ESTUDIOS SOBRE LA SEPARACION DE LA SEMILLA DE MORRO O JICARO (*Crescentia alata*)[1]

Roberto A. Gómez-Brenes,[2] *Irma Contreras,*[3] *Carlos Enrique Amézquita,*[4] *J. Edgar Braham*[5] *y Ricardo Bressani*[6]

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

RESUMEN

El propósito del presente trabajo fue el de establecer una técnica sencilla y eficiente para separar la semilla del fruto de morro. Hasta la fecha, la técnica que se usa para obtener estas semillas es rudimentaria y limita su disponibilidad en el mercado.

Manuscrito modificado recibido: 16–5–80.

1 Este trabajo forma parte de la tesis de Irma Contreras, previo a optar al título de *Magister Scientificae*, y se llevó a cabo con ayuda financiera de la Research Corporation (Subvención No. PN-740), con sede en la ciudad de Nueva York, EUA.

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 Asistente de laboratorio de la misma División.

5, 6 Jefe Asistente y Jefe de la División en referencia, Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP), Guatemala, Guatemala, C. A.

Publicación INCAP E–996.

En el estudio aquí descrito se maceraron los frutos de morro sin cáscara (pulpa más semilla) con las enzimas ultrazym 100, macerozimasa, celulasa y una mezcla de las tres enzimas con el objeto de hidrolizar la pulpa y liberar la semilla. Se ensayaron diferentes tiempos y temperaturas de maceración así como de agitación mecánica para favorecer la acción enzimática sobre la pulpa. Los rendimientos obtenidos con este sistema no fueron satisfactorios, ya que se obtuvo como máximo solamente el 40% de semilla separada. Por este motivo, se sometió a prueba otro proceso que rindió el 100% de separación de las semillas y se obtuvo también la pulpa como subproducto.

Este último proceso, que puede ser aplicado industrialmente, consiste en macerar con agua durante 8 horas los frutos de morro homogenizados y luego pasarlos por el finalizador del pulpero cuyas aspas, al girar, separan la semilla de la pulpa, la cual se obtiene aparte en forma de puré.

Este proceso tiene la ventaja de su rapidez para obtener la semilla. Además, queda la pulpa como subproducto, y ésta puede ser utilizada para propósitos de alimentación animal o para preparar ensilajes con materiales fibrosos, ya que es rica en carbohidratos solubles.

INTRODUCCION

Uno de los problemas primordiales con que se enfrentan las poblaciones de los países en vías de desarrollo es la disponibilidad insuficiente de alimentos ricos en proteína y energía.

En Centroamérica existen numerosos recursos naturales de uso potencial, tanto para consumo humano como para la alimentación animal. Dichos recursos no se utilizan o se emplean muy poco, sin embargo, debido principalmente a la falta de conocimientos adecuados sobre su composición química, valor nutritivo y formas de procesamiento para su industrialización. Ejemplo de estos recursos naturales lo constituye el morro o jícaro *(Crescentia alata)*, cuya semilla rica en proteína y aceite es utilizada en algunos países del área centroamericana únicamente para preparar refrescos en forma de horchata. Hasta el momento no se le ha dado ningún uso a la pulpa. Estudios previos (1) han demostrado que la semilla carece de toxicidad y que su aceite tiene una digestibilidad comparable al de soya o al del algodón. Sin embargo, su uso industrial como fuente de proteína y aceite todavía no ha sido explotado debido a dos factores. El primero de ellos es la falta de estudios agronómicos apropiados para fomentar su cultivo en gran escala, ya que esta planta crece silvestre y no se le ha prestado la atención necesaria. El segundo es el proceso rudimentario que se utiliza para

extraer la semilla del fruto, el cual consiste en lavar los frutos con abundante agua hasta que la semilla quede liberada de la pulpa fibrosa. Este proceso es sumamente costoso y lento, lo que se traduce en una baja disponibilidad de la semilla en el mercado.

A partir de las consideraciones anteriores, se inició el presente trabajo con miras a desarrollar una técnica que permitiese la separación de las semillas de morro a escala industrial para aumentar su disponibilidad en el mercado y poderlas utilizar como fuente de proteína y aceite. Esto, a su vez, estimularía el interés de los sectores agrícolas en fomentar su cultivo.

MATERIALES Y METODOS

1. *Muestras*

Se utilizó el fruto de morro o jícaro *(Crescentia alata)* proveniente del Departamento de Zacapa, Guatemala. Los frutos verdes fueron transportados a los laboratorios del INCAP, donde se esparcieron sobre tablas de madera, dejándolos madurar al sol durante un período de 15 días.

Al alcanzar el grado de madurez deseado, se cortaron los frutos con una sierra y se recolectó la pulpa con la semilla. Esta, después de ser homogenizada en un molino de discos, se utilizó para efectuar las pruebas de separación de las semillas y los análisis químicos.

2. *Balance de Materiales*

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

3. *Separación de la Semilla y la Pulpa del Fruto de Morro Mediante Tratamientos Enzimáticos*

Para este propósito se utilizaron las siguientes enzimas: ultrazym 100, enzima pectinolítica (Ciba-Geigy, S. A. Basel/Suiza), macerozimasa y celulasa derivadas del *Rhizopus* sp. y *Trichoderma viridi*, respectivamente (Yakult Biochemicals Co. Ltd., Japón).

Primer experimento

Se sometieron a maceración enzimática, muestras del fruto de morro entero sin cáscara (pulpa + semilla) homogenizadas, por el término de 72 horas a temperatura ambiente de 22°C, y a un pH de 4.5, empleando una relación de sólido-líquido de 1:2.4 y 1:2, respectivamente.

Tratamiento 1. Ultrazym 100 – Se tomaron 5 muestras de fruto homogenizado de 250 g cada una, y se trataron con la enzima ultrazym 100 en concentraciones de 0, que sirvió de control, y de 4×10^{-4}, 6×10^{-4}, 8×10^{-4} y 1×10^{-3} g % p/p, en ese orden.

Tratamiento 2. Macerozimasa – Un segundo tratamiento se realizó con 4 muestras de 100 gramos cada una de fruto homogenizado, utilizando la enzima macerozimasa en concentraciones de 1×10^{-1}, 2.5×10^{-1}, 5×10^{-1} y 1 gramo % p/p.

Tratamiento 3. Celulasa – En este caso se tomaron muestras de fruto homogenizado de 100 g cada una, sometiéndolas a maceración enzimática con la enzima celulasa en concentraciones de 1×10^{-1}, 2.5×10^{-1}, 5×10^{-1} y 1 gramo % p/p.

Segundo experimento

1. En este segundo ensayo con tratamiento enzimático, se utilizaron muestras que guardaban una relación de sólido-líquido de 1:4, a la temperatura de 35°C, y a un pH de 4.5, aplicando agitación mecánica y concentraciones enzimáticas de 4×10^{-3} g % para la ultrazym 100, y de 1% p/p para las enzimas celulasa y macerozimasa. En este experimento se varió los tiempos de maceración, tomando períodos de 3, 24, 36 y 48 horas.

2. Se tomaron otras cuatro muestras, las cuales fueron tratadas con mezcla de las tres enzimas (ultrazym 100, celulasa y macerozimasa) en concentraciones y en condiciones experimentales igual que en la primera parte de este segundo experimento.

Tercer experimento

Se realizaron cinco ensayos, tomando muestras homogenizadas del fruto (pulpa + semilla) en cantidades de 8 kg para cada ensayo, con una relación de sólido-líquido de 1:4 y un pH de 4.5. Estas muestras se trataron en la forma siguiente:

1. Una muestra fue macerada sólo con agua durante 8 horas

a la temperatura ambiente de 22°C, y se utilizó como control.

2. La segunda muestra se maceró con agua durante 8 horas a la temperatura de 50°C.

3. La tercera muestra recibió el tratamiento anterior (No. 2), pero con agitación mecánica.

4. La cuarta muestra fue macerada durante 8 horas, con una solución de la enzima celulasa al 1°/o p/p, a la temperatura de 50°C y con agitación mecánica.

5. El tratamiento de la quinta muestra fue igual al del ensayo No. 4, pero sin agitación mecánica.

Cuarto experimento

Se tomaron ocho muestras del fruto (pulpa y semilla) homogenizadas, en cantidades de 4 kg para cada ensayo, con una relación de sólido-líquido de 1:4. De éstas, cuatro muestras fueron maceradas sólo con agua, y las otras cuatro se maceraron con la enzima celulasa al 1°/o p/p, a temperatura ambiente, por períodos de 2, 4, 6 y 8 horas, sin agitación mecánica y a un pH de 4.5.

Todas las muestras del tercer y cuarto experimento, después de someterse a los tratamientos enzimáticos, se procesaron en el finalizador del pulpero, modelo Sterling (Speed-trol). Este se encuentra formado de un alimentador donde el material es removido por un tornillo sin fin; luego el material pasa al interior de una camisa de malla donde la semilla es expulsada hacia el extremo de la entrada por aspas que se mueven según la velocidad aplicada. La pulpa sale por los poros de la malla, en forma de puré, y éste se recolecta por un orificio de salida, situado en el centro de la máquina. Para tal propósito se utilizó una velocidad de 2,000 rpm, cuidando de no sobrecargar el alimentador, para evitar el recalentamiento del motor.

4. *Métodos Químicos*

El análisis químico proximal de los materiales estudiados se llevó a cabo utilizando los métodos oficiales de la AOAC (2).

RESULTADOS Y DISCUSION

1. *Balance de Materiales*

Los resultados del balance de las fracciones anatómicas en el fruto de morro o jícaro se detallan en la Tabla 1, en la que se

TABLA 1

BALANCE DE MATERIALES Y RENDIMIENTOS DE PROTEINA Y ACEITE/MANZANA* CULTIVADA CON ARBOLES DE MORRO

	Fruto		Fracciones anatómicas		
	Cáscara	(Pulpa + semilla)	Cáscara	Pulpa	Semilla
Pesos promedio, g	270	151	119	84	67
% Distribución en base a:					
fruto con cáscara	100	56	44	—	—
fruto sin cáscara	—	100	—	56	44
Rendimientos en base fresca**					
por árbol (750 frutos/año), kg**	202	113	89	63	50
por manzana (150 árboles), kg**	30,300	16,950	13,350	9,450	7,500
por manzana, en base seca, kg	—	5,085	10,680	2,835	2,250
aceite prod./manzana, kg	—	854	—	112	742
proteína prod./manzana, kg	—	950	—	388	562

* Una manzana = 0.7 de hectárea.

** La cantidad de frutos/árbol y el número de árboles/manzana es un dato obtenido de los agricultores centroamericanos que se dedican a este cultivo. Los datos restantes se obtuvieron por cálculo, basados en la distribución porcentual y en el análisis químico de las fracciones anatómicas del fruto.

aprecian los pesos promedio de cada fracción. Se obtuvieron pesos promedio de 270 g para el fruto completo; 151 g para la pulpa más semilla; 119 para la cáscara, 84 g para la pulpa y 67 g para la semilla. Además, se calculó la distribución porcentual del fruto sin cáscara y de la cáscara sola, en relación al fruto entero con cáscara, correspondiendo el 44% a la cáscara y el 56% a la pulpa más semilla. En este último material (pulpa + semilla) el 56% corresponde a la pulpa y el 44% a la semilla, calculado todo en base fresca.

Para formarse una idea acerca del potencial económico y nutricional de este cultivo, se consideró de interés incluir en esta discusión las siguientes consideraciones:

Cada árbol de morro produce un promedio de 750 frutos por año (3). Por lo tanto, cada árbol ofrece anualmente 202 kg de fruto con cáscara y 113 kg de material comestible, de los cuales 63 kg son de pulpa rica en carbohidratos solubles y 50 kg son de semilla rica en proteína y aceite.

Se ha calculado que en una manzana[7] de terreno bien pueden cultivarse sin ningún problema, 150 árboles de morro, de modo que una manzana dedicada a este cultivo rendiría 16,950 kg de pulpa + semilla (material fácilmente ensilable), de los cuales 7,500 kg serían sólo de semilla y 9,450 kg de pulpa; todo este material tendría aproximadamente 70% de humedad. Calculando estos rendimientos en base seca podría obtenerse 5,085 kg de material comestible (pulpa + semilla) por manzana, de cuyo total 2,250 kg serían de semilla y 2,835 kg de pulpa seca.

Estudios previos realizados por Gómez-Brenes y Bressani (1), y confirmados en la presente investigación, demostraron que la semilla seca de morro posee 33% de aceite y 25% de proteína. En otras palabras, una manzana cultivada de morro rendiría potencialmente 742 kg de aceite y 562 kg de proteína aptos para consumo humano, procedentes únicamente de la semilla. Del fruto entero, sin cáscara, podría obtenerse 854 kg de aceite y 950 kg de proteína aptos para consumo animal, ya que este material en base seca contiene 16.8% de extracto etéreo, y 18.8% de proteína; esta cantidad de nutrientes es superior a la que acusan muchos cultivos tradicionales del área centroamericana (4). Cabe mencionar que estos datos y cálculos se refieren tan sólo a la variedad *alata* y no a otras variedades, como la *cujete*, que tienen menor cantidad de

---

7 Una manzana= 0.7 de hectárea.

semillas. Además, también es de interés considerar la cantidad de cáscara producida por manzana, la cual sería alrededor de 11.6 toneladas secas. Estas podrían ser perfectamente utilizadas como combustible, ya que este material produce 4.4 Kcal/g dando un total de aproximadamente 44,352,000 Kcal/manzana (o sea el equivalente a 1,344 galones de Diesel ó 1,265 galones de Bunker) lo que haría más económico el procesamiento del material comestible.

2. *Composición Química*

La composición química proximal del fruto de morro y sus fracciones anatómicas, cáscara, 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 la mayor cantidad de grasa (36.2%) y de proteína (27.1%). La pulpa contiene 4.3% de grasa y 11.8% de proteína, mientras que la cáscara solamente contiene 0.6% y 2.1% de grasa y proteína, respectivamente. De los otros compuestos, cenizas y carbohidratos totales, la pulpa es la

TABLA 2

COMPOSICION QUIMICA PROXIMAL DEL FRUTO DE MORRO Y SUS FRACCIONES ANATOMICAS
(g% en base seca)

	Fruto sin cáscara	Fracciones anatómicas		
	(Pulpa + semilla)	Cáscara	Pulpa	Semilla
Humedad del material fresco	68.5	20.0	72.0	50.0
Extracto etéreo	16.8	0.6	4.3	36.2
Fibra cruda	11.4	34.4	9.3	18.2
Proteína (N x 6.25)	18.8	2.1	11.8	27.1
Cenizas	6.3	1.6	7.8	3.5
Carbohidratos totales*	46.7	61.3	66.8	15.0

* Obtenidos por diferencia.

fracción que contiene la mayor cantidad de ellos, 7.8 y 66.8%; la semilla contiene 3.5 y 15.0%, y la cáscara, 1.6 y 61.3%, respectivamente. La cáscara es la fracción de mayor contenido de fibra cruda (34.4%), mientras que la pulpa y la semilla contienen 9.3 y 18.2%, respectivamente.

En el fruto sin cáscara (pulpa + semilla), la semilla es la que aporta la mayor cantidad de grasa, fibra cruda y proteína. La fibra cruda se encuentra en la semilla formando la cubierta de cada una de ellas, razón por la que cuando se extrae el aceite y se tamiza la torta residual se obtiene una harina que contiene 54% de proteína y 8.8% de fibra (1). La pulpa aporta la mayor cantidad de minerales y carbohidratos totales al fruto sin cáscara. Como puede observarse, el fruto entero sin cáscara, o la pulpa residual después de separar la semilla, son materiales factibles de utilizar en la nutrición animal para la alimentación de cerdos y aves. La cáscara podría usarse como relleno en raciones destinadas a rumiantes o como combustible, ya que contiene muy poca cantidad de proteína, grasa y minerales y un alto contenido de fibra cruda y extracto libre de nitrógeno.

3. *Separación de las Semillas y de la Pulpa por Tratamientos Enzimáticos*

Como se indicó en la Sección "Materiales y Métodos", se realizaron cinco experimentos para la separación de la semilla de morro, cuyos resultados se describirán y discutirán siguiendo el orden expuesto en dicha Sección. En la Figura 1 se resumen los resultados y las condiciones experimentales de las primeras pruebas realizadas a nivel de laboratorio para separar las semillas del fruto de morro aplicando las enzimas ultrazym 100, macerozimasa y celulasa a diferentes concentraciones.

El porcentaje de separación de semilla se determinó decantando el líquido con la pulpa hidrolizada y recolectando las semillas que quedaban en el fondo del recipiente. Bajo estas condiciones, el mejor efecto de separación se obtuvo al utilizar una concentración de 8×10^{-4} g % para la ultrazym 100, y a 1.0 g % para la macerozimasa y celulasa. En la Figura se aprecia, asimismo, que el mejor rendimiento de semilla separada se obtuvo con la celulasa, alcanzando hasta 35.5% de separación, en contraste con la ultrazym 100 y la macerozimasa, enzimas con las que se obtuvo solamente 29.5 y 25% de semilla separada, respectivamente.

Para el segundo ensayo de separación de las semillas, se

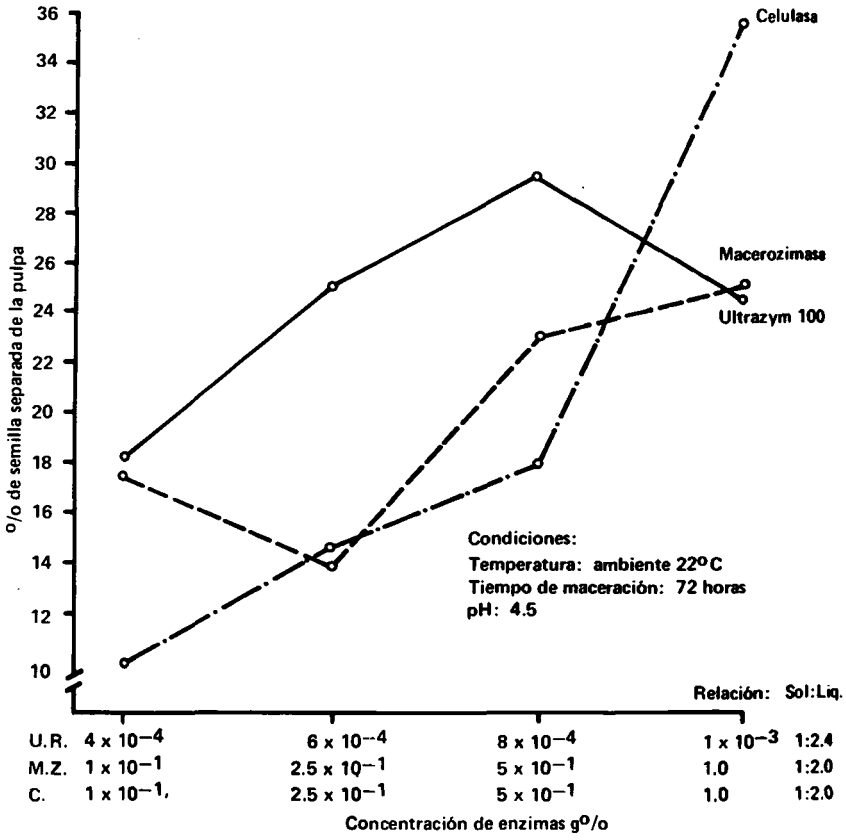

FIGURA 1

Efecto de diferentes concentraciones enzimáticas sobre la separación de semillas del fruto de morro

utilizaron las mismas enzimas del primer experimento, pero en condiciones diferentes. Además, se empleó también una mezcla de las tres enzimas con el propósito de observar un posible sinergismo entre ellas que favoreciera la hidrólisis de la pulpa y la separación de la semilla. Los resultados obtenidos y las condiciones utilizadas se exponen en la Figura 2. Los resultados demuestran que bajo estas condiciones, en ninguna de las muestras se logró separar las semillas, a las 3 horas de maceración. A las 24 horas se obtuvieron valores de 24% para la macerozimasa, 35% para la ultrazym 100, 40% para la celulasa, y 36% para la mezcla de las tres enzimas, demostrando la celulasa, como en el caso anterior, un mejor

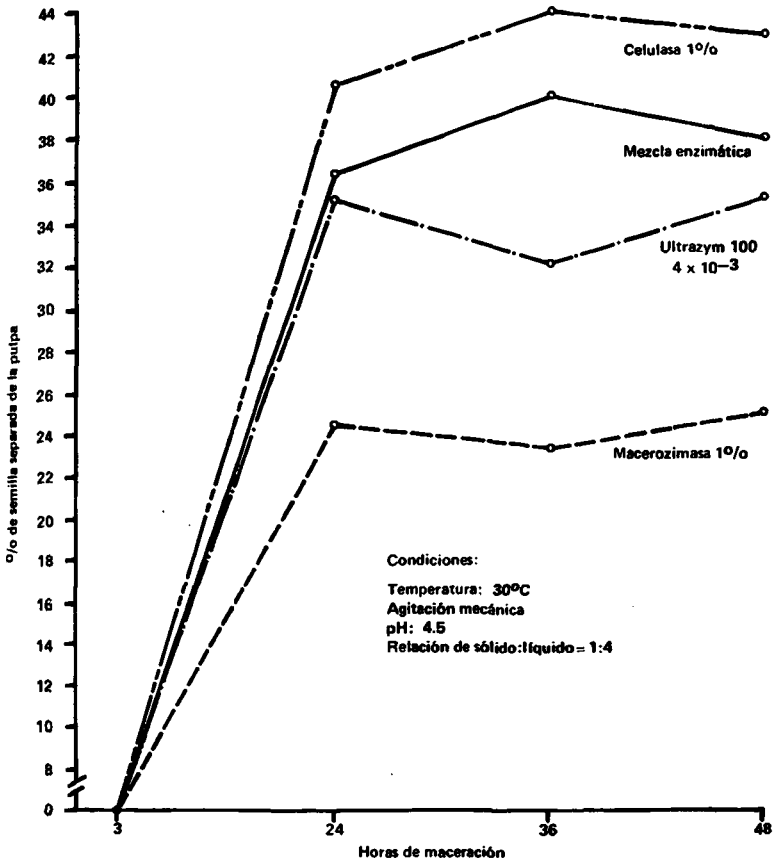

FIGURA 2

Efecto del tiempo de maceración con diferentes enzimas sobre la separación de semillas del fruto de morro

efecto de hidrólisis. La prolongación del tiempo de maceración enzimática en las mismas condiciones, no favoreció significativamente la separación de las semillas.

En el tercer experimento se llevaron a cabo cinco ensayos con muestras del fruto de morro homogenizado, utilizando el finalizador del pulpero para la separación mecánica de las semillas. En los cinco ensayos realizados se logró separar de las muestras el total de las semillas, lo que permitió recuperar la pulpa en forma de puré,

originando así, el método aquí propuesto para la separación de las semillas, y el cual será discutido a fondo más adelante.

El cuarto experimento tuvo por objeto determinar el tiempo de remojo mínimo para obtener el mayor porcentaje de semilla separada con el finalizador del pulpero, ya que en el experimento anterior se habían utilizado 8 horas de remojo. Para esta finalidad se utilizó remojo con agua y con solución de celulasa al 1.0% durante 2, 4, 6 y 8 horas. Los resultados obtenidos se presentan gráficamente en la Figura 3, donde se muestra que el porcentaje de semilla separada fue aumentando a medida que el tiempo de remojo aumentaba hasta alcanzar el máximo a las 8 horas.

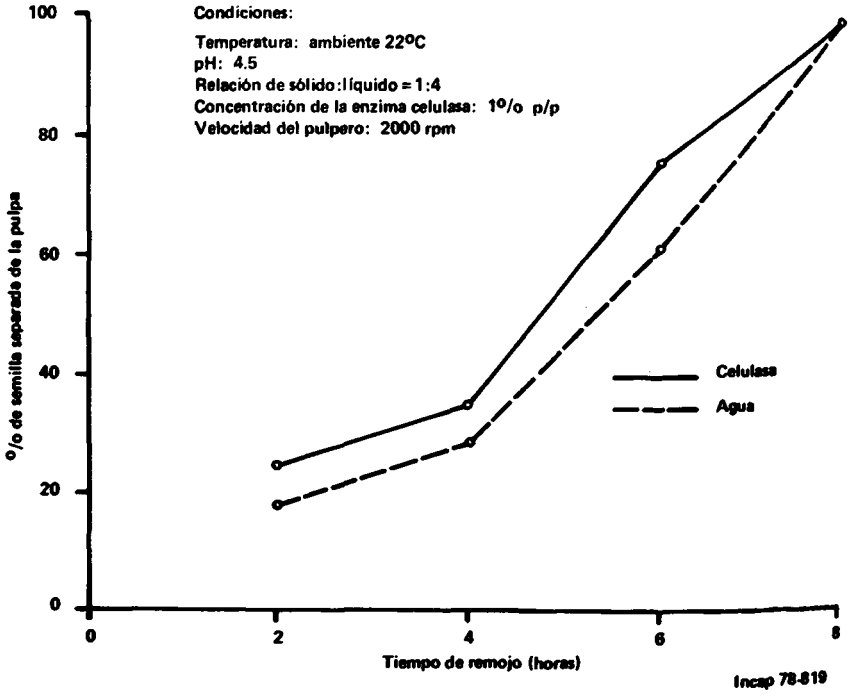

FIGURA 3

Efecto del tiempo de maceración del fruto de morro con celulasa o agua sobre el porcentaje de recuperación de semilla con el pulpero

Pudo determinarse que el tiempo de remojo del fruto homogenizado es un factor muy importante para la separación de la semilla, ya que experimentalmente se comprobó que cuando el tiempo de remojo o maceración es menor, las muestras con o sin tratamiento enzimático ocasionan dificultades en el funcionamiento del pulpero. Estas dificultades en el pulpero se deben principalmente a que las aspas que giran dentro del cilindro de malla, tienden a detener su rotación cuando la pulpa no está lo suficientemente suave para presionarla contra la malla y expulsarla en forma de puré. Al aumentar a 8 horas el tiempo de remojo, no surgieron estas dificultades, pudiéndose separar el total de las semillas rápidamente.

4. *Proceso Industrial Propuesto para Separar la Semilla de la Pulpa del Fruto de Morro*

El método para separar la semilla del fruto de morro se presenta en la Figura 4. Para este propósito el fruto maduro se quiebra en un molino de quijadas, separando luego la cáscara de la pulpa que contiene la semilla. Seguidamente la pulpa se homogeniza en un molino de discos, con el objeto de romperla y liberar la semilla. A continuación se coloca una cantidad de material homogenizado en un recipiente con agua, en una relación de sólido-líquido de 1:4, se deja macerar durante 8 horas como mínimo, pasándolo después por el finalizador del pulpero a una velocidad de 2,000 rpm, cuidando de no sobrecargar el alimentador del aparato, a fin de evitar el calentamiento excesivo del motor. Con este proceso se obtiene, por un lado, la semilla, y por otro, la pulpa homogenizada y diluida formando una especie de melaza o puré. Si fuese necesario, las semillas separadas se lavan con agua para eliminar algunos vestigios de pulpa que quedan adheridos a las semillas y después se secan al sol o bien en un horno a la temperatura de 50°C. Las semillas obtenidas con el pulpero contienen aproximadamente 50% de humedad, la que decrece a 8% al secarlas al sol o en el horno a 50°C.

A pesar de que en este trabajo se utilizó el pulpero para obtener la semilla, la compra de este equipo no es absolutamente necesaria, ya que con un poco de imaginación puede fabricarse un aparato similar, a un costo reducido. Básicamente, ese aparato consistiría de un tonel de metal cuyas paredes estén perforadas con agujeros lo suficientemente grandes para que pase a la parte exterior el puré de la pulpa, pero que impida el paso de las semillas. Dentro del tonel pueden girar aspas de madera sostenidas por un eje cuya

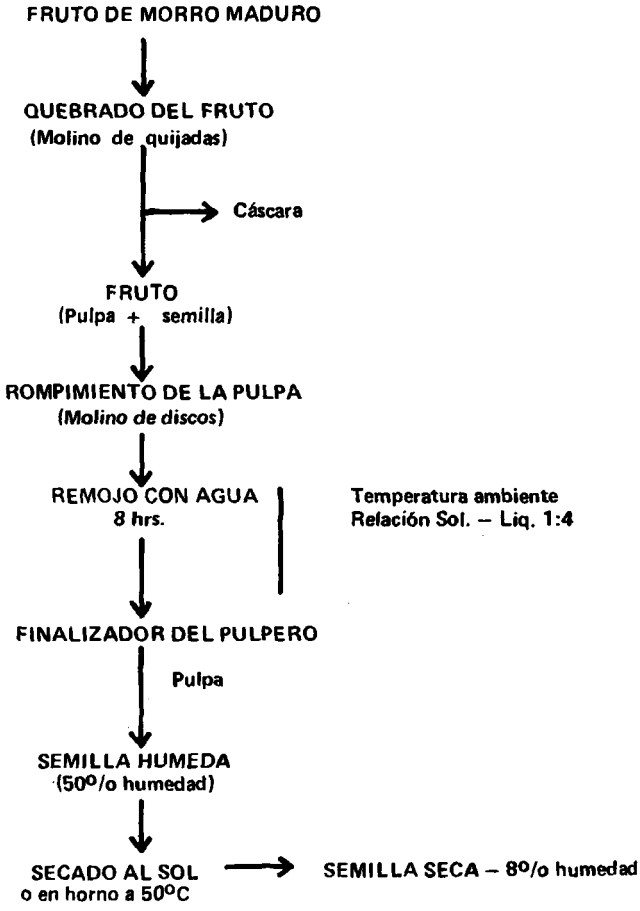

FIGURA 4

Diagrama de flujo para la separación de la semilla y de la pulpa del fruto de morro

función sería presionar la mezcla de pulpa con semilla, contra las paredes perforadas del tonel, con el objeto de que la pulpa pase al exterior y se conserve la semilla en el interior del aparato. Todo el equipo puede colocarse en una forma horizontal a fin de facilitar la operación. Este equipo puede ser similar a un tostador rotatorio, pero con los cambios antes mencionados para cumplir la función de separar la semilla de la pulpa.

Este proceso tiene la ventaja sobre el método tradicional de que además de la mayor velocidad con que se obtiene la semilla, la pulpa rica en carbohidratos no se pierde, y puede así ser usada directamente para alimentación animal o para preparar ensilajes con materiales fibrosos menos ricos en carbohidratos solubles. Consideramos que, de esta forma, se favorecería la fermentación anaeróbica durante el ensilaje, y se le daría a los alimentos un sabor y olor más agradables.

SUMMARY

STUDIES ON THE SEPARATION OF MORRO OR JICARO *(Crescentia alata)* SEEDS

The purpose of this investigation was to develop a simple and efficient technique to separate the seeds from the pulp of the morro *(Crescentia alata)* fruit. Present techniques are inefficient and time-consuming, a fact which decreases the availability of the seed in the market and its further processing. The results indicate that the whole fruit weighs an average of 270 g, of which the husk represents 119 g, the pulp 84 g, and 67 g of seeds. On a dry-weight basis, the seeds contain 36.2% oil and 27.1% protein.

In the present study, homogenates of the fruit without husk (pulp and seeds) were treated with various enzymes, either alone or in combination as a means to speed-up seed liberation. Enzyme treatment was performed at different times and temperatures with mechanical shaking to favor enzymatic hydrolysis. The seed yields applying the above mentioned system were not satisfactory, since the maximum yield of seed was approximately 40%. Treatment of the pulp and seed with cellulose and a soaking time of 8 hours before passing the homogenate through a pulper gave a 100% yield of seeds, and the pulp as a purée. This last process is relatively fast and the pulp can be processed further as an animal feed.

Information is also presented on the potentialities of the morro fruit as a source of oil, protein and by-products for use in animal industry.

BIBLIOGRAFIA

1. Gómez Brenes, R. A. & R. Bressani. Evaluación nutricional del aceite y de la torta de semilla de jícaro o morro *(Crescentia alata)*. Arch. Latinoamer. Nutr., 23: 225-242, 1973.
2. Association of Official Agricultural Chemists. Official Methods of Ana-

lysis of the AOAC. 11th ed. Washington, D. C., The Association, 1970, 1015 p.

3. Comunicación personal con agricultores centroamericanos, 1975.
4. Bressani, R., J. Jarquín, R. A. Gómez-Brenes, L. G. Elías, J. E. Braham & M. Flores. **Tabla de Composición de Pastos, Forrajes y otros Alimentos de Centro América y Panamá.** 1a. ed. Guatemala, Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, 1968, 153 p.