COLECCIÓN

Aprender e innovaR

9

CONTRIBUCIÓN DE LA YUCA

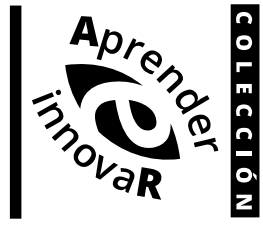
(MANIHOT ESCULENTA CRANTZ)

COMO ALIMENTO EN LOS SISTEMAS LOCALES DE PRODUCCIÓN ANIMAL

Nelson Rodríguez
Zulema Rodríguez
Ivis Argüelles
Gabriel Oquendo
Moisés Bullaudy
Blanca Batista
Roger Pérez
Ernesto Morales
Luis Escalona
Héctor Rodríguez

UEICA-H. Holguín





Coordinadora General: Sonia Álvarez
Edición: Marcel Lueiro
Diseño: Frank Cuesta

© Proyecto "Redes para una Agricultura Resiliente, RedAR", 2021
© UEICA-H. Holguín, 2021
© Colectivo de autores, 2021

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN /3

DESARROLLO /5

PROCESO DE SECADO: UNA METODOLOGÍA APROPIADA PARA PRODUCIR HARINA DE YUCA SECADA AL SOL /8

Cosecha **/8**
Troceado **/8**
Secado **/8**
Recolección **/9**

RAÍCES /14

Harina de raíz de yuca **/14**
Yuca fermentada (ensilada) **/14**
Yogurt **/15**
Yuca con sal común **/15**
Enriquecimiento proteico **/16**

FOLLAJE /17

Utilización de follaje fresco o deshidratado **/17**
Setos vivos comestibles **/18**

OTROS RESULTADOS /19

Aves **/19**
Ceba de pollos **/20**
Gallinas ponedoras **/23**
Cerdos **/25**

Tabla 7.2. *Costos de la ceba*

	Yuca			
	Fresca	**Ensilada**	**Seca**	**Testigo**
Costo / kg de alimento	0,36	0,37	0,32	0,39
Costo / kg de carne	1,87	1,76	1,63	2,09
Costo, $	0,56	0,47	0,42	0,74

A manera de resumen, podemos decir que la yuca resulta un alimento indispensable para todas las especies de animales domésticos, en los sistemas locales de producción animal que se desarrollan en las fincas de productores y productoras.

INTRODUCCIÓN

La yuca (*Manihot esculenta Crantz*) es originaria de América; se cree que de Brasil, específicamente. Se le conoce también como mandioca o casava. Tiene forma de arbusto leñoso y puede alcanzar una altura de 4-5 metros, en dependencia del cultivar. Su empleo es anterior a la llegada de los españoles a Sudamérica, donde era una parte importante de la alimentación de los pueblos originarios.

Posee tallos que pueden ser ramificados o no. Las hojas son lobuladas, palmadas, con un color que varía de verde a rojizo. Las raíces son tuberosas, varían en número de acuerdo al cultivar y, por lo general, crecen en dirección oblicua. Miden de 20 a 40 cm de longitud y tienen un diámetro entre 5 y 20 cm. Tanto el color externo como el interno pueden variar, según el cultivar: rosado, blanco, castaño o crema-amarillo. Las raíces alcanzan unos 2 metros de profundidad, con reservorios en los primeros 50 centímetros.

Se trata de un cultivo perenne, con alta producción de raíces reservantes, una fuente de carbohidratos y follajes para la elaboración de harinas con alto porcentaje de proteínas.

Las características de la yuca permiten utilizar el cultivo en su totalidad. El tallo (estacón) se emplea como medio para su propagación vegetativa, las

hojas para producir harinas y las raíces se destinan al consumo fresco, la agroindustria o la exportación.

Detrás del arroz, la caña de azúcar y el maíz,[1] la yuca se ubica como la cuarta fuente de calorías en las zonas tropicales. Hasta el 35% de su volumen contiene carbohidratos y un 1,5% almacena proteínas. Por esas características se le considera un producto prioritario en la seguridad alimentaria mundial.

En el planeta se cultivan unos 18,7 millones de hectáreas de yuca, con un rendimiento promedio anual de 12,22 toneladas/ha. Se estima que la producción de raíces por año es de unos 228 millones de toneladas.[2] De ellas, el 52% se destina al consumo humano, el 28% al consumo animal y el 20% a otros procesos industriales.[3]

[1] H. Ceballos: *La yuca en Colombia y en el mundo: nuevas perspectivas para un cultivo milenario*, Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colombia, 2002.

[2] FAO: *El estado de la inseguridad alimentaria en el mundo. La inseguridad alimentaria en crisis prolongadas*, 2020. Disponible en www.fao.org/docrep/013/i1683s/i1683s.pdf.

[3] M. Valdivié *et. al.*: "Sustitución total del maíz importado por harina de raíz de yuca y del aceite de soya por el aceite de palma africana en dietas para gallinas ponedoras", XVI Fórum de Ciencia y Técnica, Instituto de Ciencia Animal, San José de las Lajas, Mayabeque, 19 de julio de 2011.

Cerdos

Cuando se alimenta a los cerdos en ceba con yuca en sus diferentes formas (fresca, ensilada y deshidratada), se obtienen pesos finales superiores a 80 kg y ganancias diarias próximas o por encima de 500 g/animal. Se utiliza desde un 62% de yuca al inicio de la ceba, hasta un 77% al finalizar, más un suplemento proteico de un 38% de proteína bruta (PB).

Tabla 7. *Comportamiento de cerdos cebados con raciones a base de yuca*

	Raíz de yuca		
	Fresca	**Ensilada**	**Seca**
Duración de la ceba (días)	120	120	120
Peso final (kg)	83,2	83,0	90,2
Ganancia diaria(g/animal)	493	493	559
Conversión alimenticia	3,51	3,79	3,47

Tabla 7.1. *Comportamiento productivo de cerdos cebados con raíz de yuca*

	Yuca				EE+-
	Fresca	**Ensilada**	**Seca**	**Testigo**	
Duración de la ceba (días)	130	130	130	130	
Peso inicial (kg).	23,6	23,2	23,7	23,5	n,s
Peso final (kg)	$93,2^{b}$	$93,0^{b}$	$99,0^{a}$	$94,3^{b}$	2,05*
GMD g / animal	535^{b}	537^{b}	579^{a}	545^{b}	14*
Conversión alimenticia	$3,61^{c}$	$3,56^{c}$	$3,27^{a}$	$3,46^{b}$	0,06*

a, b, c: letras distintas indican diferencias significativas (Duncan). $p< 0,05$.

Sal común	0,30	0,30	0,30
Carbonato, cáscara de huevo o concha de ostión	4,87	7,26	9,36
Análisis calculado			
Proteínas (n x 6,25)	18,00	17,00	17,50
EM (kcal/kg)	2 820	2910	2850
Calcio	2,06	3,26	3,83
Fósforo	0,32	0,26	0,45
Met.+Cist.	0,47	0,64	0,64
Costo por kg de pienso ($)	2,25	3,32	3,54

Tabla 6.1. *Comportamiento productivo*

Indicadores	Con yuca	Sin yuca
Huevos totales / aves	221,45	224,15
Huevos / aves/ semanas	4,61	4,67
Consumo acumulado / ave (kg)	36,19	36,19
Consumo de yuca (kg)	4,681	-
Conversión	1,66	1,61
% de postura	65,90	66,71
% huevos rotos	0,79	0,76

Tabla 6.2. *Efecto económico*

Indicadores	Con yuca	Sin yuca
	Privado / Estatal	Privado / Estatal
Costo / kg pienso	3,32 / 0,2692	3,54 / 0,2907
Costo total alimento/ aves	120,15 / 9,742	128,11 / 10,520
Costo alimento/ huevo	0,55 / 0,044	0,57 / 0,047

DESARROLLO

La raíz de la yuca muestra grandes atractivos: altos rendimientos por hectárea, poca exigencia hídrica, utiliza el suelo como almacén y lo más importante: todos los animales la asimilan como alimento en grandes proporciones.[4]

Otro detalle a tener en cuenta es que la yuca puede suplir al maíz (considerado el cereal más completo en términos nutritivos para las dietas), a la hora de producir alimentos balanceados para animales. Entre el 70 y el 75% del maíz se puede sustituir por yuca.[5]

Estas opciones permiten cubrir los requerimientos de los animales con alta eficiencia energética.[6]

[4] S. Rodríguez *et. al.*: "La producción de raíces y tubérculos, una alternativa viable para la alimentación de cerdos", [CD-ROM], IV Congreso Internacional de Porcinocultura, La Habana, 2010.

[5] R.H. Howeler: "Cassava in Asia: Present situation and its future potential", en *The use of Cassava Roots and Leaves for On-farm Animal Feeding*, CIAT, Hue University, Bangkok, 2009, p. 7.

[6] J. Ly *et. al.*: "Algunos aspectos del valor nutritivo del ensilado de forraje de yuca dado a cerdos *mong cai* alimentados con dietas de poca proteína", *Revista Computadorizada de Producción Porcina*, vol. 9, n.1, 2002; R.L. García *et. al.:* "*Cultivo de la Yuca (*Manihot esculenta Crantz)", [CD-ROM],

La única preocupación con la yuca —conocida por los productores y las productoras de este cultivo— radica en la presencia de ácido cianhídrico, que será mayor o menor, en dependencia de la variedad.[7] Pero también sabemos que la yuca se volatiliza cuando se expone al sol, lo cual elimina la mayor parte de ese agente químico tóxico.

En la raíz de yuca se encuentran dos factores antinutricionales bien identificados: la linamarina y la lotaustralina. Cuando ambos se hidrolizan por la acción de la linamarasa (enzima presente en la raíz) producen el ácido cianhídrico libre (CHN), que puede intoxicar e incluso causar la muerte de las aves cuando supera los límites de ingestión permisibles (150 ppm, o partes por millón).[8]

Las formas más utilizadas en la práctica para reducir el contenido de glucósidos cianogénicos y ácido cianhídrico en las raíces, y dejarlas listas para el consumo seguro de los animales, son las siguientes:

Instituto de Investigaciones en Viandas Tropicales, 2006, Cuba; N. Rodríguez: "Piensos locales para pollos de engorde. Una experiencia local", 54 Reunión del PCCMCA, San José, Costa Rica, 2008; B. Pérez y A. Listre: "Aplicación del yogur de yuca en la categoría de pre-ceba y ceba en una finca. Provincia de Cienfuegos", [CD-ROM], IV Congreso Internacional de Porcinocultura, La Habana, 2010.

[7] E. Pérez-Castellano: "Ahorro de desinfectantes al reutilizar camas avícolas de zeolitas naturales (Clinoptilotita) en segunda crianza", Tesis en opción al grado de Master en Producción Animal para la zona tropical, Instituto de Ciencia Animal, La Habana, 2010.

[8] J.A. Buitrago: *La yuca en la alimentación animal*, Centro Internacional de Agricultura Tropical, Colombia, 1990, p. 165.

Tabla 5.2. *Economía de las cebas*

	Ceba 1	Ceba 2	Ceba 3
Costo/kg-pienso ($)	4,66	4,96	4,54
Costo/kg-carne ($)	2,55	2,93	2,36
Costo/peso ($)	0,39	0,44	0,38

En la ceba de pollos se logran pesos al sacrificio superiores a 1,80 kg/ave, cuando se utiliza el 25% de yuca en la ración. La conversión alimenticia es aceptable y se verifican ahorros de más de 1000g de pienso comercial por cada pollo que concluye la ceba; o sea, entre 650 y 750 g/kg de carne que se produce.

Gallinas ponedoras

Tabla 6. *Composición de las dietas utilizadas*

		Tratamientos	
Materia Prima	**Pre-postura**	**con yuca**	**sin yuca**
Maíz	36,81	31,98	49,21
Frijoles	23,40	10,24	27,16
Sorgo	10,00	10,00	15,00
Soya grano	15,62	10,00	15,82
Harina de Raíz de yuca	--	8,00 - 16,00	--
Pescado	6,00	5,00	7,00
Azúcar	3,00	3,50	8,00
Polvo de arroz	--	5,00	10,00
Hojas de yuca o leguminosas	--	1,00	2,00
Girasol	--	7,00	13,00

Tabla 5. *Composición de las dietas utilizadas (%)*

Tratamientos Materias primas	Ceba 1	Ceba 2	Ceba 3
Maíz	20,00-50,00	40,00-60,00	10,00-35,00
Frijoles (Vigna, común, etc.)	10,00-18,00	15,00-25,00	7,00-19,00
Sorgo	10,00-30,00	15,00-25,00	35,00-50,00
Harina pescado	6,00-10,00	10,00-15,00	4,00-8,00
Harina raíz de yuca	10,00-25,00	--	10,00-25,00
Soya grano	20,00-30,00	10,00-15,00	15,00-20,00
Sal común	0,30	0,30	0,30
Piedra caliza	1,00-2,70	1,50-2,85	1,80-3,00
Análisis calculado			
Proteína (N x 6,25)	18,00-23,00	18,00-23,00	18,00-23,00
EM (kcal/kg)	2950-3150	2900-3100	3000-3100
Lisina	0,90-1,09	0,85-1,20	1,00-1,20
Met.+ Cist.	0,60-0,75	0,63-0,93	0,73-0,90

Tabla 5.1. *Comportamiento de los pollos cebados*

	Ceba 1	Ceba 2	Ceba 3
Viabilidad (%)	94	93	93
Peso al sacrificio (kg/ave)	1,83	1,69	1,92
Consumo total (g/ave)	4038	3907	4158
Consumo de yuca (g/ave)	796	-	814
Conversión alimenticia	2,21	2,31	2,17

- Moler y secar al sol.
- Moler y secar con vapor.
- Moler y secar con gases (butano, propano, etc.).
- Trocear y cocer en agua.
- Descascarar, trocear y cocer en agua.
- Moler o trocear, orear durante 24 horas y ensilar.[9]

El método de secado natural es muy ventajoso desde el punto de vista económico, porque aprovecha la energía solar en lugares donde resultan escasas o muy costosas las fuentes de energía. El secado de las raíces de yuca permite eliminar la mayor parte de la humedad que retienen cuando están frescas. Se obtiene así un producto que se puede almacenar por largos períodos sin problemas de deterioro.[10]

[9] M. Valdivié: "Sustitución total del maíz por harina de yuca en las dietas para pollos de engorde", II Congreso Internacional de Producción Animal Tropical, La Habana, noviembre de 2007; M. Valdivié *et. al.*: "Sustitución total del maíz importado..., op. cit.; M.D. Milián *et. al.*: "Comportamiento fitosanitario, rendimiento y parámetros de calidad en clones del germoplasma de yuca (*Manihot esculenta Crantz*)", *Revista Centro Agrícola*, vol. 28, n. 4, 2002, pp. 86-89.

[10] R. Quiñones: "Efecto del tipo de secado de yuca amarga integral (*Manihot esculenta c.*), sobre la digestibilidad *in vitro* de algunos nutrientes en cerdos", Trabajo de Grado de Ingeniero Agrónomo, Facultad de Agronomía, UCV, Maracay, Venezuela, 2005, p.89; S. Rodríguez *et. al.*: "La producción de raíces y tubérculos..., op. cit.

PROCESO DE SECADO: UNA METODOLOGÍA APROPIADA PARA PRODUCIR HARINA DE YUCA SECADA AL SOL[11]

Cosecha

Normalmente la cosecha se realiza de manera manual. Las raíces de la yuca se deben transportar al área de procesamiento. Antes se deben eliminar los pedazos de tallos, terrones o piedras que puedan haber quedado adheridos.

Troceado

Para secar las raíces de la yuca con rapidez, hay que exponerlas al aire en toda su superficie. Esto se consigue cortándolas en trozos pequeños uniformes con un machete o una máquina picadora.

Secado

Se esparcen los trozos de la yuca sobre un piso de concreto o asfalto (techos de casas, calles de asfalto previamente barridas, etc.). Por cada metro cuadrado de piso, se deben esparcir de 10 a 12 kg de trozos de yuca fresca, que luego se voltearán cada 2 horas (de 6 a 8 veces por día).

[11] H. Méndez: *Utilización de la yuca en la alimentación animal*, Instituto de Investigaciones de Viandas tropicales, Cuba, 2001; Rodríguez *et. al.*: "La producción de raíces y tubérculos..., op. cit.

Tabla 4.1. *Impacto económico por concepto de costos de la alimentación, expresados en CUP*

Costos en alimentos	Fases de la ceba	Niveles de utilización de la harina de raíz de yuca					
		0	5	15	25	35	45
Costo de los Piensos Locales (cup/t)	Iniciar	6085,92	6062,67	6015,73	5878,61	5831,68	5699,22
	Crecimiento	5856,45	5832,76	5892,74	5739,32	5692,82	5573,10
	Finalizar	5499,86	5476,61	5429,67	5382,73	5335,80	5197,74
Piensos Locales consumidos (pollo, $)	Iniciar	7,03	7,15	7,11	6,60	6,15	6,00
	Crecimiento	7,44	7,35	7,52	6,95	6,48	6,35
	Finalizar	8,34	8,39	8,33	8,07	7,58	7,40
	Total	22,81	22,89	22,96	21,62	20,21	19,75
Piensos Locales consumidos (t de peso vivo, $)	Iniciar	15093,08	14671,66	14497,91	14167,45	14929,10	17325,63
	Crecimiento	13411,27	12540,43	13199,74	12798,68	13378,13	15326,03
	Finalizar	12649,68	12924,80	12162,46	11949,66	12539,13	14345,76
	Total	**13258,75**	**12887,39**	**12886,64**	**12530,94**	13120,13	14914,65

Tabla 4. *Comportamiento productivo de pollos camperos de 1-49 días de ceba*

	Niveles de utilización de la harina de raíz de yuca						
	0	**5**	**15**	**25**	**35**	**45**	**EE+-**
Viabilidad real (%)	94,20^{c}	97,7^{ab}	100^{a}	98,0^{ab}	96,0^{bc}	96,4^{bc}	
Consumo de Piensos Locales (g/ave)	3943^{a}	3971^{a}	3993^{a}	3832^{a}	3612^{b}	3615^{b}	63**
Consumo de Proteína Bruta (g/ave)	821^{a}	827^{a}	832^{a}	797^{a}	751^{b}	752^{b}	17**
Consumo de Energía Metabolizable (MJ/kg)	51,24^{a}	51,2^{a}	50,5^{a}	47,7^{a}	44,2^{b}	43,6^{b}	1,05**
Peso vivo al sacrificio (g/ave)	1721^{a}	1776^{a}	1782^{a}	1725^{a}	1540^{b}	1324^{c}	52***
Conversión alimenticia	2,29^{a}	2,24^{a}	2,24^{a}	2,22^{a}	2,35^{a}	2,75^{b}	0,08**

a, b, c: letras distintas indican diferencias significativas (según Duncan).[25] **: p < 0,01, ***: p < 0,001

[25] D.B. Duncan: "Multiple range and multiple F tests", *Biometrics*, vol. 11, n.1, 1955.

Recolección

Cuando los trozos alcanzan un nivel de humedad del 12 al 14%, se recogen y empacan, o simplemente se guardan a granel en una nave que los proteja de las inclemencias del clima. La práctica dice que los trozos estarán bien secos, una vez que se haga presión sobre uno de ellos con las manos y se parta como algo crujiente.

El contenido de materia seca de las raíces fluctúa normalmente entre el 35 y el 38 %. Eso equivale a una relación de 2,60-2,65 t de raíces frescas, para obtener una tonelada de harina de yuca. Para un rendimiento de 25 a 30 t de raíces frescas por hectárea, se obtendría una producción superior a las 9-10 t de harina de yuca.[12]

La raíz de yuca es esencialmente una fuente de energía, rica en calorías, en particular de almidón. Su contenido de lípidos es muy reducido; lo mismo que de fibra bruta, por lo que sus aportes de EM (energía metabolizable) y ED (energía digestible) oscilan entre las 3100 y 3400 kcal/kg, según la especie o categoría animal que la consuma.

El bajo contenido proteico en los clones y variedades comunes (entre el 1,4 y 3,19 %) es uno de los elementos que reducen su precio de venta en un 25-30 %, cuando se compara con el maíz u otros cereales.[13]

[12] R. Quiñones: op. cit.

[13] M.D. Milián *et. al.*: "Caracterización, evaluación y conservación de la colección cubana de germoplasma de yuca (*Manihot esculenta Crantz*)", en L.J.C.B Carvalho, A.M. Thro

En la Tabla 1 se muestra la composición química y energética de la raíz de yuca.[14]

Su contenido de lípidos es bajo (entre el 0,7 y 1,2 %), y aporta alrededor de un 0,4 % de ácido linoleico. Por tanto, cuando se utilizan altas concentraciones de harina de raíz de yuca (o yuca fresca) en la alimentación de los animales monogástricos, es aconsejable adicionar aceite vegetal para aportar los ácidos grasos esenciales.[15]

Tabla 1. *Composición química y energética de la raíz integral de yuca, fresca o como harina (valores en base fresca)*[16]

Nutrientes y energía	Raíz con cáscara	
	Fresca	Harina
Materia seca (%)	35 a 38	88
Proteína bruta (%)	1,1	2,40 a 3,19
Ceniza (%)	0,7	1,70 a 3,70
Extracto Etéreo (%)	0,31	1,2
Ácido linoleico (%)	0,16	0,4
Almidón (%)	28,5	66 a 70

y A.D. Vilarinhos (eds.): *IV International Scientific Meeting Cassava*, Biotechnology Network, Brasilia, 2000, p. 626.

[14] R.L. García *et. al.*: op. cit.; S. Rodríguez *et. al*.: *Cómo producir yuca (*Manihot esculenta Crantz*) todo el año para la alimentación del cerdo,* 2007.

[15] R.L. García *et. al.*: op. cit.

[16] Adaptado de J.L. Gil y J.A. Buitrago: "La yuca en la alimentación animal", en *La Yuca en el Tercer Milenio*, Publicación CIAT, no. 327, 2002, p. 527; y M. Valdivié: "Yuca, Boniato, Banano y Fruta del pan para aves, cerdos y conejos", Memorias del 1er Congreso de Producción Animal Tropical, La Habana, 2005.

OTROS RESULTADOS

Aves

Existe abundante información en la literatura sobre el uso de la harina de yuca en la alimentación de las aves, tanto para pollos de engorde como para gallinas ponedoras. La mayoría se refiere al uso de la harina de raíces de yuca[23] y, en menor proporción, al empleo de harina de hojas,[24] que no sólo son una fuente de proteínas, vitaminas y algunos minerales, sino que se pueden emplear para pigmentar la carne y la yema de huevo.

[23] N. Rodríguez: "La yuca (*Manihot esculenta Crantz*)..., op. cit.

[24] N. Rodríguez y G. Oquendo: op. cit.

mezclas, de acuerdo a las especies de animales. Se pueden confeccionar piensos con la inclusión de algunas fuentes de vitaminas y minerales, y con nitrógeno no proteico (NNP), según las necesidades nutritivas específicas que persiga la producción o una categoría determinada.

Setos vivos comestibles

Las varetas de yuca se pueden utilizar para dividir o separar diferentes áreas, trazando un surco de 15 a 20 cm de profundidad y sujetándolas a uno o dos pelos de alambre, bejucos u otro material. Una vez establecidas, nos proporcionan sombra y comida, según la especie o categoría animal en cuestión.

Amilosas (%)	4,02	10,60 a 11,40
Amilopectina (%)	19,9	52,60 a 56,80
Sacarosa (%)	1,11	2,02 a 3,90
Fructosa (%)	0,16	0,44
Glucosa (%)	0,09	0,26
Maltosa (%)	0,03	0,09
Fibra bruta (%)	1,2	2,40 a 4,10
Fibra detergente ácida (%)	1,7	4,13
Fibra detergente neutra (%)	2,1	5,1
Energía metabolizable-aves (kcal/kg)	1200	3100
Peso específico (kg/m^3)	-	600
Factor de calidad del pellet (1 a 10)	-	5
Factor de absorción	-	7

El aporte de la yuca en aminoácidos es reducido, particularmente pobre en los azufrados (metionina y cistina). Estos se deben suplementar en las raciones con altos contenidos de raíz de yuca, con el fin de balancearlas: se incorpora azufre para eliminar el ácido cianhídrico que el animal pueda absorber.[17]

Tabla 2. *Contenido de aminoácidos esenciales, minerales y vitaminas de la raíz integral de yuca*

Nutrientes	**Raíz con cáscara**	
	Fresca	**Harina**
Materia seca (%)	35 a 38	88,00
Lisina (%)	0,03	0,06
Metionina+cistina (%)	0,02	0,05

[17] J.L. Gil y J.A. Buitrago: op. cit.; M. Valdivié: "Yuca, Boniato, Banano..., op. cit.

Treonina (%)	0,012	0,04
Triptófano (%)	0,006	0,04
Calcio (%)	0,11	0,30
Fósforo disponible (%)	0,15	0,20
Hierro (ppm)	17	48
Cobre (ppm)	2	6
Zinc (ppm)	3	10
Manganeso (ppm)	3	10
Vitamina A (UI/kg)	10	550
Vitamina C (ppm)	200	860

El contenido de minerales en la raíz de yuca supera al del maíz y otros cereales. De ahí que hacer una premezcla mineral tradicional satisface, con cierto exceso, los minerales de los piensos balanceados.

El aporte vitamínico de la raíz de yuca se puede clasificar como limitado. Hay autores que recomiendan reforzar las premezclas de vitaminas, cuando se incluyen altas concentraciones de harina de yuca en la dieta: un 20% más de vitamina A, vitamina D3, B2 y B12; un 25% más de vitamina K, un 200% de vitamina E, y tiamina o B1. Otros autores sugieren incluir de 2 a 5% de levadura, polvo de arroz, subproductos de cervecería, harina de follaje de yuca, soya integral, fuentes de lípidos y otros alimentos ricos en vitaminas hidrosolubles y liposolubles, con el objetivo de cubrir las necesidades de los animales no-rumiantes.[18]

[18] M. Valdivié *et. al.*: "Sustitución total de maíz por harina de yuca (*Manihot esculenta*) en las dietas para pollos de engorde", *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, vol. 42, no. 1, 2008, p. 61.

FOLLAJE

Utilización de follaje fresco o deshidratado

Se puede intercalar la yuca con King Grass en la producción de forraje. De esa manera se aprovecha el elevado valor proteico de la parte aérea de la yuca y el potencial forrajero del King Grass,[22] consiguiendo un aceptable balance entre ambos. Se siembran surcos dobles alternos; es decir, 2 de King Grass y 2 de yuca (de una variedad forrajera). Las estacas son a 90 cm de distancia de camellón y a 30 cm de narigón, la yuca y surco corrido el King Grass. La longitud de las estacas es de 20 y 60 cm, en uno y otro caso, y se depositan a una profundidad entre 15 y 20 cm.

La cosecha del forraje se realizará preferiblemente a machete, a una altura de 10 cm y con una frecuencia de 90 días. Eso permite extraer las raíces después de 5-7 cortes y utilizarlas para los animales.

Una vez secos, se amplía la utilización de los forrajes. Se puede peletizar e incluir en diferentes niveles en los piensos tropicales a base de yuca (teniendo en cuenta el aporte de nutrientes de la planta completa y de cada una de sus partes), como punto de partida para la obtención de diferentes

[22] N. Rodríguez y G. Oquendo: op. cit.

tros de altura, que puede ser de zeolita, arena o tierra arenosa, para evitar así el contacto con el oxígeno y proteger de los insectos.

5. El resultado se puede ofrecer a los animales a los 14 días.

Enriquecimiento proteico

Se colocan en el piso trozos de la yuca previamente humedecidos, durante 12 días (y a la oscuridad). Luego se secan siguiendo el mismo procedimiento de las raíces frescas troceadas, que vimos arriba.

La raíz se puede clasificar según la calidad, teniendo en cuenta su contenido de fibra cruda y cenizas, tal como se muestra en la tabla siguiente.

Tabla 3. *Clasificación de calidad de la harina de raíz de yuca*[19]

Grado	Contenido crítico		
	Fibra Cruda (%)	Ceniza (%)	EM (mcal/kg)
1	< 2,8	<2,0	>3,30
2	<3,6	<2,5	>3,15
3	<4,5	<3,2	>2,92
4	<5,2	<4,0	>2,60

La incorporación de alimentos de producción local en raciones para animales es una alternativa viable. En ese sentido, la yuca se convierte en una magnífica opción,[20] debido a sus altos rendimientos agrícolas por unidad de área. Constituye una apreciable fuente de carbohidratos, posee un alto valor proteico en sus hojas [21] y se puede aprovechar de modo integral: tanto las raíces como el follaje se destinan a la alimentación del ganado.

[19] J.L. Gil y J.A. Buitrago: op. cit.

[20] N. Rodríguez: "La yuca (*Manihot esculenta Crantz*) como fuente de energía en piensos locales para pollos tipo campero Holguín", Tesis presentada en opción al título académico de Máster en Producción Animal para la Zona Tropical, Mención Monogástricos, ICA, Cuba, 2013.

[21] N. Rodríguez y G. Oquendo: "Plantas forrajeras tropicales en los sistemas locales de producción animal: la yuca (*Manihot esculenta Crantz*)", XVI Fórum de Ciencia y Técnica, Minag, Holguín, 2012.

RAÍCES

La raíz de la yuca se puede utilizar de diferentes formas (fresca, hervida, ensilada y secada). Sin embargo, la presencia de factores antinutricionales y la baja digestibilidad de su almidón indican la necesidad de un tratamiento primario (deshidratación, fermentación o cocción) que permita su uso eficiente en la dieta de animales monogástricos.

Harina de raíz de yuca

Se obtiene después de transformar en harina los trozos secos de raíz de yuca, mediante el uso de un molino.

Yuca fermentada (ensilada)

Se depositan las raíces troceadas en recipientes de concreto, nylon, madera, goma, etc. —con capacidad suficiente, de acuerdo al propósito que se persiga—, compactando cada camada con no más de 20 cm de espesor (a razón de 15 minutos por tonelada). Al concluir el llenado, se tapa el recipiente herméticamente. El resultado se usa sólo cuando haya transcurrido un mes de la elaboración.

Yogurt

¿Cómo se hace?

1. La yuca se puede emplear entera o troceada.
2. Se coloca en un recipiente no metálico.
3. Agregar agua hasta tapar la yuca unos 5 cm por encima.
4. Añadir 1 bolsa de yogurt por cada 46 kg (1qq) de yuca.
5. Tapar el recipiente y dejarlo en reposo entre 11 y 21 días. Es importante no revolver durante el proceso.
6. Al momento de usar se debe revolver el yogurt obtenido para homogenizar el alimento.
7. Mientras se esté usando el producto, el recipiente debe permanecer tapado para evitar que se contamine con agua de lluvia.

Yuca con sal común

1. Pasar la yuca por un molino, triturarla o trocearla.
2. Emplear un tubo prefabricado en desuso o un tanque sin fondo, que se coloca verticalmente y con una ligera inclinación para que destile el líquido que se produzca.
3. Colocar capas sucesivas de 10 a 20 centímetros de altura de la yuca troceada. Entre las capas se polvorea sal común y se apisona. Repetir el proceso hasta que se agote el producto o la capacidad del tanque.
4. La última capa debe ser de sal. Encima de ella se coloca otra capa de unos 3-5 centíme-