

## Recursos alimenticios vegetales con potencial de explotación agroindustrial de Guatemala. Elaboración de leche vegetal a partir de la semilla del fruto de morro (*Crescentia alata*)

Sergio A. Figueroa Madrid y Ricardo Bressani

Universidad del Valle de Guatemala

**RESUMEN.** El objetivo de este trabajo fue establecer las condiciones para la preparación de leche de semilla de morro o jícara, y caracterizar química y sensorialmente los productos obtenidos, la leche vegetal y el residuo. Del fruto maduro se obtuvo por maceración en agua por 3.5 hrs la semilla en un rendimiento del 80%. Esta semilla contiene en base seca 38% de grasa y 26% de proteína. La semilla separada de la pulpa se deshidrató al sol a una humedad entre 9-12%, que fue utilizada para la extracción de los sólidos solubles o la leche vegetal. Un lote similar se tostó ligeramente por 10 minutos a 90-110°C en una superficie a esas temperaturas. Las extracciones con agua hasta por 10 minutos de licuado, dio bajos rendimientos de sólidos solubles totales ( $4.66 \pm 0.10$  a  $4.98 \pm 0.97$  %) y contenidos bajos de grasa, proteína y ceniza, con semilla secada al sol y mucho más bajas con la semilla que había sido ligeramente tostada ( $3.0 \pm 0.05$  a  $3.4 \pm 0.03$  %). Debido a los bajos rendimientos de sólidos solubles totales y contenidos de nutrientes por extracciones acuosas, se optó por utilizar para la extracción soluciones buffer a pH 7.8 o soluciones salinas (0.5%) con y sin solución buffer a pH 8.5, con lo cual se logró una mucho mejor extracción de sólidos totales y nutrientes en el extracto. La leche de semilla secada al sol y extraída con buffer a pH 8.5 y solución salina al 0.5% produjo un extracto con 9.85% de sólidos solubles totales, 3.37% de proteína y 4.43% de grasa. Las extracciones en semilla ligeramente tostada fueron significativamente menores. El residuo de la extracción mostró en base seca 21.43% de grasa y 19.72% de proteína. Con la utilización de buffer y solución salina se obtuvo extractos de mejor aceptabilidad, siendo la leche de semilla secada al sol la de mejores características organolépticas en comparación con leche de soya (5.84 vs 3.76) pero de menor calidad sensorial a la leche de vaca (5.7 vs 7.7). El punto isoeléctrico de la proteína extraída se localizó a un pH de 4 a 4.5. **Palabras clave:** *Crescentia alata*, fruto de morro, leche vegetal, composición química, aceptabilidad.

**SUMMARY.** Vegetable food resources from Guatemala with agroindustrial potential. Preparation of a vegetable milk from the seed of morro fruit (*Crescentia alata*). The objective of the present study was to establish the conditions for the preparation of vegetable milk from the morro or jicara seed, and to characterize the products, the milk and the residue for their partial chemical composition and acceptability. From the ripe fruit, the seeds were obtained by maceration in water for 3.5 hrs, obtaining seed yields of 80%. This seed contained 38% fat and 26% protein on a dry weight basis. The harvested seed was then dehydrated to 9-12% moisture by exposure to solar energy. A similar lot was lightly roasted by heating on a hot surface for 10 min at 90-110°C. The seed was used for the extraction of solubles or the vegetable milk. Water extraction with up to 10 minutes of mechanical blending gave low yields of soluble solids ( $4.66 \pm 0.10$  to  $4.98 \pm 0.07$  %) and low contents of fat, protein and ash in the extract with sun dried seed and significantly lower with the lightly roasted seed ( $3.0 \pm 0.05$  to  $3.4 \pm 0.03$  %). Due to the low yields of total soluble solids and to the low nutrient content by aqueous extraction, new extractants were used consisting of buffer solutions at pH 7.8, or 8.5 with and without saline solution at 0.5% concentration. With these solutions greater amounts of solids were extracted with a higher content of nutrients. The milk prepared from the sun dried seed and extracted with buffer at pH 8.5 and saline solution (0.5%) gave an extract with 9.85% of total solids, 3.37% protein, 4.44% fat. The extraction with roasted seed gave significantly lower yields. The residue of the extraction contained 21.47% fat and 14.72% protein. With the use of buffers and saline solution the extracts had better acceptability, with the milk produced from sun dried seed having better organoleptic characteristics in comparison with soy milk (5.84 vs 3.76), however it was of lower acceptability when tested against cows milk (5.7 vs 7.7). The isoelectric point of the extracted protein was between 4-4.5.

**Key words:** *Crescentia alata*, morro fruit, vegetable milk, chemical composition, acceptability.

### INTRODUCCION

Los recursos naturales, especialmente los originados de plantas y semillas que pueden ser utilizados con propósitos nutricionales e industriales, aún no han sido explotados eficientemente a nivel centroamericano. Con mucha frecuencia se puede observar que en diferentes países se prepara una variedad de comidas y bebidas (refrescos) a base de productos

nativos que tienen gran aceptación entre la población. En la mayoría de los casos, su gran popularidad no se debe a su alto valor nutritivo, sino más bien a los hábitos dietéticos prevalentes en la región y sobre todo, a las características organolépticas de los productos utilizados. En Guatemala, al igual que en otros países centroamericanos, se utilizan las semillas del fruto de morro o jícara para confeccionar refrescos o bebidas, principalmente la horchata, y como alimento para animales (1-3).

Los refrescos son preparados con la semilla de morro, ligeramente tostada o cruda, molida con arroz y canela, formando una pasta que posteriormente se bate con leche o agua, agregándole azúcar para formar así una horchata de olor y sabor característicos y muy agradable (1,3).

Estudios químicos y nutricionales (4,5) demuestran que la semilla de jícara es una fuente potencial de proteínas y aceite carente de toxicidad. En base a estos resultados se consideró de interés realizar el presente trabajo con el propósito de elaborar la leche de morro que es el extracto acuoso de la semilla del fruto del morro o jícara, la cual es una emulsión de color blanco que se parece a la leche de vaca.

El árbol de morro crece en forma silvestre, sembrado por el ganado bovino al consumir el fruto voluntariamente y eliminar algunas semillas no digeridas (6). Se desarrolla bien en diversas localidades de alta temperatura, baja humedad relativa y baja disponibilidad de agua. Puede ser una especie adecuada para regiones secas en programas de reforestación.

La semilla de morro seca contiene 33.4% de grasa, 16.8% de fibra cruda y 25.1% de proteína (4,5) por lo cual la leche de semilla de morro podría constituir una fuente alterna de nutrientes para países donde la producción de leche de vaca resulta insuficiente y cara. Otro atributo muy importante que tendrá la leche de morro es su uso como un sustituto de leche para infantes alérgicos a la leche de vaca por la intolerancia a la lactosa.

## MATERIALES Y METODOS

### Materiales

Se utilizó el fruto de morro o jícara (*Crescentia alata*) proveniente del Departamento de Zacapa, Guatemala. Los frutos verdes fueron transportados a los laboratorios de la Universidad del Valle de Guatemala, donde se esparcieron sobre tablas de madera, dejándolos madurar al sol por un período de 15 días o hasta que se alcanzó el grado de madurez deseado.

### Métodos

#### Obtención de la semilla

Las semillas del fruto de morro se obtuvieron por medio del método tradicional. En este método los frutos maduros son quebrantados con un martillo, la pulpa en forma esférica se depositó en barriles, luego fue majada con la mano, con lo cual desprendió las semillas dejándolas en remojo en agua por un período de 0.5, 1, 1.5, 2, 2.5, 3 y 3.5 horas. Posteriormente al majado en líquido la pulpa se separó con ayuda de mallas colocadas en la superficie. Las semillas se depositan en el fondo del barril. El lavado se realizó varias veces para eliminar restos de la pulpa y los azúcares de la misma. A continuación, la semilla se colocó en canastos y se secó al sol por un período de 14 días o hasta que alcanzó una humedad entre 9 y 12%. La semilla seca se limpió con soplador y el lote de semillas se

dividió en dos. Una de las mitades se tostó ligeramente sobre una superficie a una temperatura entre 90-110° C por 10 minutos. Estas semillas, así como las otras fracciones del fruto, fueron analizadas químicamente por los métodos de la AOAC (7).

#### Balance de materiales en la obtención de las semillas

Se tomó al azar un determinado número de frutos enteros y cada uno fue pesado y quebrantado para separar las fracciones anatómicas del fruto. Luego se determinó el peso de cada uno de sus componentes: cáscara, semilla y pulpa

#### Elaboración de la leche (etapa 1)

La leche de morro se preparó a partir de las semillas secadas al sol y de las semillas ligeramente tostadas, siguiendo el procedimiento de Illinois (8) para grano de soya. Además, se realizó un balance de materiales para determinar el rendimiento de extracción.

A las muestras de leche de semilla secada al sol y semilla ligeramente tostada se les realizó los siguientes análisis por triplicado:

- a) cantidad de sólidos totales (7)
- b) porcentaje de grasa siguiendo la metodología del extracto etéreo (7)
- a) cantidad de proteínas, método MicroKjeldahl (7)
- b) determinación de minerales AOAC (7)
- c) análisis sensorial con 13 panelistas utilizando prueba de preferencia, escala hedónica de 9 puntos (9). Además se realizaron pruebas sensoriales de preferencia entre la leche de morro y leche de soya, como también con leche de vaca.

#### Efectos del uso de solución buffer y solución salina sobre la cantidad de sólidos y proteínas extraídas (etapa 2)

Se utilizó soluciones buffer de pH 7.8, 8.5, solución salina al 0.5% para llevar a cabo la extracción.

Determinación del efecto del pH sobre la solubilidad de las proteínas en la leche de morro

Para estos estudios se utilizó la leche de morro de la fase anterior y se procedió como se explica más adelante en la sección de resultados.

#### Análisis estadístico

Los datos fueron analizados por ANDEVA con pruebas de Duncan y regresión lineal cuando se consideró necesario (10).

## RESULTADOS Y DISCUSION

#### Balance de materiales

Los resultados del balance de las fracciones anatómicas en el fruto de morro o jícara se detallan en la Tabla 1, en la que se aprecian los pesos promedio de cada fracción. Las dos

fracciones de uso potencial son la pulpa, que representa el 34% del peso del fruto y la semilla, objeto del presente estudio, que representa el 23% del peso del fruto, calculado en base fresca. Estudios realizados por Gómez-Brenes y col. (11) en lo que se refiere a la distribución porcentual del fruto de morro entero, la pulpa más semilla constituyen el 55.7% y la cáscara 44.3% del peso promedio del fruto entero que era de 269.5 g. Según se aprecia, los porcentajes de distribución son muy similares a los determinados en esta investigación.

TABLA 1

Balace de materiales del fruto de morro o jícara en base húmeda

Fruto de morro	Peso promedio (g)	Distribución porcentual
Entero con cáscara	302.21±27.68	100.00
Entero sin cáscara (pulpa + semilla)	172.98±16.06	57.24±2.95
Cáscara	129.23±13.56	42.76±3.05
Pulpa*	102.67±11.88	33.97±1.66
Semilla	70.31±3.44	23.26±1.43

\*Obtenido por diferencia

### Composición química

La composición química proximal del fruto de morro y sus fracciones anatómicas, pulpa y semilla se presentan en la Tabla 2. Según se observa, la humedad del material fresco es diferente para cada fracción, por lo que los resultados del análisis químico proximal se expresan en base seca. De las fracciones anatómicas, la semilla es la que contiene mayor cantidad de grasa (37.95±1.43%) y de proteína (26.41±0.48%). La pulpa contiene 4.55±0.19% de grasa, y de proteína 12.94±0.33%. La pulpa es la fracción que contiene la mayor cantidad de cenizas 8.10±0.56% y la semilla contiene 4.56±0.78%. En el fruto sin cáscara (pulpa + semilla) la semilla es la que aporta la mayor cantidad de grasa y proteína y la pulpa aporta la mayor cantidad de minerales al fruto sin cáscara.

TABLA 2

Composición química proximal de las fracciones anatómicas del fruto de morro (g/100 g en base seca)

Componente	Pulpa + semilla	Pulpa	Semilla fresca
Humedad	68.71±1.12	71.67±0.69	41.66±0.90
Extracto etéreo*	18.36±0.82	4.55±0.19	37.95±1.43
Proteína (N x 6.25)	18.62±0.36	12.94±0.33	26.41±0.48
Cenizas*	6.85±0.91	8.10±0.56	4.56±0.78

\*Base seca

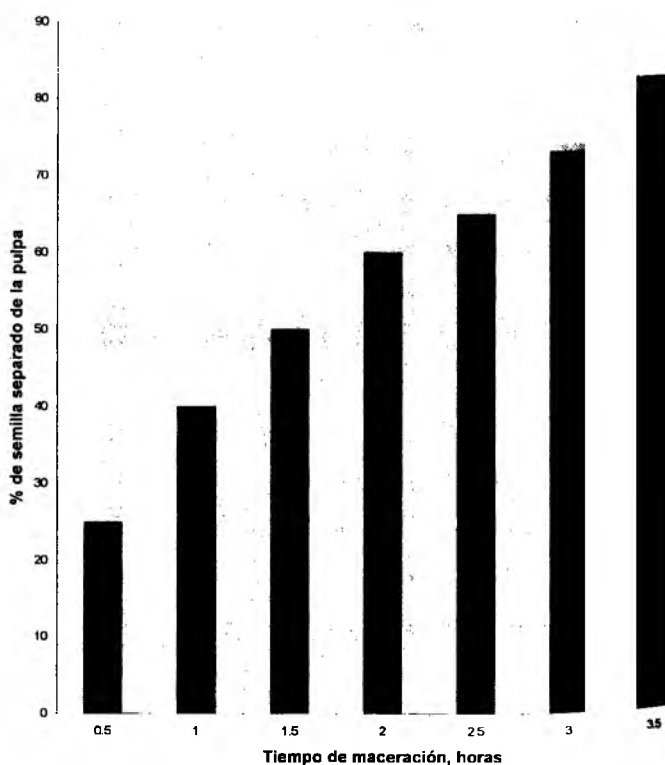
En las investigaciones realizadas por Gómez-Brenes y col. (5) la semilla contiene la mayor cantidad de grasa (36.2%) y de proteína (27.1%). La pulpa contiene 4.3% de grasa y 11.8% de proteína. De los otros compuestos, cenizas y carbohidratos, la pulpa es la fracción que contiene la mayor cantidad de ellos, 7.8 y 66.8 respectivamente, la semilla contiene 3.5 y 15.0%. Según se observa, las composiciones determinadas en esta investigación coinciden con las determinadas en ese estudio.

### Separación de las semillas y de la pulpa por el método tradicional

Como se indicó anteriormente, se evaluaron 7 tiempos de maceración para la separación de la semilla de morro. En la Figura 1 se resumen los resultados aplicando diferentes tiempos de maceración a la pulpa con el objeto de romper la red que forma ésta y mantiene atrapadas a las semillas.

FIGURA 1

Efecto del tiempo de maceración del fruto de morro sobre el porcentaje de semilla



El porcentaje de separación de semilla se determinó decantando el líquido con la pulpa macerada y recolectando las semillas que se depositaban en el fondo del recipiente. Bajo estas condiciones, el mejor efecto de separación se obtuvo al mazar por un período de 3.5 horas. El rendimiento de semilla separada por este período fue del 80%, en contraste con las primeras separaciones con un rendimiento entre 25-60%.

La condición que se varió fue el tiempo de maceración. Se

podría lograr un mayor porcentaje de recuperación si se aumenta el tiempo de remojo, pues la maceración se facilitaría y se liberaría mayor cantidad de semillas, pero el proceso sería más tardado de lo que ya es.

Aunque el método da altos rendimientos de recuperación tiene las siguientes desventajas de ser costoso y tardado y el de no poder recuperar la pulpa.

En base a estos resultados se recomendaría la utilización de un método mecanizado, como el utilizado por Gómez-Brenes y col. (11). En este método se realiza un remojo en agua con el 1% de celulasa, con el objeto de hidrolizar la pulpa, por un período de 8 horas. Al final de éste se utiliza un pulpero, con lo cual se recupera el 100% de la semilla y la pulpa en forma de puré.

Las semillas obtenidas por las 7 pruebas fueron sometidas a varios lavados para eliminar los restos de pulpa y los azúcares de la misma. A continuación esta semilla se colocó al sol por un período de 14 días o hasta alcanzar una humedad entre 8-12%. Se logró llevar las semillas hasta un 8.47±0.81% de humedad y los contenidos de proteína, grasa y cenizas indicados en la Tabla 3. Las semillas ligeramente tostadas contenían una humedad de 5.80±0.37%, y los valores de grasa, proteína y ceniza indicados en la Tabla 3.

**TABLA 3**  
Composición química proximal de la semilla de morro (g/100 g)

Componente	Semilla secada al sol	Semilla ligeramente tostada
Humedad	8.47±0.81	5.80±0.37
Extracto etéreo	34.85±1.58	33.75±1.21
Proteína (N x 6.25)	25.69±0.36	27.73±0.43
Cenizas	4.58±0.22	4.93±0.34

**Determinación de las condiciones para la elaboración de leche de morro**

Para la elaboración de leche de morro se siguió el método de Illinois (8) en sus puntos principales: remojar en agua (semilla:agua =1:3), decantar, pesar, licuar (semilla:líquido =1:5), filtrar, medir volumen y pesar el residuo húmedo y seco.

En la determinación de las condiciones de elaboración se varió simultáneamente el tiempo de remojo (hrs) (4, 6 y 12), y tiempo de licuado (min) 4, 6 y 10, para una relación 12/4, 6/6 y 4/10, respectivamente manteniendo la relación líquido/semilla constante 5/1. Los datos de la semilla secada al sol se presentan en la Tabla 4.

**TABLA 4**  
Análisis de la leche de morro

Fuente de la leche	Extracción con agua (pH 7.3) Semilla secada al sol		
Muestra, g	100±0.05	100±0.05	100±0.05
Tiempo de remojo	12 h	6 h	4 h
Tiempo de licuado	4 min	6 min	10 min
Líquido:semilla	5:1	5:1	5:1
Peso del drenado, g	187.72±0.85	187.10±0.70	178.36±0.63
Peso del residuo, g	212.05±0.13	227.40±0.47	203.24±2.57
Peso del residuo seco, g	78.32±0.76	77.28±0.89	76.81±0.26
Volumen de leche, ml	450±4.56	430±2.66	440±5.37
Litros/kg de sólidos	4.5 - 5.0	4.3 - 5.0	4.4 - 5.0
pH*	6.50	6.50	6.40
Sólidos totales, %	4.66±0.10	4.69±0.03	4.98±0.07
Grasa, %	2.90±0.10	2.84±0.21	2.80±0.15
Cenizas, %	0.17±0.01	0.24±0.01	0.29±0.01
Proteína, %	1.08±0.02	1.11±0.04	1.28±0.05
Rendimiento, %**	21.14±0.61	20.68±0.22	22.58±0.56
Media del análisis sensorial	3.73	3.78	3.69

\*Estable por lo menos 15 días

\*\*Volumen extraído x % sólidos en leche/volumen extraído x % sólido total + g residuo seco x 100

No se encontró ninguna influencia sobre la extracción de sólidos totales, grasa, proteína y cenizas, así como en rendimiento al variar el tiempo de remojo (hrs) y tiempo de licuado (min) de 12/4 a 6/6 y 4/10, a pesar de un ligero pero significativo aumento en la semilla remojada por 4 hrs y licuada por 10 minutos. Similares condiciones de extracción aplicadas a semillas ligeramente tostadas dieron extracciones de 3.0 a 3.4% de sólidos totales. Debido al bajo porcentaje de sólidos, grasa y proteína en la leche preparada de la semilla ligeramente tostada no se presentan estos datos. Muy probablemente la tostación redujo significativamente la solubilidad de los componentes de la semilla, ya sea por denaturación de la proteína o por reacciones entre carbohidratos y proteínas. Esta observación es común en situaciones similares.

Las condiciones de extracción se modificaron con el fin de incrementar el porcentaje de sólidos totales y nutrientes de la leche de morro, utilizando semilla secada al sol, cambiando la relación líquido/semilla de 5/1 a 4/1.

En la Tabla 5 se muestra el promedio de los datos del análisis de la leche elaborada utilizando diversas soluciones de extracción. Se puede observar lo siguiente:

La cantidad de sólidos totales de las leches se encontró diferencia significativa entre las cinco muestras (F = 442.86 > F α3.48). La leche obtenida mediante extracción con solución salina 0.5% y buffer pH 8.5 fue la de mayor porcentaje de sólidos totales (9.8±0.32%), seguida por buffer pH 8.5 (8.7±0.04%), buffer pH 7.8 (6.3±0.03%), solución salina 0.5% (6.3±0.02%), y por último la extracción con agua de pH 7.3 con 5.9±0.01%.

TABLA 5  
Análisis de la leche de morro extraída con diferentes soluciones

	Semilla secada al sol				
	Extracción				
	Agua pH 7.3	Buffer pH 7.8	Buffer pH 8.5	Soln. Salina 0.5%	Soln. Salina 0.5% + Buffer pH 8.5
Muestra, g	100 ± 0.05	100 ± 0.05	100 ± 0.05	100 ± 0.5	100 ± 0.5
Tiempo de remojo, hrs	4	4	4	4	4
Tiempo de licuado, min	10	10	10	10	10
Líquido/semilla	4/1	4/1	4/1	4/1	4/1
Peso del drenado, g	174.3±0.87	168.7±0.59	176.3±0.55	175.4±2.35	173.3±1.12
Peso residuo, g	198.1±1.49	178.3±4.47	206.7±3.91	228.4±6.86	190.1±1.73
Peso residuo seco, g	77.3±0.87	69.4±0.43	64.2±0.64	72.8±2.63	68.8±0.36
Volumen leche, ml	350±5.75	350±4.72	300±5.56	310±4.55	320±6.25
PH *	6.50	6.40	6.50	6.40	6.50
Sólidos totales, %	5.90.01	6.3±0.03	8.7±0.04	6.3±0.01	9.8±1.32
Grasa, %	3.3±0.15	3.4±0.21	4.1±0.15	3.4±0.18	4.4±0.21
Cenizas, %	0.28±0.02	0.37±0.01	0.47±0.01	0.34±0.01	0.57±0.01
Proteína, %	1.56±0.13	1.80±0.02	3.12±0.03	1.84±0.08	3.37±0.02
Rendimiento, %	21.0±0.45	24.2±0.21	28.9±0.22	21.0±0.38	34.9±0.69

\*Estable por lo menos 15 días

La cantidad de proteínas mostró ser significativamente diferente para las diferentes condiciones de extracción ( $F = 44.4 > F_{\alpha=3.48}$ ). Siendo la leche obtenida mediante extracción con solución salina 0.5% y buffer pH 8.5 la de mayor contenido de proteínas. Los porcentajes de proteínas en orden descendente fueron: solución salina 0.5% y buffer pH 8.5 (3.37±0.02%), buffer pH 8.5 (3.02±0.03%), buffer pH 7.8 (1.80±0.02%), buffer pH 8.5 (3.02±0.03%), buffer pH 7.8 (1.80±0.02%), solución salina 0.5% (1.84±0.08%) y por último agua de pH 7.3 con 1.56±0.13% de proteínas.

Los resultados del ANDEVA sobre el porcentaje de sólidos totales y proteínas revelan que se logra un aumento considerable en éstos al utilizar solución salina y buffer para llevar a cabo la extracción. Por lo tanto, el tratamiento con buffer y/o solución salina favorecen el rendimiento de sólidos totales y proteínas de la leche de morro. Además muestra que el tratamiento más adecuado es la combinación de solución salina y buffer de pH 8.5. Esto concuerda con los estudios sobre solubilidad de la proteína del fruto de morro (pulpa + semilla) realizados por Mendieta (7), pues al utilizar la solución salina se logra solubilizar a las globulinas y otras por el medio ligeramente básico, obteniéndose por lo tanto, un aumento en el porcentaje de proteínas solubles.

El rendimiento de extracción también se logra incrementar con las extracciones con buffer y/o solución salina. Se obtiene el rendimiento más alto al realizar la extracción con solución salina al 0.5% y buffer de pH 8.5. Correspondiendo el 34.91±0.69% a la leche de semillas secadas al sol. La cantidad de sólidos en la leche de morro es menor al de la leche de vaca, aunque contiene cantidades comparables de grasa y proteína.

Los rendimientos de residuo fueron menores lógicamente en las extracciones que produjeron mayor concentración de sólidos.

Se llevó a cabo un análisis químico proximal del residuo de la leche obtenida por extracción con solución salina al 0.5% y buffer de pH 8.5 cuyos resultados se describen en la Tabla 6. Según se observa, el residuo de la leche de semillas ligeramente tostadas contiene una mayor cantidad de proteínas (23.25±0.67%) y de grasa (25.31±0.32) que el residuo de las semillas secadas al sol (19.72±0.19%) de proteína y (21.43±0.32%) de grasa. Este subproducto es de interés para la industria de alimentos, pues es fuente de un aceite de digestibilidad casi del 100% y de proteína. Además puede ser utilizado como un sustituto de cereales para alimentación humana o animal, especialmente aves y como suplemento proteínico para raciones de cerdos y conejos.

TABLA 6  
Composición química proximal del residuo\* de extracción  
g/100 g en base seca

Componente	Semilla secada al sol	Semilla ligeramente tostada
Humedad del material	3.12±0.63	2.95 ±0.58
Extracto etéreo	21.43±0.46	25.31±0.32
Proteína (Nx6.25)	19.72 ±0.19	23.25 ±0.67
Cenizas	4.08 ±0.24	4.84±0.02

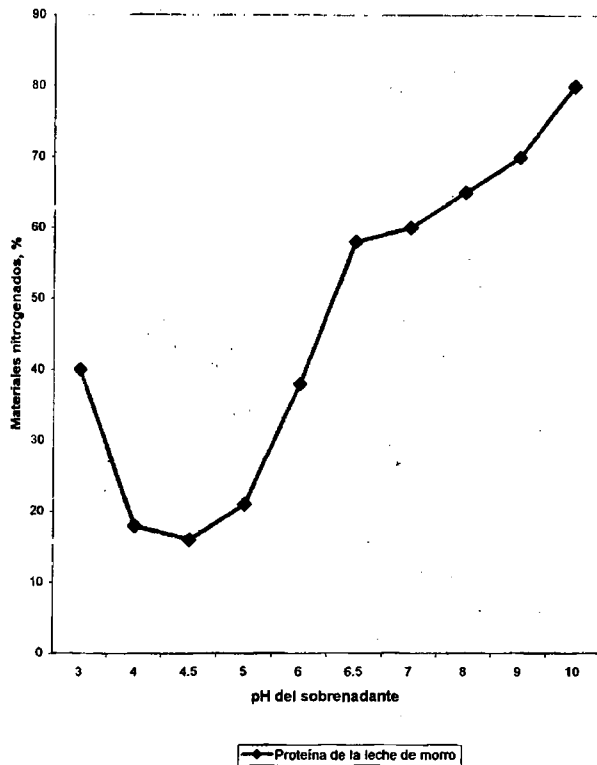
\*Residuo de la extracción con solución salina 0.5% y buffer pH 8.5

Cabe mencionar que el residuo de la elaboración de leche de morro posee un contenido de nutrientes mucho mayor que el de la leche de soya. El residuo de la leche de soya reporta apenas un 3.2% de proteína y 1.7% de grasa, mientras el residuo de la leche de morro a partir de semillas secadas al sol reporta 19.72% de proteína y 21.43% de grasa.

**Efecto del pH sobre sólidos solubles y proteínas de la leche de morro**

Para esta prueba se utilizó la leche elaborada con semillas secadas al sol y extracción con solución salina al 0.5% y buffer de pH 8.5. Se agregó a la leche HCl 0.5 N o NaOH 0.5N para llevarla desde un pH 3 hasta un pH 10, centrifugando las muestras de cada pH para separar los materiales insolubles y analizar el nivel de proteína y sólidos solubles en el sobrenadante. Los resultados y condiciones de esta prueba se resumen en la Figura 2.

**FIGURA 2**  
Solubilidad de la proteína de la leche de morro



En la Figura 2 se observa que entre pH 8 y 10 aproximadamente el 80% de las proteínas se encuentran en forma soluble. Sin embargo, la solubilidad decrece rápidamente en la región ácida, hasta encontrar entre pH 4 y 5 su menor solubilidad. El ANDEVA realizado muestra que existe diferencia significativa ( $F = 669 > F \alpha = 2.3928$ ) entre el contenido de proteínas de cada sobrenadante. En base a la gráfica se deduce que la utilización de buffer es adecuada para la

extracción acuosa de proteínas, pues en la región básica se encuentra la mayoría de proteínas en forma soluble.

El comportamiento de los sólidos solubles con respecto a pH que no se presentan, fue similar al de la proteína o sea que a mayor precipitación de la proteína se encontraba menos cantidad de sólidos solubles en el sobrenadante. El ANDEVA realizado muestra que hubo diferencia significativa ( $F = 33.95 > F \alpha = 2.3928$ ) en el porcentaje de sólidos de cada sobrenadante.

**Aceptabilidad de la leche de morro**

Prueba con leche de soya: Se realizó una prueba sensorial con leche de soya y las dos variedades de leche de morro con un panel entrenado. Esta prueba revela, tal como se muestra en la Tabla 7, que la leche de semilla secada al sol es significativamente más aceptada que las otras muestras, y la de semilla ligeramente tostada no fue significativamente más aceptada que la leche de soya, es decir, que la leche de semilla ligeramente tostada tiene una aceptación similar a la leche de soya. Para realizar esta prueba se elaboró, siguiendo el método de Illinois, leche de soya con la variedad Cristalina, que es la variedad que se cosecha en Guatemala.

**TABLA 7**  
Prueba sensorial. Escala hedónica de 9 puntos

	Leche de soya	Leche de vaca
Número de panelistas	13	13
Media de la leche referencia	3.76	7.70
Media de la leche de semilla de morro ligeramente tostada	4.26	4.60
Media de la leche de semilla de morro secada al sol	5.89	5.70

\*Muestras de la extracción con solución salina 0.5% y buffer pH 8.5.

*Prueba con leche de vaca:* Este análisis sensorial se realizó con el objeto de determinar cómo se encuentra la leche de morro en comparación con la leche de vaca, para lo cual se utilizó leche fluida de ganado Jersey. Los resultados de la prueba (Tabla 7) muestran que la leche de vaca es significativamente más aceptada que las otras muestras, y que la variedad de semilla secada al sol fue significativamente más aceptada que la leche de semilla tostada, que fue la menos aceptable. La leche de vaca obtuvo un puntaje de 7.7 («Gusta mucho») y la leche de morro de semilla secada al sol recibió un puntaje de 5.7 («Gusta ligeramente»), lo que es indicativo que con un proceso de elaboración tecnificado y llevando a cabo una formulación adecuada a los gustos locales se obtendría un producto con gran comercialización y de buenas características organolépticas y nutricionales.

Las dos pruebas sensoriales llevadas a cabo confirman nuevamente que la leche de morro con mejores características organolépticas es la de semilla secada al sol.

## REFERENCIAS

1. Amaya H. Horchatas elaboradas en El Salvador. San Salvador, Imprenta Nacional. 1986;pp. 23-32.
2. Guzmán D. Especies útiles de la flora salvadoreña. Ministerio de Educación. San Salvador. Pp. 384-385.
3. Mendieta R. Evaluación química y nutricional de la pulpa y semilla del fruto de morro, sometido al proceso de secado en horno. Tesis Magister Scientifiae, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. INCAP/CESNA. Guatemala, 1985;44.pp.
4. Gómez-Brenes R y Bressani R. Evaluación nutricional del aceite y de la torta de la semilla de jícara o morro (*Crescentia alata*). Arch Latinoamer Nutr 1973;23: 225-243.
5. Gómez-Brenes R, Contreras I, Braham J y Bressani R. Evaluación química de harinas de morro o jícara (*Crescentia alata*) preparadas por ensilaje y/o deshidratación. Arch Latinoamer Nutr 1980;30:253-256.
6. Meyrat A. Pruebas preliminares de siembra directa de jícara (*Crescentia alata*) en sabana de vertisol. Nicaragua, Documento no publicado. 1985.
7. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. Edited by S. Williams. Published by the AOAC, Inc. USA 1984;1015 p.
8. Nelson A, Seinberg M y Wei L. Illinois process for preparation of soymilk. J Food Sci. 1976.;41: 57-61.
9. Watts B, Ylimal G, Jeffery L y Elías LG. Métodos sensoriales básicos para la evaluación de alimentos. Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo, Ottawa, Canada. 1988;170 p.
10. Mendehall W, Scheaffer R, Wackerly D. Estadísticas con aplicaciones. México. Grupo editorial Iberoamericano, S. A. de C. V. 1986;527-536; 700-709.
11. Gómez-Brenes R, Contreras I, Fernández B, Braham E y Bressani R. Estudios sobre la separación de la semilla de morro o jícara (*Crescentia alata*). Arch Latinoamer Nutr 1980;30: 336-352.

Recibido:17-08-1999

Aceptado:16-03-2000