

Composición química y digestibilidad del fruto del caulote o guácimo (*Guazuma ulmifolia* Lam.) y su uso en raciones para polluelos.*¹—RICARDO BRESSANI Y DELIA A. NAVARRETE**

ABSTRACT

*The nutritive value of the Caulote fruit (*Guazuma ulmifolia* Lam.) was determined by chemical analysis of samples from Honduras and Guatemala, by digestibility trials with rabbits and by growth trials with chicks. The results showed differences in chemical composition between the samples of Honduras and those from Guatemala. The coefficients of digestibility of the fruit were, in general, low. Chick trials showed that the Caulote fruit can substitute 12% of corn without altering growth or feed efficiency. — The authors.*

Introducción

EN la América Central, así como en otras áreas del mundo, existen algunos alimentos naturales consumidos por los animales, sobre los cuales se tiene relativamente poco conocimiento. La mayor parte de estos alimentos tienen aplicación en la alimentación del ganado vacuno y porcino, aunque en muchos casos su utilización la restringe la falta de conocimientos básicos de sus propiedades.

En general, el conocimiento de la composición química y las propiedades de digestibilidad de los nutrientes más importantes de un alimento hacen posible su utilización en una forma más eficaz, ya sea solo o bien como un ingrediente de raciones destinadas a rumiantes, cerdos y aves. El propósito del presente estudio fue el de evaluar nutricionalmente el fruto del caulote, conocido también en América Central con el nombre de guácimo, por medio de su análisis químico, pruebas de digestibilidad en conejos, y su uso como sustituto del maíz, en concentrados alimenticios para polluelos en el proceso de crecimiento.

Standley y Steyermark (10), Calderón y Standley (2), Rojas (7), y otros investigadores (6,9) han suministrado descripciones botánicas y físicas de la planta del caulote y de su fruto. El árbol crece hasta una altura que varía entre 4 y 12 metros y es muy común en

la América Central, sobre todo en los terrenos bajos y cerca de la costa, en especial en la del Océano Pacífico (7); los frutos caen del árbol y constituyen un alimento muy buscado por los cerdos y por los rumiantes; mide de 2 a 4 centímetros y pesa de 3 a 6 gramos. Durante el tiempo de sequía las hojas del árbol se mantienen verdes, siendo éstas también muy apetecidas por el ganado. Además, los campesinos usan la cáscara del árbol preparando con ésta infusiones que utilizan para curar la diarrea de los terneros.

Materiales y Métodos

Muestras.—Las muestras empleadas para el estudio se recolectaron durante los meses de abril y mayo, de 9 localidades situadas en las zonas ganaderas de Honduras, y de 4 de las de Guatemala. Se tuvo especial cuidado en recoger las muestras en aquellos lugares en que las consumía el ganado. Para los análisis químicos se enviaron al laboratorio alrededor de 3 libras de fruto, las que se molieron en un molino Wiley y luego se almacenaron en un cuarto refrigerado a una temperatura de 4° C. hasta el momento de hacer el análisis.

Para efectuar los estudios de digestibilidad y del uso del fruto en raciones para polluelos, se emplearon alrededor de 200 libras de fruto de caulote proveniente de Guatemala.

Agradecimientos: Los autores agradecen el interés y la ayuda prestada por el Dr. Radoslav Razmilic, médico veterinario de la Misión FAO en Honduras en el año de 1957, en la recolección de las muestras provenientes de Honduras, y el uso de facilidades existentes en el Laboratorio de Investigaciones Veterinarias de Tegucigalpa, Honduras.

1/ Publicación INCAP E-187.

* Recibido para la publicación el 24 de marzo de 1959.

** Jefe de la División de Química Agrícola y de Alimentos del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP), Guatemala, C. A., y miembro del personal de la misma Institución, respectivamente.

Métodos químicos.—Se determinó la humedad, el nitrógeno, el extracto etéreo, la fibra cruda, las cenizas y el calcio, usando los métodos de la A. O. A. C. (1). El contenido de fósforo se determinó por el método de Fiske y Subbarow (3), y el de hierro mediante el método de la Farmacopea de los Estados Unidos (5). Las determinaciones de azufre se llevaron a cabo según el método de Skinner mencionado por Winton y Kate (11) y los taninos se determinaron extrayéndolos por medio de agua, extracción a la que siguió una precipitación con acetato de cobre (8).

Métodos biológicos.—Los ensayos de digestibilidad se llevaron a cabo en 6 conejos jóvenes de 800 a 900 gramos de peso, los que se alojaron en jaulas individuales. El caulote se administró en una fórmula cuya composición por 100 gramos de ración era la siguiente: fruto de caulote 91.0%, sales minerales 4.0%, aceite de algodón 3.0%, aceite de hígado de bacalao 2.0%, y 50 ml. de una solución de vitaminas, cada 5 ml. de la cual contenían: tiamina HCl, 3 mg.; riboflavina, 3 mg.; piridoxina HCl, 3 mg.; pantotenato de calcio, 10 mg.; ácido nicotínico, 5 mg.; cloruro de colina, 150 mg.; biotina, 0.01 mg.; ácido fólico, 0.02 mg.; inositol, 40 mg.; ácido para-aminobenzoico, 30 mg.; vitamina K, 1 mg.; y vitamina B₁₂, 0.003 mg.

Los animales recibieron diariamente 75 gramos de la dieta durante un período de adaptación de 8 días, al que siguieron dos períodos de 4 días cada uno, durante los cuales se recolectaron las heces. El alimento ingerido y la cantidad de heces evacuadas cada 4 días

se pesaron cuidadosamente. Las muestras se almacenaron en un cuarto frío a 4° C. hasta el momento de hacer los análisis respectivos. Durante todo el experimento a los animales se les dio agua *ad libitum*.

En los estudios en los que el caulote se ensayó como sustituto del maíz en raciones de tipo comercial para aves de corral, aquel reemplazó al maíz como fuente calórica, usándose un concentrado comercial² como fuente proteica. Para el estudio se emplearon 72 polluelos de la raza New Hampshire, de 4 días de edad, de ambos sexos, los que se distribuyeron en cinco grupos, cuatro de ellos compuestos de 12 animales cada uno, y el grupo testigo de 24. Las cinco raciones usadas contenían 34.0% del concentrado tipo comercial²; 0, 12.0, 24.0, 36.0 y 48.0% de fruto de caulote y 66.0, 54.0, 42.0, 30.0 y 18.0% de maíz, respectivamente. La proteína de las dietas varió de 21.4 a 20.6%. Se les administró la dieta y cantidades de agua *ad libitum*, midiéndose el crecimiento de los polluelos cada 7 días durante un total de 35 días.

Resultados

Los resultados de los análisis de humedad, de nitrógeno, de extracto etéreo, de fibra cruda y de cenizas de las muestras obtenidas tanto en Honduras como en Guatemala, figuran en el Cuadro I, así como los resultados de los cálculos de los carbohidratos los que se obtuvieron por diferencia. La cantidad de proteína de las muestras procedentes de Honduras dio un

2/ 'ACE-HI. Compañía Riverside, Guatemala, C. A.

Cuadro I.—Composición química del fruto del caulote en muestras procedentes de Honduras y de Guatemala.

Localidades en donde se tomaron las muestras		Humedad G.%	Proteínas G.%	Extracto etéreo G.%	Cenizas G.%	Fibra cruda G.%	carbohidratos G.%
Comayagua,	Honduras	10.35	5.68	1.43	4.45	23.35	54.74
San Pedro Sula	"	10.68	5.15	3.69	3.99	20.82	55.67
Choluteca	"	10.65	5.25	1.48	3.88	21.32	57.42
Nueva Ocotepeque	"	10.14	3.65	3.72	3.34	20.54	58.61
Las Minas (Olancho)	"	9.09	4.37	2.91	3.94	22.65	57.04
Jesús de Otoro	"	9.26	4.65	2.54	4.70	22.40	56.45
Gracias	"	8.54	4.80	1.65	4.76	19.25	61.00
Juticalpa	"	10.24	5.30	1.84	4.87	21.28	56.47
Olancho	"	10.45	5.10	1.75	3.78	20.62	58.30
Promedio		9.93	4.88	2.33	4.19	21.35	57.32
Patulul, Such.,	Guatemala	9.55	6.20	3.51	2.93	31.48	46.33
Patulul, Such.	"	6.79	7.91	3.00	4.20	27.24	50.86
Escuintla	"	10.18	5.90	2.62	3.90	23.29	54.11
Retalhuleu	"	12.02	4.10	2.76	3.18	28.51	49.43
Retalhuleu	"	10.69	5.35	2.17	4.14	24.87	52.78
Patulul, Such.	"	11.25	9.53	4.16	3.83	33.12	38.11
Promedio		10.08	6.50	3.04	3.70	28.08	48.60

promedio de 4.88%, mientras que la de las muestras recolectadas en Guatemala acusó un promedio de 6.50%. Estas diferencias resultaron ser estadísticamente significativas al 5%. El fruto del caulote contiene cantidades significativas de fibra cruda, y las muestras de Honduras demostraron ser un poco más bajas en su contenido de ésta que las de Guatemala. Las diferencias en contenido de fibra cruda fueron estadísticamente significativas al 1%. El extracto libre de nitrógeno (carbohidratos), que se obtuvo por diferencia, se encontró en cantidades más elevadas en las muestras de Honduras, difiriendo estadísticamente de las de Guatemala, al 1%. El valor calórico promedio, obtenido por cálculo ($\% \text{ proteína} \times 4 + \% \text{ extracto etéreo} \times 9 + \% \text{ extracto libre de nitrógeno} \times 4$), fue de 270 calorías por 100 gramos en las muestras de Honduras, y de 249 calorías por 100 gramos en las de Guatemala. Las diferencias observadas pueden ser atribuidas a características en cuanto a localidad, o bien al estado de la fruta analizada, ya que ésta cae del árbol y puede sufrir descomposición, en especial porque cae durante la época lluviosa.

En el Cuadro II se detallan los resultados del contenido de calcio, de hierro, de fósforo y de otros elementos presentes en el fruto del caulote. Se encontró que las muestras de Honduras contenían más calcio que las de Guatemala.

Las muestras procedentes de Honduras se analizaron para determinar su contenido de sílice y de taninos, encontrándose que contenían un promedio de 0.71 y 3.15 gr. por 100 gr. de caulote, respectivamente.

En el Cuadro III figuran las cifras resultantes de los estudios de digestibilidad. Las proteínas del caulote fueron digeribles en un 40.3%; la digestibilidad del extracto libre de nitrógeno fue de 66.2%, y la del extracto etéreo de 50.4%, cifra que se obtuvo empleando solamente los valores del extracto etéreo del caulote (la dieta empleada contenía 3% de aceite de algodón, cuya digestibilidad se aproximaba al 100%). La cifra correspondiente a la digestibilidad de la fibra cruda fue muy baja y sumamente variable, dando un promedio de 8.1%.

Cuadro II.—Contenido de minerales del fruto del caulote.

Localidad	Calcio MG/100 G	Fósforo MG/100 G	Hierro* G/100 G	Azufre** MG/100 G
Muestras de Honduras				
Comayagua	631	175	8.2	0.19
San Pedro Sula	625	237	8.9	0.14
Choluteca	600	175	7.8	0.17
Nueva Ocotepeque	689	265	8.5	0.20
Las Minas (Olancho)	635	160	8.7	0.25
Jesús de Otoro	600	127	8.6	0.14
Gracias	656	212	8.4	0.26
Juticalpa	720	230	8.9	0.18
Olancho	630	160	8.7	0.21
Promedio	642	193	8.5	0.19
Muestras de Guatemala				
Patulul, Such.	488	148	—	—
Patulul, Such.	660	169	—	—
Escuintla	446	140	—	—
Retalhuleu	598	133	—	—
Retalhuleu	487	154	—	—
Patulul, Such.	605	192	—	—
Promedio	548	156	—	—

* Los análisis del contenido de hierro no se efectuaron en las muestras de Guatemala, ya que en el proceso de la molienda tuvo lugar una contaminación.

** No se llevaron a cabo análisis de azufre en las muestras de Guatemala.

Cuadro III.—Porcentajes de digestibilidad de los nutrientes del fruto del caulote en experimentos hechos con conejos jóvenes.

Conejo No.	Peso G.	Alimento ingerido G.	Proteína %	Extracto etéreo %	Fibra cruda %	Carbohidratos %	Nutrientes digeribles totales G/100 G.
1	808	300	35.2	47.1	4.3	66.8	37.4
2	948	350	33.7	47.8	5.6	61.9	35.2
3	850	307	45.4	50.5	13.1	68.4	41.4
4	797	234	39.0	49.6	8.3	65.9	38.4
5	892	252	44.9	52.9	9.5	63.6	38.1
6	844	263	43.8	54.4	11.6	70.6	42.1
Promedio	857	284	40.3	50.4	8.7	66.2	38.8

Los resultados de las pruebas de crecimiento hechas con pollos se presentan en el Cuadro IV. Al iniciar el estudio, los animales tenían un peso promedio de 54 gramos, y al cabo de 35 días el grupo testigo alcanzó un peso promedio final de 460 gramos, con una eficiencia de utilización de 2.18 g. del alimento consumido por gramo de aumento del peso corporal. Al substituir progresivamente el caulote por el maíz, se pudo observar una disminución en peso, la que se hizo más marcada al consumir los pollos las raciones en las que se substituyó 24% o más del maíz, por el caulote. Las diferencias de crecimiento producidas por los distintos niveles de caulote incorporados en las dietas resultaron ser altamente significativas (1%) ($f=16.6$, 4 y 66 g. l.) y se debieron a las diferencias entre la ración testigo y las raciones que contenían caulote, y a la tendencia lineal con las diferentes concentraciones de caulote que se observó en los tratamientos. La menor diferencia significativa desde el punto de

vista estadístico, entre el grupo testigo y los otros grupos, fue de 39 gramos. La eficiencia de utilización del alimento siguió las tendencias del peso corporal que acusaron los pollos que recibían las distintas dietas, y la mortalidad fue nula en todos los casos.

Discusión

De acuerdo con los datos resultantes de los análisis en cuestión, el fruto del caulote se puede considerar como un concentrado calórico, aún con las cantidades relativamente altas de fibra cruda que contiene. Como concentrado calórico, el caulote tiene menos valor energético que el maíz. La digestibilidad de los nutrientes del caulote es significativamente más baja que la del maíz (4), en especial en lo que a la fibra cruda se refiere. Sin embargo, es posible que se habrían obtenido valores más altos, en porcentaje de digestibilidad,

Cuadro IV.—Crecimiento de pollos alimentados con diferentes cantidades de caulote.

	Dieta No.				
	1 %	2 %	3 %	4 %	5 %
Caulote	0	12.0	24.0	36.0	48.0
Maíz	66.0	54.0	42.0	30.0	18.0
Ace-Hi*	34.0	34.0	34.0	34.0	34.0
Proteína calculada	21.4	21.1	20.8	20.6	20.6
Peso promedio inicial, g.	54	54	54	54	54
Peso promedio final al cabo de 35 días, g.	460	455	405	367	307
Alimento ingerido, kg.	20.32	11.13	10.97	11.17	10.19
Eficiencia de utilización del alimento**	2.18	2.31	2.60	2.97	3.52
Mortalidad	1/24	0/12	0/12	0/12	0/12

* Ace-Hi, proteína 50%. Compañía Riverside, Guatemala, C. A.

** Gramos de alimento consumido por gramos de aumento de peso corporal en el término de 35 días.

si para los ensayos se hubiesen utilizado animales rumiantes, ya que éstos pueden usar la fibra de los alimentos con mucha más eficiencia que los animales monogástricos. El fruto del caulote es leñoso y es más que probable que mucha de su fibra sea lignina, hecho que explicaría los valores bajos de digestibilidad obtenidos. De las pruebas realizadas con pollos se puede llegar a la conclusión de que cuando el caulote se usa con concentrados proteicos de alta calidad, es posible substituir hasta el 12% del maíz sin que con esto se altere en forma significativa el valor nutritivo de la ración. El hecho de que la mortalidad fue de cero aún en el grupo cuya alimentación se suplementó con el alto nivel de caulote (48%), indica que bajo las condiciones en que se llevó a cabo el presente estudio, éste no es tóxico para los pollos, a pesar de que el peso promedio de los animales estuvo en relación inversa al nivel de caulote adicionado a la dieta a partir del 12%. Esto bien se puede haber debido no sólo a las cantidades más altas de fibra cruda que la dieta contiene a medida que se agregan mayores porciones de caulote, sino también al menor valor calórico que éste tiene en comparación con el maíz.

Resumen

El estudio del valor nutritivo del fruto del caulote se llevó a cabo por medio de análisis químicos, de pruebas de digestibilidad en conejos, y de su utilización en raciones para pollos como sustituto del maíz en concentrados alimenticios para aves. En este artículo se presentan los resultados obtenidos de los análisis químicos de muestras del fruto del caulote procedentes de Honduras y de Guatemala. En general, la composición de todas las muestras analizadas fue análoga, aunque las diferencias en proteína entre las muestras de los dos países fueron estadísticamente significativas al 5%, y significativas al 1% en lo que respecta a su contenido de fibra cruda y carbohidratos. Los porcentajes de digestibilidad de los nutrientes que lo componen fueron más bajos que los del maíz, sobre todo en lo que se refiere a la fibra cruda. El caulote puede substituir al maíz en un 12% en las dietas de uso práctico para la alimentación de aves de corral sin perjuicio de su crecimiento y sin que esto altere la eficiencia de utilización de la ración en forma significativa. Se agregó hasta 48% de caulote en la dieta, sin que esta adición produjera mortalidad en los animales de experimentación, lo que podría ser una indicación de que éste no contiene materiales tóxicos. Es probable que el efecto depresor observado en el crecimiento de los pollos al utilizar cantidades mayores del 12% se deba al alto contenido de fibra cruda del material.

Literatura citada

- *1. ASSOCIATION of Official Agricultural Chemists. Official and tentative methods of analysis. 7th. Ed. Washington, D. C. 1950 p?
2. CALDERON, S. & STANDLEY, P. C. Flora salvadoreña; lista preliminar de plantas de El Salvador. 2a. ed. San Salvador, El Salvador. Imprenta Nacional 1941. 450 p.
- *3. FISKE, C. H. & SUBBAROW, Y. The colorimetric determination of phosphorus. Journal of Biological Chemistry 66:375-400. 1925.
4. MORRISON, F. B. Feeds and feeding. 21st. ed. Ithaca, N. Y., Morrison Publishing Co. 1949. 1207 p.
- *5. PHARMACOPOEIA of the United States of America. 14th. ed. rev. and the 1st. U. S. P. XIV Supplement, Easton, Pa., Mack Publishing Co., 1950. 245 p.
- *6. RAMIREZ GOYENA, MIGUEL. Flora nicaragüense. Vol. 1, 1909.
7. ROJAS, U. Elementos de botánica general. Guatemala, C. A. Tipografía Nacional, Vol. 2. 1926. 629 p.
- *8. SCHMIDT, ERNESTO. Tratado de química farmacéutica, 2a. ed. Barcelona, Hijos de J. Espasa, Vol. 3, pp. 415-416. (n. d.)
9. STANDLEY, P. C. Flora of the Lancetilla valley, Honduras. Chicago Natural History Museum. Fieldiana Vol. 10. 1931. 189 p.
10. ——— & STEYERMARK, J. A. Flora of Guatemala. Chicago, Chicago Natural History Museum, Fieldiana. Vol. 24. Part. VI:410-412. 1949.
11. WINTON, A. & KATE, W. The analysis of foods. New York, John Wiley 1947. 234 p.