

EVALUACION QUIMICA DE HARINAS DE MORRO O JICARO (*Crescentia alata*) PREPARADAS POR ENSILAJE Y/O DESHIDRATACION¹

Roberto A. Gómez-Brenes,² Irma Contreras,³ J. Edgar Brabam⁴ y Ricardo Bressani⁵

Instituto de Nutrición de Centro América y Panama (INCAP),
Guatemala, C. A.

RESUMEN

Este trabajo se llevó a cabo con los objetivos siguientes: a) establecer condiciones óptimas de procesamiento y conservación del fruto de morro sin cáscara, ya que parte de la producción se pierde por falta de almacenamiento adecuado, y b) evaluar químicamente el fruto completo y sus productos, debido a que esta fuente de nutrientes no ha sido estudiada integralmente.

Los procesos utilizados para preparar harinas integrales de morro fueron los de deshidratación al sol y en horno con aire a temperaturas de 60 y 90°C.

Manuscrito modificado recibido: 19-5-80.

- 1 Este trabajo es parte de la tesis de Irma Contreras, previo a optar al título de *Magister Scientifical*, y se llevó a cabo con ayuda financiera de la Research Corporation (Subvención No. PN-740).
- 2 Científico de la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del INCAP.
- 3 Becaria del Curso de Postgrado en Ciencias y Tecnología de Alimentos del Centro de Estudios Superiores en Nutrición y Ciencias de Alimentos (CESNA), Universidad de San Carlos de Guatemala/INCAP.
- 4, 5 Jefe Asistente y Jefe de la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del INCAP, respectivamente.

Publicación INCAP E-984.

Como método de almacenamiento se empleó el de fermentación anaeróbica en silos pequeños experimentales durante 90, 145 y 180 días. Al final de cada período se abrieron los silos y se observó el material, encontrándose en perfectas condiciones y libre de toda contaminación desfavorable. Con este material se preparó harina por deshidratación en horno a 60°C.

Los análisis químicos de las harinas mostraron, como promedio, un contenido de 17% de extracto etéreo, 11% de fibra cruda y 18% de proteína. Asimismo, se encontró que estas harinas son deficientes en los aminoácidos metionina, lisina y treonina, en ese orden de deficiencia.

INTRODUCCION

Una de las fuentes potenciales de proteína y energía disponibles en Centroamérica y que aún no ha sido explotada industrialmente, es el fruto del morro o jícara (*Crescentia alata*). El árbol de morro crece en las zonas cálidas centroamericanas, pudiendo cultivarse un promedio de 210 árboles por hectárea, cuya producción anual oscila entre 500 y 1,000 frutos por árbol (1.). El peso promedio de cada fruto es de 270 g, de los cuales 44% son de cáscara y 56% de material comestible compuesto de pulpa fibrosa rica en carbohidratos y de semilla rica en proteína y aceite (2, 3).

Desafortunadamente, no es factible obtener datos de producción acerca de este cultivo en ningún país centroamericano, ya que esta planta crece silvestre y, como se dijo, no ha sido explotada industrialmente. Ello se debe a la falta de conocimientos sobre su composición química, valor nutritivo y formas de procesamiento, factores que no permiten aprovechar este material racionalmente.

Por las razones mencionadas, y debido a que parte de las cosechas de morro se pierden por falta de almacenamiento adecuado, se llevó a cabo este trabajo. Su primordial propósito fue establecer condiciones óptimas de procesamiento y conservación del fruto de morro sin cáscara y, al mismo tiempo, evaluar químicamente sus productos procesados a fin de encontrar la forma de utilizar más eficientemente este fruto rico en nutrientes esenciales.

MATERIALES Y METODOS

1. *Fruto del Morro Maduro*

Para este estudio se utilizó el fruto de morro o jícaro (*Crescentia alata*) proveniente del departamento de Zacapa, Guatemala. Los frutos verdes se transportaron a los laboratorios de la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del INCAP, donde se extendieron sobre tablas de madera, y se dejaron madurar al sol durante 15 días.

Cabe mencionar que cuando el fruto no está maduro su cubierta o cáscara es de color verde y la pulpa transparente. Durante la maduración hay pérdida de agua, los carbohidratos se concentran y se forma una miel de color oscuro; la pulpa se desprende de la cara interna de la cáscara, y en la parte externa de la cubierta se desarrolla un color café oscuro, produciéndose el olor y sabor característicos del morro.

Al alcanzar el grado de madurez deseado, se cortaron los frutos con una sierra y la pulpa se recolectó con la semilla. Una parte del fruto (pulpa + semilla) fue almacenada en silos experimentales pequeños, y otra parte fue homogenizada en un molino de discos, tomándose de ella muestras para preparar harinas y practicar los análisis químicos pertinentes.

2. *Balance de Materiales*

Se tomó al azar un número determinado de frutos enteros, y cada uno se pesó y cortó con una sierra para separar la cáscara de la pulpa con semilla. Luego se determinó el peso de cada fracción, y se calculó su distribución porcentual con respecto al fruto entero con cáscara.

3. *Ensilajes*

Para este propósito se tomó una cantidad de 135 kg de material fresco, el cual se almacenó en 6 silos pequeños experimentales por períodos de 3, 4 y 6 meses. Los silos fueron construidos de cemento, con un diámetro interno de 39.4 cm y 40.6 cm de alto. El material fresco se colocó dentro de bolsas de plástico para que no estuviera en contacto directo con las paredes de cemento; estas bolsas tenían agujeros en la parte inferior para facilitar el drenaje del líquido producido durante la fermentación. A las bolsas de

plástico se les extrajo todo el aire posible con una bomba de vacío, y se presionaron con tierra y ladrillos asegurados con alambre. Para facilitar la fermentación anaeróbica, los silos de cemento también tenían drenajes en la parte inferior con el objeto de facilitar la recolección de material líquido producido durante el ensilaje. Durante el tiempo de almacenamiento de este material, se controló la fermentación drenando cada silo por diferentes períodos de tiempo. También se determinó el pH, los carbohidratos libres totales y el nitrógeno en el líquido drenado.

Después de 3, 4 y 6 meses de almacenamiento, se abrió cada uno de los silos, observándose cuidadosamente el material para determinar si había crecimiento de hongos o de cualquier otro microorganismo que pudiera contaminar las muestras. El material así obtenido presentaba un color negro, un olor agradable y un sabor dulzón, lo cual indicaba que el material se había conservado perfectamente bien; este material después de secado, y convertido en harina fue utilizado para análisis químicos con el propósito de cuantificar los cambios ocurridos durante la fermentación.

4. *Características de Deshidratación del Fruto de Morro (pulpa + semilla)*

Para este propósito se tomó una muestra homogenizada del fruto (pulpa + semilla), sometiéndolo a un proceso de deshidratación a tres diferentes temperaturas. Se utilizó un horno de convección (Precision Scientific, Model 625) equipado con un soplador de aire cuya velocidad fue determinada por medio de un anemómetro.

Para obtener las curvas de secado se utilizaron temperaturas de 60, 75 y 90°C, con una velocidad de aire de 1.66 m/seg. Para el presente caso, el material se consideró deshidratado al alcanzar un contenido de humedad cercano a 90%, o sea 0.25 lb de H₂O/lb de materia seca.

5. *Deshidratación del Fruto de Morro para la Preparación de Harinas*

Con el propósito de obtener información con respecto al método más eficiente y económico para secar este material, se hicieron pruebas de secado al sol y secado en horno de bandejas.

a) *Secado al sol* — El contenido del fruto homogenizado se

extendió sobre lienzos plásticos formando capas de 1/4 de pulgada de espesor y se expuso al sol durante el día, siendo necesario cubrirlo con plástico por las noches a fin de evitar contacto con la humedad y la lluvia. El tiempo necesario para reducir su contenido de humedad a 90/o, fue de 14 días. El material deshidratado se molió en un molino de discos, obteniéndose así la harina integral de morro, utilizada para los análisis químicos.

b) *Fruto secado en horno de bandejas a 90°C* — Después de ser homogenizado el fruto fresco (pulpa + semilla) se deshidrató, utilizando un secador de bandejas a contracorriente (las bandejas se mueven en sentido opuesto al aire entrante). Este fue construido en la localidad a similitud del secador Schilde Simplictor, Modelo SG 5/XII, y de iguales dimensiones. Se utilizó una muestra de 75 kg de material fresco cuyo contenido de humedad era de 68.50/o. Este material fue deshidratado a una temperatura de 90°C, con una carga de 1.6 kg/pie²; el tiempo necesario para reducir a 50/o su contenido de humedad fue de 22 horas. El material ya seco se molió en un molino de discos, obteniéndose así la harina integral de morro que se utilizó para los análisis químicos.

c) *Deshidratación del fruto de morro ensilado* — Después de abrir los silos, el material fresco se deshidrató en el secador de bandejas a contracorriente descrito en el párrafo anterior. Este material se llevó de 67.60/o a 50/o de humedad, con una temperatura de 60°C y una carga de 1.2 kg/pie²; el tiempo requerido para secado fue de 26 horas. El material seco se molió en un molino de discos y se obtuvo así la harina integral de morro ensilado, la que también fue analizada químicamente.

6. *Métodos Químicos*

El análisis químico proximal de los materiales usados en este estudio y la determinación de su contenido de calcio, se efectuó utilizando los métodos oficiales de la AOAC (4). La determinación de fósforo se hizo según el método de Fiske y Subbarow (5) con la modificación de Lowry y López (6), y para establecer su contenido de hierro se usó el procedimiento de Jackson (7) y el de Moss y Mellon (8).

La metionina fue analizada por el método de Kelly *et al.* (9), de un hidrolizado enzimático con papaína; el triptofano se determinó por el método microbiológico a partir de un hidrolizado

alcalino, utilizando la bacteria *Leuconostoc mesenteroides* (10). El resto de los aminoácidos se determinó en un auto-analizador de aminoácidos (Technicon), empleando para este propósito un hidrolizado ácido, y el porcentaje de azúcares libres totales en el extracto acuoso del fruto, se determinó por el método de Dubois (11).

El puntaje químico de los aminoácidos se calculó por el método de Block y Mitchell (12) usando el patrón de FAO/OMS (13) como referencia.

RESULTADOS

Los resultados del balance de materiales se presentan en la Tabla 1, donde se muestran los pesos promedio y la distribución porcentual del fruto de morro entero, sin cáscara y la de la cáscara. Según se aprecia, la pulpa más semilla constituye el 55.70/o y la cáscara el 44.30/o del peso promedio del fruto completo, que fue de 269.5 g.

Control de Ensilaje

Los resultados obtenidos al ensilar el material fresco durante 90, 145 y 180 días se dan a conocer en la Tabla 2. Como lo revelan los datos, a los 90 días se obtuvo un volumen de líquido drenado de 1,422 ml, en el cual se determinó la cantidad de carbohidratos libres totales, resultando ser éstos de 173.8 g. El material que se ensiló por 145 días drenó 521 ml, con un contenido de 73.8 g de carbohidratos libres totales, y el material ensilado durante 180 días drenó 2,172 ml, que contenía 333.6 g de carbohidratos libres totales. Esta diferencia en la cantidad de líquido drenado por los silos se debe posiblemente a la forma de compactación del material, obteniéndose mayor cantidad de líquido, ya que al comprimir el material, se logró romper la pulpa del fruto. El rendimiento promedio en harina seca procedente del material ensilado fue de 26.10/o.

En la Figura 1 se muestra el comportamiento de los carbohidratos libres y el nitrógeno en los diferentes períodos de fermentación del material ensilado, los que se determinaron químicamente en los líquidos drenados. Según se observa, hubo un descenso en el contenido de carbohidratos, los cuales disminuyeron de 19.5 a 9.4 g 0/o a los 23 días llegando a descender hasta 7.10/o a los 90

TABLA 1

**BALANCE DE MATERIALES DEL FRUTO DE MORRO O JICARO
EN BASE HUMEDA**

Fruto de morro	Peso promedio g	Distribución porcentual
Entero con cáscara	269.5 ± 20.4*	100.0
Entero sin cáscara (pulpa más semilla)	152.4 ± 13.2	55.7 ± 1.8
Cáscara	123.1 ± 12.0	44.3 ± 1.8

* ± : Error estándar.

TABLA 2

**RESULTADOS DEL CONTROL DE ENSILAJE DEL FRUTO DE
MORRO FRESCO**

Días de ensilaje	Material fresco ensilado (pulpa + semilla) kg	Volumen drenado ml	Rendimiento de harina seca* kg	Carbohidratos lí- bros totales en líquido drenado g
90	22.2	1,422.0	5.8	173.8
145	21.4	521.0	5.6	73.9
130	24.0	2,172.5	6.1	333.6

* El rendimiento promedio de harina seca del material ensilado fue de 26.1%.

días de ensilaje. En lo que se refiere a la cantidad de nitrógeno liberado en el líquido drenado, éste se mantuvo dentro de los límites de 0.068 y 0.082 g o/o.

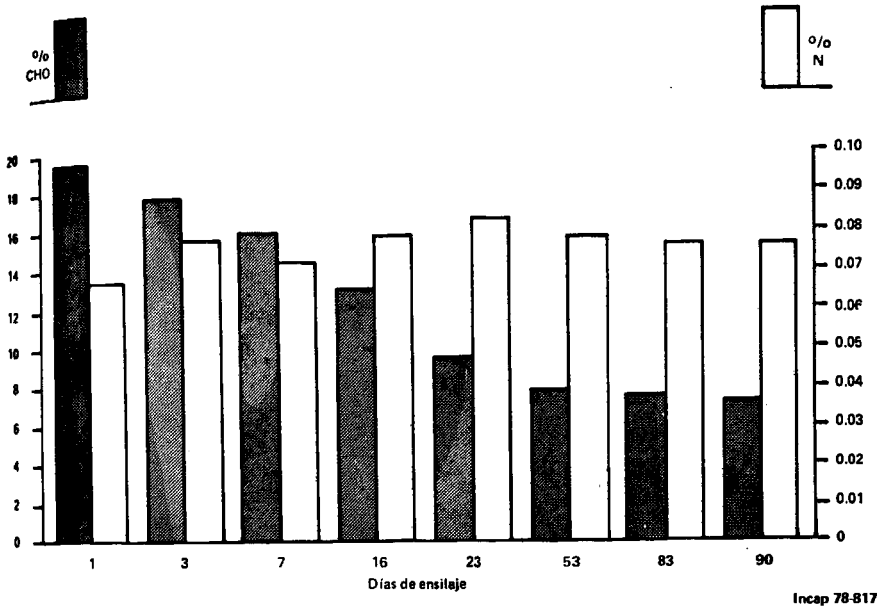


FIGURA 1

Comportamiento de los carbohidratos libres totales y del nitrógeno en los líquidos drenados durante el ensilaje

Deshidratación del Fruto Fresco en Horno a 60, 75 y 90°C

Las curvas de deshidratación del fruto de morro se ilustran en la Figura 2. Para obtener estos datos se utilizó el horno con aire a una carga de 1 lb/pie², con temperaturas experimentales de 60, 75 y 90°C, y una velocidad de aire de 1.67 m/seg. Como lo revela esta Figura, el período de secado a la temperatura de 60°C permitió reducir en 9 horas el contenido de humedad del fruto fresco de 68.5 a 10.9%, correspondientes a 2.17 y 0.35 lb de H₂O/lb de materia seca, respectivamente. En el término de 5 horas a la temperatura de 75 y 90°C, el contenido de humedad disminuyó a 9.6 y 9.2%, correspondiendo a 0.25 y 0.27 lb de H₂O/lb de materia seca, respectivamente.

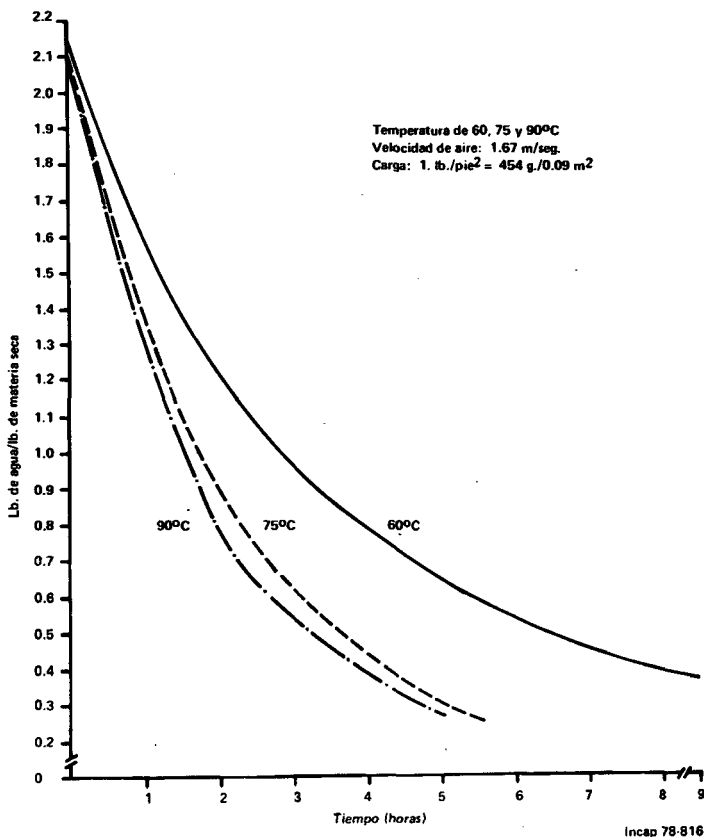


FIGURA 2

Curvas de deshidratación del fruto de morro. Condiciones de secado del fruto de morro fresco en horno con aire

Composición Química del Fruto de Morro Fresco y Procesado

La composición química del fruto fresco, del ensilado y de las harinas integrales preparadas con morro se presenta en la Tabla 3. De acuerdo con los datos obtenidos, el contenido de nutrientes del fruto de morro ensilado es ligeramente superior al del fruto fresco, con excepción de los carbohidratos totales, los cuales son

TABLA 3
COMPOSICION QUIMICA PROXIMAL Y DE CIERTOS MINERALES,
DEL MORRO FRESCO Y PROCESADO, g/100 g

Nutrientes	Fruto entero (pulpa – semilla) en base húmeda	Fruto fresco ensilado	Harina de morro secado al sol	Harina de morro secado en horno a 90°C	Harina de morro ensilado y secado a 60°C
Humedad	68.5	67.6	8.9	4.6	5.1
Extracto etéreo	5.3	6.2	19.6	15.6	18.1
Fibra cruda	3.6	4.1	12.9	9.7	12.3
Nitrógeno	1.0	1.1	3.1	2.7	3.3
Proteína (N x 6.25)	6.3	6.9	19.4	16.8	20.6
Cenizas	2.0	2.3	6.3	6.1	6.3
Carbohidratos totales por diferencia	14.7	12.6	33.2	47.2	36.9
Fósforo, mg/100 g	–	–	517	435	490
Calcio, mg/100 g	–	–	149	149	144
Hierro, mg/100 g	–	–	23	9	17
Sodio, mg/100 g	–	–	105	48	90
Potasio, mg/100 g	–	–	555	843	1,540

menores en el ensilado, ya que parte de ellos se liberan con el líquido drenado durante el ensilaje.

Respecto a las harinas preparadas por diferentes procesos, puede observarse que dos de ellas, la secada al sol y la ensilada ya seca a 60°C, son muy similares en su contenido de nutrientes. El contenido promedio de estas dos harinas fue de 18.8, 12.6, 19.9, 6.5 y 35.0% de extracto etéreo, fibra cruda, proteína, cenizas y carbohidratos totales, respectivamente. Esta misma similitud se observa con el contenido de minerales. La harina preparada con morro secado a 90°C acusó valores más bajos en todos los nutrientes, salvo en los carbohidratos totales, cuyo valor fue más alto que en las harinas antes descritas, y en la cantidad de calcio, que fue muy similar a la de las otras harinas.

Contenido de Aminoácidos de las Harinas de Morro

El contenido de aminoácidos de las diferentes harinas de morro procesadas se resume en la Tabla 4. Los datos se expresan como g AA/gN; también se incluye el puntaje químico de cada aminoácido esencial, usando como referencia el patrón de la FAO (13). Cabe señalar que las diferentes harinas muestran un bajo contenido de lisina, metionina y treonina en relación al patrón de referencia de la FAO. Los valores para lisina están comprendidos entre 0.131 y 0.173 g/gN, los de metionina fluctuaron entre 0.025 y 0.049 g/gN, y los de treonina entre 0.159 y 0.179 g/gN para la harina ensilada secada a 60°C, en horno a 90°C, y secada al sol, respectivamente. Como se aprecia, estos valores representan un puntaje químico promedio de 42.7%, 18.4%, y 66.7% de los aminoácidos lisina, metionina y treonina del patrón de la FAO. Por otra parte, también es importante observar que en comparación con el huevo y la soya, estas harinas de morro poseen mayores cantidades de arginina, aminoácido que es esencial para pollos y conejos (14). Además, su contenido de triptofano es comparable al del patrón de la FAO, ya que el puntaje químico promedio para las tres harinas fue de 94.4%.

DISCUSION

Conservación y Almacenamiento del Fruto de Morro

El almacenamiento y conservación del fruto de morro en

TABLA 4

CONTENIDO Y PUNTAJE QUIMICO DE AMINOACIDOS EN LAS DIFERENTES HARINAS DE MORRO ENTERO (PULPA + SEMILLA) Y SU COMPARACION CON EL PATRON DE REFERENCIA DE LA FAO*

Aminoácido	Patrón de referencia de la FAO*	g AA/g N					
		Secado al sol	PQ**	Secado en horno a 90°C	PQ**	Ensilado y secado a 60°C	PQ**
Acido aspártico	—	0.567		0.498		0.465	
Treonina	0.250	0.179	71.6	0.159	63.6	0.162	64.8
Serina	—	0.133		0.111		0.128	
Acido glutámico	—	1.236		1.103		1.297	
Glicina	—	0.334		0.284		0.352	
Alanina	—	0.317		0.215		0.314	
Metionina + cistina	0.220	0.025	11.4	0.047	21.4	0.049	22.3
Isoleucina	0.250	0.253	101.2	0.202	80.8	0.213	85.2
Leucina	0.440	0.414	94.1	0.485	110.2	0.502	114.1
Tirosina + fenilalanina	0.380	0.480	126.3	0.451	118.7	0.507	133.4
Lisina	0.340	0.173	50.9	0.132	38.8	0.131	38.5
Histidina	—	0.161		0.160		0.162	
Arginina	—	0.809		0.827		0.810	
Valina	0.310	0.310	100.0	0.301	97.1	0.306	98.7
Triptofano	0.060	0.063	105.0	0.056	93.3	0.051	85.0

* Energy and Protein Requirements. FAO/WHO Publication No. 52/522.

** PQ = Puntaje Químico.

tiempos de cosecha han sido considerados como uno de los problemas que limitan su utilización, ya que si el fruto no está completamente seco y se almacena en lugares húmedos, éste se contamina con hongos y se deteriora. Los resultados obtenidos en el trabajo aquí descrito, con morro fresco, ensilado durante 90, 145 y 180 días, indican que este material puede ser almacenado en esta forma sin que sufra ningún deterioro en sus propiedades organolépticas, químicas y nutricionales, a juzgar por los análisis químicos y las pruebas biológicas con ratas y pollos (15). Se pudo constatar que la fermentación que sufre este material durante el ensilaje favorece el desarrollo de un olor más agradable y aumenta un poco su contenido de proteína y grasa. Puede ser que este aumento de proteína y grasa durante el ensilaje se haya debido a la transformación que las bacterias anaeróbicas ejercen sobre los carbohidratos, ya que éstos disminuyeron durante dicho proceso, sirviendo como sustrato para el crecimiento bacteriano. La pérdida de carbohidratos solubles en los líquidos drenados durante el almacenaje es relativamente pequeña y no altera significativamente su valor nutritivo.

Según se indicó en páginas anteriores, las pruebas de ensilaje realizadas en el presente trabajo se llevaron a cabo en silos pequeños experimentales, pero consideramos que los datos obtenidos pueden extrapolarse a silos más grandes, con capacidad suficiente para almacenar grandes cantidades de fruto de morro. Esta técnica favorecería el almacenamiento de las cosechas, conservando el material en buen estado para procesarlo en forma de harina y para obtener la semilla y la pulpa, o bien para ofrecerlo a los animales en estado fresco, ya sea solo o combinado con otros productos alimenticios tales como harina de soya o harina de algodón, lo que favorecería el valor nutritivo de otras materias primas usadas en la alimentación animal.

En este estudio se ensiló únicamente el fruto sin cáscara, pero también sería interesante realizar pruebas de ensilaje del material entero, es decir, molido con todo y cáscara, y luego ensilado, para ofrecerlo fresco como alimento a monogástricos y rumiantes y poder observar así las reacciones de estos animales. Es posible que durante el ensilaje se hidrolice parte de la cáscara y que ésta no sea un factor determinante en el consumo de este alimento. La técnica a que se alude haría más económico el proceso de ensilaje, puesto que se disminuiría la etapa de separación de la cáscara del fruto, y parte de la cáscara serviría como relleno en raciones para animales mayores, como los rumiantes.

Otra forma que sería interesante explorar es el ensilado del morro entero molido junto con otros materiales como pulpa de café, bagazo de caña de azúcar, planta de maíz y otros forrajes que se utilizan en nutrición animal, con lo cual quizás se favorecería una buena fermentación y el desarrollo de un producto apetecible para los animales.

Deshidratación del Fruto de Morro para la Preparación de Harinas

Otra forma de conservación del fruto de morro que se investigó en este trabajo fue la deshidratación del material al sol y en horno con aire a temperaturas de 60, 75 y 90°C. La deshidratación al sol es un método lento, pues se necesitó alrededor de dos semanas para secar el material, pero considerando que el fruto de morro se produce en los climas cálidos donde el sol es intenso desde la mañana hasta entrada la tarde, éste sería un método de secado sumamente económico, sobre todo para aquellos lugares menos favorecidos por los avances tecnológicos. Hay que considerar que las pruebas de secado al sol se llevaron a cabo en la ciudad de Guatemala, donde la temperatura ambiente promedio es de 22°C, y que estas pruebas fueron realizadas en época de invierno cuando la humedad relativa del medio ambiente es mayor que en verano. Es posible que al realizar estas pruebas en las zonas más cálidas del país, especialmente donde se produce el morro, el número de días necesarios para deshidratar este material sería menor. A pesar de ser más lenta la deshidratación al sol, es también menos drástica, ocasionando menores pérdidas en nutrientes que otros métodos más rápidos y eficientes.

En el proceso de deshidratación en horno el tiempo fue menor que el del secado al sol, lográndose secar en 22 horas, a la temperatura de 90°C, la misma cantidad de material secado al sol durante dos semanas. Las curvas de deshidratación obtenidas a las temperaturas de 60, 75 y 90°C, sugieren que el fruto de morro es un material bastante difícil de deshidratar, ya que a 60°C se logró obtener un porcentaje de humedad de cerca de 11% en un período de 9 horas; a temperaturas de 75 y 90°C, el contenido de humedad fue de cerca de 9% en un período de 5 horas, sin alcanzar todavía el período de difusión en las curvas de deshidratación. Comparando estos resultados con los obtenidos con la pulpa de café (16) en la que la humedad se redujo de 85% a 6% en un período de 3.4 horas en condiciones similares de carga y a una temperatura de 75°C, indican que el secado del fruto de morro es

un proceso bastante más lento que para otros materiales, debido posiblemente a su alto contenido de azúcares. Esto también ocasiona que el material deshidratado sea difícil de moler, ya que con facilidad se atascan las cuchillas de los molinos, siendo necesario molerlo lentamente para evitar este problema. Las harinas preparadas con los materiales deshidratados tienen una apariencia ne-gruzca, olor agradable y sabor bastante dulzón, razón por la cual son apetecidas por los animales. Este material deshidratado puede conservarse sin ningún problema y por tiempo prolongado, ya que durante este trabajo se almacenó harina secada al sol durante dos años sin que sufriera ningún deterioro.

Composición Química de las Harinas de Morro

Las tres harinas de morro preparadas —secada al sol, en horno a 90°C y ensilada y secada a 60°C— tienen una composición química similar, siendo la secada en horno a 90°C la que contiene menores cantidades de extracto etéreo y proteína. Es posible que ello se deba a pérdidas de compuestos volátiles grasos y nitrogenados durante el secado a 90°C.

En cuanto a la composición de aminoácidos de estas harinas, el análisis químico demostró que su deficiencia principal es la metionina, hecho que no pudo corroborarse con los ensayos biológicos practicados en ratas, como se comentará en un artículo siguiente (15). Esta deficiencia en metionina es característica de las semillas oleaginosas (17) por lo que ya se esperaba, debido a las cantidades altas de aceite que posee el morro procedente principalmente de las semillas. La segunda deficiencia principal es la lisina, lo que sí fue corroborado ampliamente por los ensayos biológicos (15); este aminoácido es sumamente deficiente en muchos cereales (18-20). Es importante llamar la atención sobre el alto contenido de arginina y la cantidad de triptofano de estas harinas. Este último aminoácido se encuentra en cantidades muy similares al del patrón de la FAO (13) y es un aminoácido limitante en el maíz y otros cereales (18-20) utilizados en Centroamérica para consumo humano y animal, mientras que el primero es esencial para el crecimiento y mantenimiento de aves y conejos (14).

De acuerdo con el patrón de la FAO, estas harinas tienen también un bajo contenido en treonina, aminoácido esencial para humanos y animales, siendo muy deficiente en el arroz (21).

En general, los valores de los aminoácidos de la harina preparada de morro secado en horno a 90°C, fue un poco menor que

los de la harina secada al sol y a 60°C, hecho que corrobora las pérdidas nitrogenadas que ocurrieron a temperaturas de 90°C, discutidas al inicio de esta sección.

SUMMARY

CHEMICAL EVALUATION OF MORRO OR JICARO (*Crescentia alata*) SEEDS PREPARED BY ENSILAGING AND/OR BY DEHYDRATION

The chemical composition, nutritive value and potential use of the morro fruit (*Crescentia alata*) has received little attention.

The purpose of the present study was: a) to determine appropriate conditions for processing and conservation of the morro fruit without hulls, since a significant part of the production is lost due to inadequate storage conditions, and b) to evaluate, by means of chemical analysis, the whole fruit and its products.

For the preparation of dehydrated meals, the content of the fruit was subjected to sun drying and tray drying dehydration with two air temperatures, 60° and 90°C. The method used for the storage of the whole fruit was anaerobic fermentation achieved by ensilaging the fruit in small concrete experimental silos for 90, 145 and 180 days. At the end of each period, the silos were opened. The ensilaged material was of very good appearance and apparently free from unfavorable contaminations; it was dehydrated in tray dryers at an air temperature of 60°C.

Independent of processing, the chemical analysis showed the meals to contain on the average 17% crude fat, 11% crude fiber and 18% crude protein. From the amino acid content and using the 1973 FAO/WHO scoring pattern it was found that such flours were limiting in their sulfur amino acid, lysine and threonine content in that order.

BIBLIOGRAFIA

1. Comunicación personal de agricultores centroamericanos, 1975.
2. Gómez-Brenes, R. A. & R. Bressani. Evaluación nutricional del aceite y de la torta de semilla de jícara o morro (*Crescentia alata*). Arch. Latinoamer. Nutr., 23: 225-242, 1973.
3. Gómez-Brenes, R. A., I. Contreras, C. E. Amézquita, J. E. Braham & R. Bressani. Estudios sobre la separación de la semilla de morro o jícara (*Crescentia alata*). Sometido a publicación, 1980.
4. Association of Official Agricultural Chemists. Official Methods of

- Analysis of the AOAC.** 11th ed. Washington, D. C., The Association, 1970, 1015 p.
5. Fiske, C. H. & Y. Subbarow. The colorimetric determination of phosphorus. *J. Biol. Chem.*, **66**: 375-400, 1925.
 6. Lowry, O. H. & J. A. López. The determination of inorganic phosphate in the presence of labile phosphate esters. *J. Biol. Chem.*, **162**: 421-428, 1946.
 7. Jackson, S. H. Determination of iron in biological material. *Ind. Eng. Chem. Anal.*, **10**: 302-304, 1938.
 8. Moss, M. L. & M. G. Mellon. Colorimetric determination of iron with 2,2 α -bipyridyl and with 2,2',2'' α - terpyridyl. *Ind. Eng. Chem. Anal.*, **14**: 826-865, 1942.
 9. Kelly, J. F., A. Firman & H. L. Adams. Microbiological methods for the estimation of methionine content of beans. Presentado en: Tenth **Dry Bean Research Conference, Davis, California, August 13, 1970**, 8 p. Documento mimeografiado. (USDA-ARS 74-56, Feb., 1971).
 10. Steele, B. F., H. E. Sauberlich, M. S. Reynolds & C. A. Baumann. Media for *Leuconostoc mesenteroides* P-60 and *Leuconostoc citrovorum* 8081. *J. Biol. Chem.*, **177**: 533-544, 1949.
 11. Dubois, M., K. A. Gilles, J. K. Hamilton, P. A. Rebers & F. Smith. Colorimetric method for the determination of sugars and related substances. *Anal. Chem.*, **28**: 350-356, 1956.
 12. Block, R. J. & H. H. Mitchell. The correlation of the amino acid composition of proteins with their nutritive value. *Nutr. Abstr. Revs.*, **16**: 249-278, 1946.
 13. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Energy and Protein Requirements.** Report of a Joint FAO/WHO *ad hoc* Expert Committee, Rome, 22 March-2 April, 1971. Published by FAO and WHO, Geneva, 1973, 118 p. (FAO Nutritional Meeting Report Series No. 52, and WHO Technical Report Series No. 522).
 14. Adamson, I. & H. Fisher. Amino acid requirements of the growing rabbit: an estimate of quantitative needs. *J. Nutr.*, **103**: 1306-1310, 1970.
 15. Gómez-Brenes, R. A., I. Contreras, B. Fernández, J. E. Braham & R. Bressani. Evaluación biológica de harinas de morro o júcaro (*Crescentia alata*), preparadas por ensilaje y/o deshidratación. Sometido a publicación, 1980.
 16. Molina, M. R., G. de la Fuente, H. Gudiel & R. Bressani. Pulpa y pergamino de café. VIII. Estudios básicos sobre la deshidratación de la pulpa de café. *Turrialba*, **24**: 280-284, 1974.
 17. Braham, J. E., J. M. González & R. Bressani. Uso de recursos alimenticios centroamericanos para el fomento de la industria animal.

- III. Composición química y contenido de aminoácidos de la semilla y harina de frijol de soya, girasol y maní. *Turrialba*, 19: 449-454, 1969.
18. Elías, L. G. Utilización de subproductos de trigo y de maíz en la elaboración de alimentos ricos en proteína. En: **Recursos Proteínicos en América Latina**. M. Béhar y R. Bressani (Eds.). Memorias de una Conferencia de nivel latinoamericano celebrada en el Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP), ciudad de Guatemala, del 24 al 27 de febrero de 1970. Guatemala, C. A., Talleres Gráficos del INCAP, agosto de 1971, p. 396-418.
 19. Elías, L. G. & R. Bressani. Valor proteínico de los subproductos de la industria del trigo. I. Composición química y suplementación del granillo del trigo con aminoácidos. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 20: 403-414, 1973.
 20. Elías, L. G. & R. Bressani. Valor proteínico de los subproductos de la industria del trigo. Complementación y suplementación del granillo de trigo con concentrados proteínicos. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 23: 95-111, 1973.
 21. Gómez-Brenes, R. A. Enriquecimiento de los cereales y sus productos con concentrados proteínicos y aminoácidos o ambos: aspectos nutricionales. En: **Recursos Proteínicos en América Latina**. Memorias de una Conferencia de nivel latinoamericano celebrada en el Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP), ciudad de Guatemala, del 24 al 27 de febrero de 1970. Guatemala, C.A., Talleres Gráficos del INCAP, agosto de 1971, p. 333-352.