	256 a	1.80
25.0	250 a	1.81
37.5	248 a	1.81
50.0	251 a	1.86

¹ Expresada como porcentaje de la ración total.

² Números con la misma letra no son significativamente diferentes al 5% de probabilidad.

ba anterior. Para este fin, sólo se aplicaron tres tratamientos, utilizando niveles de harina de yuca equivalentes al 0, 25 y 50% de la ración total. Cada tratamiento se aplicó durante 4 semanas a grupos duplicados de 15 pollitos cada uno. Los resultados se muestran en el Cuadro 5. El crecimiento de los pollitos fue comparable al obtenido en el experimento anterior. Las diferencias de peso observadas no fueron significativas ($P < 0.05$). Sin embargo, se pudo observar que la eficacia de conversión fue inferior en los grupos alimentados con harina de yuca. Esta diferencia quizá se deba, por lo menos en parte, al mayor contenido de ácido cianhídrico residual en la hari-

na de yuca utilizada en este segundo experimento (80 vs. 33 p.p.m.).

Publicaciones recientes indican que la energía metabolizable de la harina de yuca es inferior a la del almidón de maíz (Olson *et al.*, 1968), lo cual explicaría la disminución de la eficacia de conversión observada en este segundo experimento. Como en el caso anterior, no se apreciaron síntomas de intoxicación, ni la mortalidad fue mayor en los grupos alimentados con harina de yuca.

Experimento 3

En este experimento se intentó comparar el valor nutritivo de la proteína de yuca con

CUADRO 5

Peso y conversión de pollitos alimentados con varios niveles de harina de yuca. (Exp. 2)

Harina de yuca ¹ %	Peso promedio 4 ^a semana g.	Consumo/ganancia
0	254 a ¹	1.81
25.0	279 a	1.93
50.0	262 a	1.99

¹ Números con la misma letra no son significativamente diferentes al 5% de probabilidad

el de la pasta de soya. Para este propósito se formuló una ración testigo (Ración 1) a base de almidón-soya con un contenido subóptimo de proteína (15%) en relación al nivel de energía metabolizable (314 Kcal./g.). Las raciones experimentales proporcionaron 1.5 unidades más de proteína cruda, que la ración testigo de las cuales una provenía de la harina de yuca (Ración 2) y de la misma pasta de soya (Ración 3). La composición de estas tres raciones se detalla en el Cuadro 6. Cada

ración se proporcionó durante 5 semanas a grupos duplicados de 15 pollitos cada uno.

Los resultados se muestran en el Cuadro 7. El crecimiento de los pollitos aumentó significativamente ($P < 0.05$) al incrementar el nivel de la proteína de soya de 15% a 16.5%. Este efecto no se observó cuando la proteína adicional provenía de la yuca, lo cual indica diferencias en el valor nutritivo de ambas proteínas. A este respecto, cabe mencionar que la proteína de yuca es deficiente en lisina,

CUADRO 6

Composición porcentual de las raciones utilizadas en el experimento 3¹

Ingredientes	1	2	3
Almidón de maíz	50.0	...	47.0
Pasta de soya	23.7	23.7	26.7
Harina de yuca	...	50.0	...
Maíz	14.3	...	...
Harina de pescado	5.0	...	...
Harina de hueso	4.0	...	...
Aceite de maíz	1.0	...	...
Cloruro de sodio iodatado	0.5	...	...
D. L. metionina	0.2	...	...
Sulfato de manganeso	0.03	...	...
Carbonato de cinc	0.02	...	...
Mezcla de vitaminas	1.50	...	...

¹ Proteína determinada: Ración 1, 15%; Ración 2, 16.8%; Ración 3, 16.6%

² Incluir todo igual que en el cuadro 3.

CUADRO 7

Efecto proteico suplementario de harina de yuca vs. pasta de soya en raciones para pollitos. (Exp. 3)

Proteína soya	Proteína yuca	Peso prom. 5 ^a semana	Consumo/ ganancia
%	%	g.	
15.0	..	259 a ¹	2.84
15.0	1.5	267 a	2.84
16.5	..	291 b	2.51

¹ Números con la misma letra no son significativamente diferentes al 5% de probabilidad.

metionina y triptofano (Staatsmijnen, 1966). Además, la eficacia de conversión mejoró notablemente al aumentar el nivel de proteína de soja.

Discusión

Los resultados obtenidos en los tres experimentos descritos concuerdan con las conclusiones de Enríquez y Ross (1967), en el sentido de que es factible utilizar altos niveles de harina de yuca en raciones balanceadas para pollos. En nuestro caso, los pollitos toleraron bien el nivel máximo de harina de yuca que fue equivalente al 50% de la ración total. No exploramos niveles superiores a esta cifra debido a la naturaleza de las raciones testigo utilizadas. Sin embargo, si en lugar de pasta de soja se emplearan otros ingredientes con mayor contenido de proteína, como serían las harinas de pescado, quizá fuera posible elevar el nivel de harina de yuca en las raciones.

También sería posible seleccionar variedades de yuca que contengan más proteína, ya que de las 30 variedades analizadas en este laboratorio se encontraron algunas con 6% de proteína cruda, cifra cercana a los valores proteicos inferiores de algunos sorgos (Deyoe, 1963).

Es dudoso el significado nutricional del nivel residual de los glucósidos cianogénéticos en la harina de yuca. En el segundo experimento se observó una disminución de la eficacia de conversión alimenticia, al utilizar harina de yuca que contenía el doble de ácido cianhídrico en relación con la harina empleada en el primer experimento. Sin embargo, la diferencia de conversión no puede atribuirse con certidumbre al mayor nivel de HCN, debido a que también existen diferencias en el valor energético de la yuca en relación al almidón de maíz. Datos inéditos de este Laboratorio, sugieren que el pollito posee mayor resistencia a la intoxicación por cianuros solubles que otras especies animales mejor estudiadas. Se desconoce qué porcentaje del ácido cianhídrico combinado en los glucósidos cianogénéticos de la yuca es realmente hidrolizado en el tracto gastrointestinal y absorbido por el pollito. Este problema requiere mayor investigación.

La textura de todas las raciones empleadas en estos experimentos fue inadecuada debido al

exceso de partículas finas. En la práctica sería necesario pastillar las raciones que contengan harina de yuca, o bien, idear procesos que permitan granular la harina en cuestión.

La utilización de la harina de yuca como alimento para animales estará condicionada fundamentalmente a su costo en relación con otras fuentes de energía. En principio, se anticipa que la harina de yuca tendrá que costar menos que el grano, además del costo de la materia prima representado por las raíces de yuca y el costo del proceso de secado, será necesario valorar los usos alternos de la tierra donde se siembra la yuca, esencialmente en relación con otras cosechas factibles para un mejor aprovechamiento del terreno.

Summary

Three experiments were conducted to assess the nutritional value of cassava meal (*Manihot utilissima*) for the growing chick. The variety of cassava meal was "Señora está en la mesa", grown in México with high yields.

This was compared with control diets of corn starch, dehulled soybean meal, D. L. Methionine, corn oil plus minerals and vitamins. Diets were fed from the first day at age in duplicate groups of 15 chicks. Each experiment lasted 4 or 5 weeks.

The main observations and conclusions were:

1. Proximate analysis of 30 varieties of cassava showed considerable differences in chemical composition.
2. The main constituent of cassava meal is "nitrogen free extract" which includes starch.
3. Prussic acid content of fresh cassava roots, chemically determined after hydrolysis, was 23 ppm for the poorest variety and 345 ppm for the richest one, with an average of 152 ppm.
4. Chicks fed diets containing cassava meal grew as well as those receiving corn starch, but feed efficiency was better in the latter group. Mortality was low and essentially the same for control and experimental groups.
5. High levels of cassava meal can be included in rations for chicks; on our case, 50% was the highest level used.
6. The nutritional significance of residual prussic acid in cassava meal is not clear at the present time.

Literatura citada

- Association of Official Agricultural Chemists, 1965, *Official Methods of Analysis - 9^a*, Edition Washington, D. C.
- ALVES CORREIA, FRANCISCO, *Acido Cianhídrico em algumas variedades du mandioca*, Bragantia VII, 15-22.
- COLLENS, A. E. (1915), *Bitter and sweet cassava-hydrocyanic contents*, Bull, Dept. Agr. Trinidad and Tobago 14:45-56.
- DARJANTO, R. M., (1952), *Ratjun Asam Hychacyan Posat*, Djavatan Pertnian Rakjat, DJakarta.
- DEYOC, W. E., 1963, *Protein content of grain sorghums*, Kansas State University, Dept. of Flour and Feed Milling Industries Feedstuffs, August 3, 1963, p. 46.
- DUNCAN, D. B., 1955, *Multiple range and multiple F-tests*, Biometrics 11, 142.
- ENRÍQUEZ, F. Q. y E. Ross, 1967, *The value of cassava root meal for chicks*, Poultry Sci. Vol. 46 N° 3 April-June, 622-626.
- GREENSTREET, V. R., J. LAMBOURNE, 1933, *Tapioca in Malaya* (Straits Settlements and Federated Malay States). Dept. Agr. Gen. Ser. 13, Kuala Lumpur.
- GRIMME CL, 1962. *Zeitschr Für Untersuchung d. Nahrungs und Genußmittel* 41, 172-175.
- MAGOON, M. L., 1967, *Cassava in India*, International Symposium on Tropical Root Crops. World Crops, June, p. 74.
- MANER, J. JEROME, J. BUITRAGO, I. JIMÉNEZ, 1967, *Utilization of yuca in swine feeding*. Instituto Colombiano Agropecuario and Rockefeller Foundation.
- MONTOYA L. CASSERES, HERNÁNDEZ, MOSQUEDA, BRAMBILA, TEJADA (1967), *Improving Cassava's classifications*, International Symposium on Tropical Root Crops, June, p. 69.
- OLSON, D. W., H R. BIRD y M. L. SUNDE, 1968, *Metabolizable energy and Feeding value of Mandioca meal*. Poultry Science, September Vol. 47 N° 5.
- OYENUGA, V. A. y E. O. AMAZIGO, 1957, *A note on the Hydrocyanic acid content of cassava* (Manihot utilissima Pohl West African) J. Biol. Chem. 1 p. 39-43.
- OYENUGA, V. A. y L. OPEKE, 1957, *The value of cassava rations for pork and bacon production*, West African J. of Biol. Chem. 1 N° 1.
- PARSONS J. JAMES y WILLIAM M. DENEVAN, 1967, *Precolumbian Ridget Fields*, Scientific American, Vol. 217 N° 1 p. 92-100.
- Tables of Food Composition Staatsmijnen D.S.M.*, Agricultural and Food Products División.
- VOGT, H., 1966, *The use of tapioca meal in poultry rations*, World's Poultry Science Journal. April-June 22 N° 2 113-125 p.
- YOUNGKEN HOBERT W., 1951, *Tratado de Farmacognosia*. Editorial Atlante, S. A., p. 676-677.