

# **Posibilidades tecnológicas en la industrialización del Mango verde** (*Mangifera indica L.*)

JOSÉ FÉLIX CHÁVEZ\* Y NIKITA CZYHRINCIW\*\*

## INTRODUCCION

Esencialmente constituye el mango una de las frutas tropicales más gustadas y apreciadas en nuestro país. Su consumo está referido casi exclusivamente a su época de cosecha, es decir, a los meses comprendidos entre abril y agosto. Pueden localizarse ciertas variedades de mangos fuera de tiempo, pero en cantidad más bien escasa.

En Venezuela la especie se da en casi todas las regiones, obteniéndose óptimas cosechas en aquellas donde un largo período de sequía precede a la estación lluviosa. El mango es de consumo generalizado en todas las esferas sociales de nuestro medio y representa una excelente fuente popular de vitamina C y de provitamina A. Crece frecuentemente silvestre y con algunas excepciones, en el más completo abandono. Lo encontramos principalmente en el Zulia, Llanos, Oriente, Andes y Centro de la República, formando en estas dos últimas regiones verdaderos bosques.

El mango puede ser conservado al natural bajo ciertas condiciones o procesado por varios procedimientos convencionales de la tecnología. Para algunas frutas, ciertas cantidades de gas carbónico contenido en el aire de los depósitos contribuyen

---

\* Instituto Nacional de Nutrición.

\*\* Departamento de Tecnología de Alimentos de la Universidad Central de Venezuela (Facultad de Ciencias).

a su conservación al natural. W. B. Date y P. B. Mathur (1) determinaron que la conservación de los mangos a las temperaturas positivas reducidas y con el gas carbónico producido por las mismas frutas, puede ser prolongado de 6 ó 10 semanas hasta 10 ó 16 semanas.

La congelación de las pulpas de una fabricación especial se presenta como el mejor en lo que respecta a la conservación de las propiedades organolépticas y contenido vitamínico; no obstante, puede ocurrir una cierta pérdida en la textura y sabor del producto así conservado.

P. B. Mathur y colaboradores (2) demostraron los mejores resultados de la conservación por el frío de varias frutas, tales como mangos, naranjas, mandarinas y piñas, preparándolas peladas, cortadas o divididas en segmentos y cubiertas por el jarabe con adición de ácido ascórbico (0.05% del peso del jarabe). Dichas frutas conservan sus excelentes propiedades durante 10 a 12 meses a la temperatura de  $-17.8^{\circ}\text{C}$ .

A continuación, el enlatamiento representa otro conveniente medio de preservar los caracteres organolépticos y el contenido vitamínico; no obstante, esta retención depende en alto grado de las condiciones ambientales.

M. H. Andrabi y colaboradores (3) han demostrado en mangos enlatados al vacío y conservados a diferentes temperaturas, que las pérdidas de ácido ascórbico, caroteno, ácido nicotínico, tiamina y riboflavina son mayores a medida que aumenta la temperatura y se prolonga el tiempo de almacenamiento.

El porcentaje de ácido ascórbico retenido en variedades locales de mango luego de un período de conservación de 31 semanas, ha sido estudiado por G. S. Siddappa y B. S. Bhatia (4), quienes hacen notar que en el caso de la pulpa de mango enlatada, los valores de esta vitamina, al cabo de un almacenamiento en iguales condiciones, son considerablemente más bajos. En otro estudio sobre el particular (5), estos mismos autores señalan la conveniencia de incrementar la acidez de las pulpas de mango a enlatar agregando ácido cítrico al jarabe, en una proporción entre 0.3 y 0.5%.

Recientes investigaciones sobre el uso de bisulfitos en la conservación de pulpas de mangos maduros han demostrado que una concentración inicial de  $\text{SO}_2$  de 1.000 ppm. es sufi-

ciente para impedir la aparición de procesos de fermentación durante un período de 180 días de almacenamiento, si es mantenido el pH original de las pulpas (6).

Las variaciones experimentadas en los contenidos de hierro y estaño en diversas frutas enlatadas de la India, han sido estudiadas por G. S. Siddappa y colaboradores (7); estos autores hallaron los máximos valores de estaño (sobre 143 ppm.) en mangos conservados a temperatura ambiente durante 21 meses. El contenido de hierro se reportó más bien bajo.

Las posibilidades de diferentes variedades de mango para la elaboración de hojuelas son discutidas por Girdhari Lal y colaboradores (8), estableciéndose que la higroscopicidad de las hojuelas aumenta con el contenido de fructosa de las pulpas, este producto representa una buena fuente de carbohidratos, minerales, ácido ascórbico y caroteno.

La deshidratación de la pulpa del mango empleando bajas temperaturas, representa un aspecto promisor en el campo de las investigaciones conducentes a su industrialización. Varias frutas tratadas en esta forma, han retenido aceptables cualidades organolépticas y vitamínicas. Un proceso tecnológico de esta naturaleza se perfila como conveniente y adecuado en atención a que los centros de producción se encuentran frecuentemente alejados de los núcleos principales de la población consumidora (9).

F. Sánchez Nieva y colaboradores, de la Universidad de Puerto Rico (10), describen un procedimiento para la elaboración de néctar de mango.

Las posibilidades de una industrialización racional del mango en Venezuela son comentadas por W. Jaffé y N. Czyh-rinciw (11); estos autores ofrecen fórmulas para la elaboración de diversas preparaciones a base de mangos venezolanos. Se señala igualmente, la conveniencia de propagar preferiblemente aquellas variedades con un mayor contenido de vitamina C, toda vez que el mango representa una excelente fuente de esta vitamina en el país.

Estudios químicos sobre la parte comestible de numerosas variedades de mangos cosechados en Venezuela, han sido realizados por G. Carrillo Trillos (12). Se incluye una descripción detallada de cada una de las especies estudiadas así como también caracteres organolépticos y componentes físicos.

Otros tipos de productos en los cuales el mango representa la materia prima básica son las conocidas jaleas, mermeladas y principalmente las conservas de mango picante. Económicamente para su producción en gran escala utilizando cantidades considerables de fruta, estas preparaciones carecen de importancia.

C. D. Miller y colaboradores (13), describen con detalle la preparación de varios productos de esta índole, incluyendo diversas medidas a tomar para su conservación.

Como el mango goza de una época de cosecha más limitada que muchas otras frutas y frecuentemente proporciona cosechas muy abundantes, la pérdida de una gran parte de la producción nacional es inevitable debido a la carencia de procesos tecnológicos adecuados para su industrialización.

En el presente trabajo, cuya parte experimental fue iniciada por nosotros en mayo de 1960, realizamos estudios sobre el contenido de almidón de algunas variedades de mango existentes en Venezuela, con miras a la elaboración de una harina a base de frutas verdes y que conceptuamos como un medio económico y sencillo de aprovechar, sin menoscabo de sus propiedades nutritivas, esta gran riqueza olvidada que es el mango.

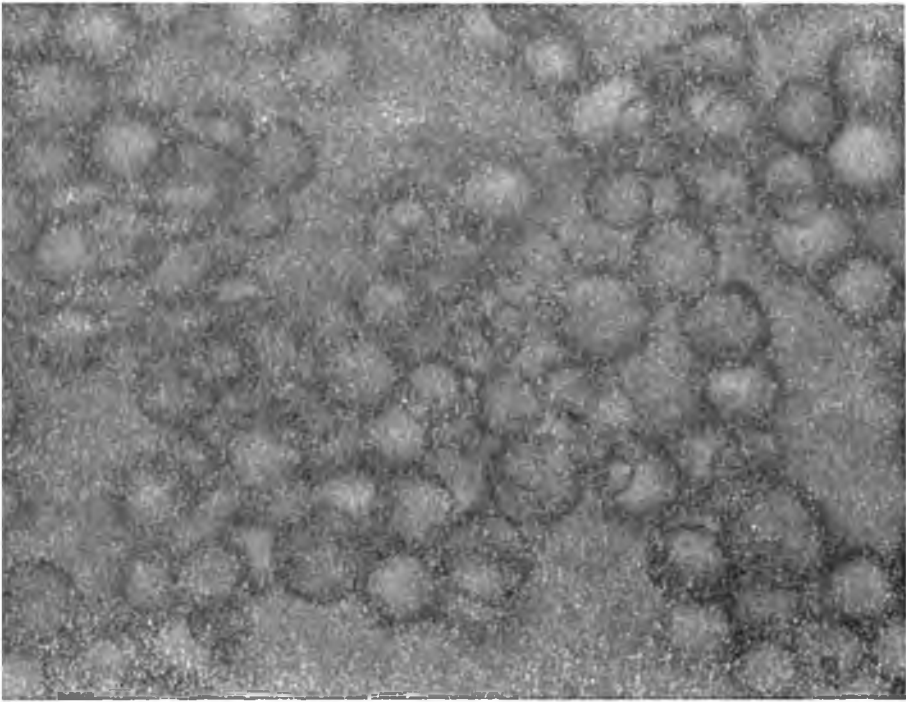
## PARTE EXPERIMENTAL

### 1.—*Materia prima.*

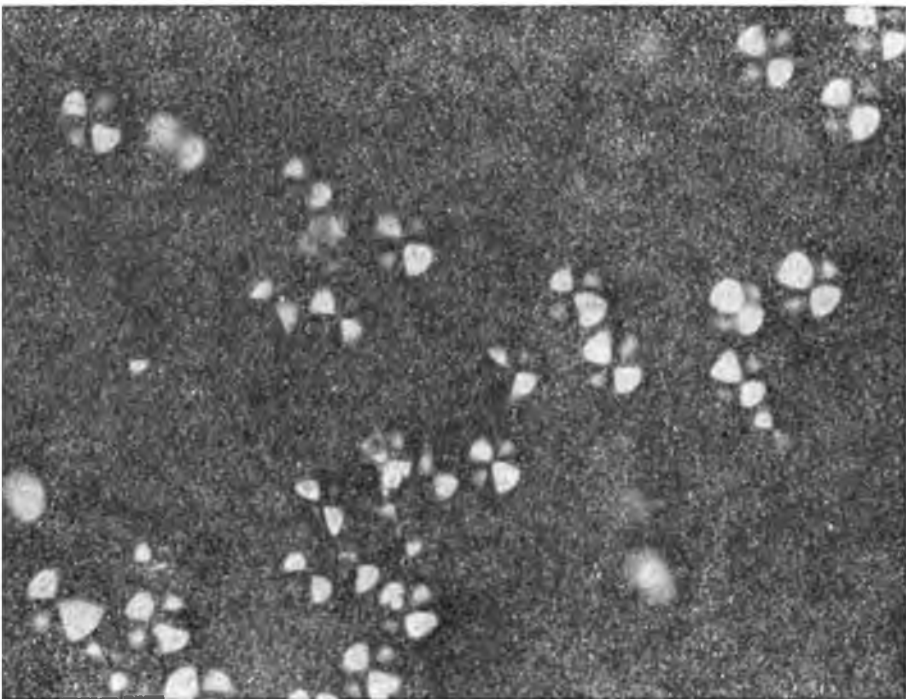
Todas las determinaciones efectuadas se refieren a frutas verdes. Las variedades estudiadas fueron "Hilacha" y "Bocado" por considerarlas como las más abundantes y representativas.

Para su estudio el material se distribuyó en 3 grupos, correspondiendo cada uno de ellos a un grado de maduración diferente, de la siguiente manera:

- Grupo I: de concha muy verde, tamaño todavía no bien desarrollado y de parte comestible blanca.
- Grupo II: de concha igualmente verde, tamaño casi totalmente desarrollado e interiormente una ligera tonalidad amarilla.
- Grupo III: de parte comestible amarilla, completamente desarrollados y de concha todavía verde.



**Foto 1**  
(luz corriente)



**Foto 2**  
(luz polarizada)

### 2.—Identificación y descripción de los granos de almidón.

El sedimento blanquecino obtenido de los tejidos desintegrados se purificó a través de sucesivos lavados con agua fría hasta obtener un polvillo muy blanco.

Los granos de almidón examinados al microscopio presentan forma redondeada y un tamaño que oscila entre los 8 y 15 micrones.

En las fotos 1 y 2 pueden observarse dichos granos iluminados con luz corriente y luz polarizada, respectivamente.\* No encontramos diferencia entre la morfología y el tamaño de los granos de almidón de las especies analizadas.

### 3.—Determinación analítica del contenido de almidón.

Los análisis del contenido de almidón se realizaron de acuerdo al procedimiento siguiente: desintegración con un poco de agua y a temperatura ambiente de la muestra pesada, lavados con solución acuosa de EtOH e hidrólisis en B.M. y en medio ácido por 3 horas; dejar enfriar, neutralizar, decolorar con solución de acetato de plomo y finalmente, y después de llevar a volumen, titular el Fehling con el líquido clarificado obtenido.

En la Tabla 1 se aprecian los valores encontrados, destacándose las frutas correspondientes al Grupo II por su mayor contenido de almidón. Estos resultados fueron comprobados por nosotros mediante examen al microscopio de cortes de tejidos de muestras representativas de cada grupo. Una determinación cualitativa del contenido de almidón en tejidos de mango empleando solución de Lugol, es un medio seguro para definir el grado de maduración.

TABLA 1  
CONTENIDO DE ALMIDON EN MATERIA PRIMA

Grupos	Mangos Hilacha %	Mangos Bocado %
Grupo I	2.6	1.9
Grupo II	6.0	4.0
Grupo III	2.9	<1

\* Laboratorio Fotográfico de la Facultad de Ciencias, U. C. V.

4.—*Determinación de sólidos totales.*

Las determinaciones de sólidos totales se realizaron por desecación de la muestra en la estufa a 84° - 86°C, hasta peso constante. Los resultados aparecen en la Tabla 2.

TABLA 2  
SOLIDOS TOTALES

Grupos	Mangos Hilacha %	Mangos Bocado %
Grupo I	11.2	10.1
Grupo II	15.6	12.4
Grupo III	19.2	10.7

Los sólidos totales aumentan con el tiempo de maduración en las dos variedades estudiadas, correspondiendo el porcentaje más alto a los mangos "Hilacha" del Grupo III tal vez por su mayor contenido en fibras.

5.—*Determinación de sólidos solubles.*

Se hicieron estas determinaciones empleando un refractómetro "Zeiss". Aparecen en la Tabla 3 los resultados obtenidos, mostrando en cada caso el valor más alto y el más bajo para una mejor interpretación de estos datos. Para ello fueron analizadas cerca de un centenar de muestras de procedencia variada.

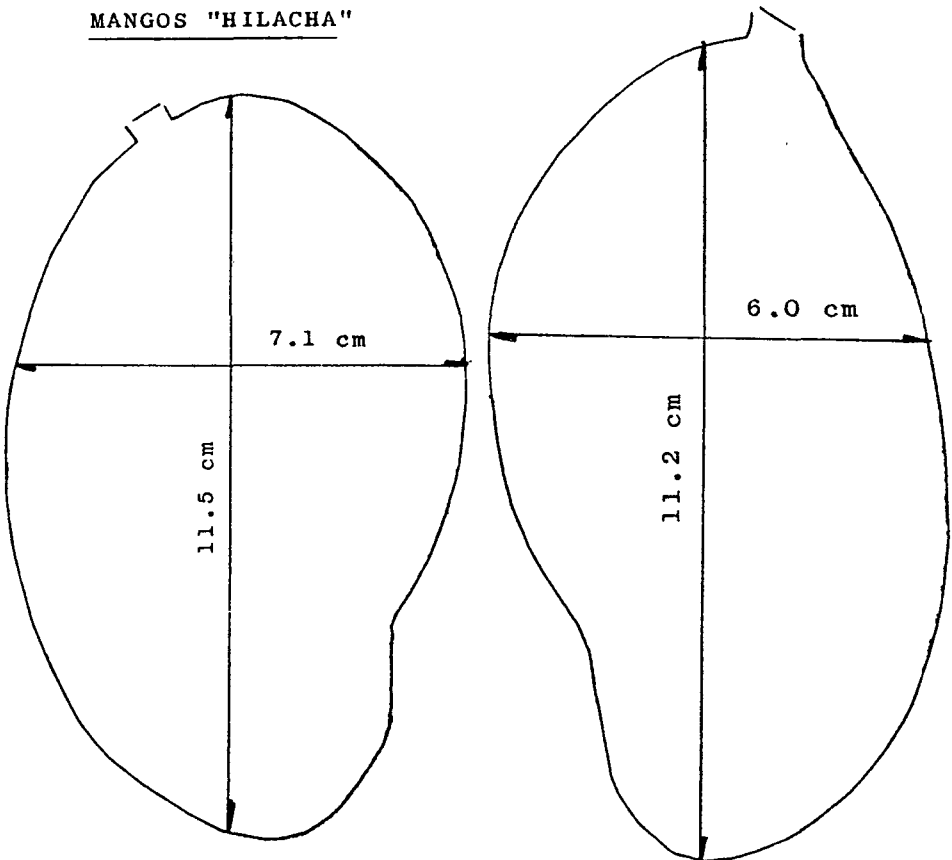
TABLA 3  
SOLIDOS SOLUBLES (REFRACTOMETRIA)

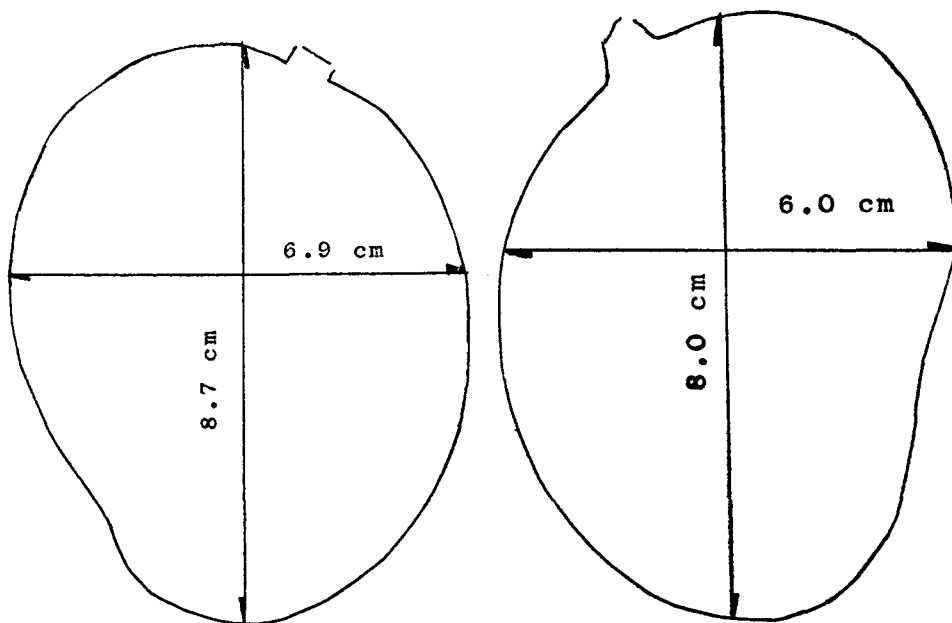
Grupos	Mangos Hilacha		Promedio %	Mangos Bocado		Promedio %
Grupo I	7.5	8.5	8.0	4.5	6.0	5.2
Grupo II	9.5	10.0	9.7	7.5	7.7	7.6
Grupo III	10.5	16.5	13.5	9.5	11.0	10.2

6.—*Identificación morfológica de las variedades estudiadas.*

Presentamos los contornos "al natural" de las frutas estudiadas, según métodos morfológicos de la pomología. Estos contornos en sus cortes principales dan una idea más clara de las formas irregulares de las frutas, pero siempre típicas para una variedad definida. Los contornos fijados contribuyen en la identificación de una determinada variedad.

MANGOS "HILACHA"



MANGOS "BOCADO"

7.—*Datos físicos. Peso promedio de frutas. Peso específico y razón peso fruta/peso pepa.*

Los datos que aparecen en la Tabla 4 representan valores promedios de varias determinaciones.

TABLA 4  
DATOS FISICOS

Grupos	MANGOS HILACHA			MANGOS BOCADO		
	Peso promedio de fruta	Peso específico	Razón fruta/pepa	Peso promedio de fruta	Peso específico	Razón fruta/pepa
Grupo I	136.2	0.961	4.42	118.8	0.944	5.55
Grupo II	182.1	0.990	5.21	166.7	0.986	7.14
Grupo III	286.6	1.025	6.40	140.2	0.979	7.40

## PARTE TECNOLOGICA

1.—*Esquema tecnológico de fabricación de la harina de mango verde.*

- I. — Selección de la materia prima.
- II. — Pelado mecánico.
- III. — Precocción.
- IV. — Pulpadora.
- V. — Desecación de la pulpa.
- VI. — Molienda.
- VII. — Tamización.
- VIII. — Envasamiento.

El esquema tecnológico presentado, fue proyectado y controlado en condiciones semi-industriales.

I.—*Selección de la materia prima.*—Comprende la separación de la fruta madura o sobremadura, la cual contiene muy poco almidón, o bien fruta en estado de descomposición. En las industrias bien organizadas, el mencionado proceso puede ser efectuado sobre mesones o cintas móviles.

II.—*Pelado mecánico.*—Se efectúa en maquinarias provistas de fondo móvil y paredes recubiertas con material abrasivo. En otras palabras, se trata de maquinarias bien conocidas para pelar las papas. Las frutas marchitas o maduras (con tejidos blandos) no resultan. En el pelado del mango verde, se pierde aproximadamente el 5% del peso total de la fruta, debido a la separación de la concha.

III.—*Precocción.*—Se efectúa en tachos de vapor abiertos (con camisa doble). Los tachos se llenan con las frutas peladas, cubriéndolas casi completamente con agua. La cocción se continúa hasta el ablandamiento completo de las frutas. El tratamiento térmico de las frutas ya peladas, además de facilitar la separación de las partes no comestibles, tiene por objeto lograr un producto final deshidratado con altas propiedades de hinchazón al contacto con el agua (15).

IV.—*Pulpadora.*—Se utilizan pulpadoras especiales para separar la pulpa de las hilachas y de las semillas. Pueden usarse las mismas pulpadoras utilizadas para frutas con semillas grandes, como el durazno. Las pulpadoras mencionadas difieren de las del tipo corriente por la presencia, en vez de paletas simples, de anillos especiales.

V.—*Desecación de la pulpa*.—En las condiciones semi-industriales, obtuvimos resultados satisfactorios, desecando la pulpa del mango verde mediante el desecador rotativo modelo: "Pilot-scale, double drum dryer; Mitchell".

VI.—*Molienda*.—Puede ser efectuada con molinos provistos de martillos.

VII.—*Tamización*.—Por tamización se entiende el paso de la harina por tamices de Nylon No. 350 y No. 300.

VIII.—*Envasamiento*.—Consideramos que el problema de embalaje no fue tocado en este trabajo. La harina de mango verde es un producto muy higroscópico, y por consiguiente necesita de un embalaje especial.

## 2.—*Cálculos del rendimiento teórico (a base de sustancias sólidas totales)*.

Se efectúan los cálculos del rendimiento en las dos variedades estudiadas "Hilacha" y "Bocado".

a) "*Hilacha*". La pérdida en peso de las frutas debido al pelado mecánico es del 5% (ver esquema tecnológico de fabricación). Por lo tanto, de 1 Kg. de materia prima quedará:

$$1.000 - 0.050 = 0.950 \text{ Kg.}$$

La razón fruta/pepa es de 5.21 (Tabla 4), en consecuencia, el peso de las frutas peladas, precocidas y pasadas por la pulpadora disminuye 0.192, es decir:

$$0.950 - 0.192 = 0.758 \text{ Kg.}$$

El rendimiento teórico de harina deshidratada (en sentido absoluto), a partir de 1 Kg. de materia prima, se obtiene tomando en cuenta la cantidad de sustancias sólidas totales en esta última, las cuales representan el 15.6% (Tabla 2), obtenremos entonces:

$$0.156 \times 0.758 = 0.118 \text{ Kg. de materia seca.}$$

Se supone que el contenido total de las sustancias sólidas en la pulpa es igual al contenido en la materia prima en relación con el agua agregada o evaporada durante la preccción.

Si consideramos las pérdidas inevitables que son aproximadamente de un 3% (debidas a cocción, pulpadora, tamización, molienda, etc.), se obtiene el rendimiento práctico, el cual será de:

$$0.118 - 0.004 = 0.114 \text{ Kg.}$$

En otras palabras, para elaborar 1 Kg. de harina deshidratada (en sentido absoluto) serán necesarios 8.77 Kg. de mangos "Hilacha", o bien 6.65 Kg. de pulpa, es decir de materia prima ya despojada de concha y pepa.

b) "Bocado". La pérdida de peso debida al pelado mecánico es también del 5%, por lo tanto:

$$1.000 - 0.050 = 0.950 \text{ Kg.}$$

La razón fruta/pepa es de 7.14 (Tabla 4), en base a lo cual se deduce una pérdida de 0.140 Kg. por cada kilogramo de frutas:

$$0.950 - 0.140 = 0.810 \text{ Kg.}$$

Tomando en consideración la cantidad total de sustancia sólida, la cual representa el 12.4% de la materia prima (Tabla 2), el rendimiento teórico de la harina deshidratada (en sentido absoluto) será de:

$$0.124 \times 0.810 = 0.1000 \text{ Kg.}$$

Menos el 3% de pérdidas inevitables nos queda 0.097 Kg. Luego, para elaborar un kilogramo de harina deshidratada (en sentido absoluto), serán necesarios 10.3 Kg. de mangos "Bocado", o bien 8.35 Kg. de parte comestible.

### 3.—*Caracteres organolépticos y composición de las harinas obtenidas.*

Las harinas obtenidas se presentan bajo la forma de un polvo color amarillo oro de olor y sabor agradables, advirtiéndose una tonalidad ligeramente más oscura en la harina proveniente de la variedad "Hilacha", dependiendo en todo caso de la calidad de la materia prima empleada y del grado de tamización.

El contenido de humedad del producto final oscila entre 9.8 y 6.3% para las harinas de "bocado" e "hilacha" respectivamente. En la Tabla 5 aparecen los constituyentes calculados sobre base seca.

**TABLA 5**  
**CONSTITUYENTES DE LAS HARINAS (BASE SECA)**

Componente	Harina Hilacha %	Harina Bocado %
Grasa	2.17	2.63
Prótidos (N × 6.25)	3.92	3.45
Ceniza	3.52	3.13
Fibra	3.39	6.10
Glúcidos (por dif.)	87.00	84.69
(Almidón	40.35	38.69)
Acido Ascórbico	271.0 mg.	528.10 mg.
Caroteno	1.15 "	2.86 "

Se destacan las cifras elevadas de ácido ascórbico particularmente en el producto obtenido a partir de los mangos "Bocado", lo cual está de acuerdo con los valores hallados por otros investigadores en la materia prima empleada (11).

En lo que respecta al contenido relativamente bajo de vitamina A, no hay que olvidar que se han procesado mangos verdes y que el tenor de este nutriente se incrementa con el grado de maduración. Otros autores presentan datos que corroboran lo anterior (14).

#### 4.—Posibles usos de la harina de mango.

Resultaría obvio comentar las grandes ventajas que representa para el país una industrialización racional del mango, toda vez que esta fruta se produce abundantemente en su época de cosecha y es de consumo generalizado en todas las esferas sociales de nuestro medio. El mango verde debido a su elevado contenido de carbohidratos, sales minerales y ácido ascórbico, reviste considerable importancia desde el punto de vista nutricional, como fuente barata y abundante de estos nutrientes.

La harina de mango elaborada por nosotros representa un recurso, hasta ahora no utilizado en el país, de aprovechar e industrializar formalmente esta gran riqueza natural que es el mango.

En la alimentación humana, la harina de mango se perfila como un producto novedoso que será precedido por la popularidad de que goza esta fruta y que, además de presentar un aspecto agradable, retiene aceptablemente sus cualidades.

La harina de mango elaborada según el método ofrecido, podría considerarse como un semiproducto básico en la fabricación de diversos artículos alimenticios del tipo "quick cooking", tales como: purés, salsas, dulces, postres y otros productos culinarios.

Debido a su elevado porcentaje de carbohidratos y otros nutrientes y a sus facilidades de fabricación, la harina puede llegar a constituir también un producto de interés en la elaboración de alimentos para animales.

Estudios sobre el poder nutritivo, el valor biológico y conservación de estas harinas serán el tema de futuras publicaciones que se darán a conocer oportunamente.

## CONCLUSIONES

El mango verde contiene porcentajes variables de almidón (ver Tabla 1), correspondiendo el valor más alto a la fruta de tamaño casi desarrollado, de concha verde y de una ligera tonalidad amarilla en su interior.

Los granos de almidón son de forma esférica y con un tamaño entre 8 y 15 micrones (ver fotos 1 y 2).

Es posible la elaboración de una harina a base de mangos verdes de mayor contenido de almidón la cual conserva un tenor aceptable de vitamina C y cuyo proceso de elaboración se describe.

## RESUMEN

Se presenta un estudio sobre el contenido de almidón de dos variedades de mangos, "Hilacha" y "Bocado", especificándose la forma y las dimensiones de los granos.

Un procedimiento original para la elaboración de harinas a partir de frutas verdes se evidencia como satisfactorio. El

producto final contiene un alto porcentaje de carbohidratos, sales minerales y vitamina C. Se presenta un análisis porcentual de la harina expresado sobre base seca, incluyendo valores de ácido ascórbico y provitamina A.

### SUMMARY

We are presenting a study about the starch content of two varieties of mangoes, "Hilacha" and "Bocado", specifying the shape and sizes of the respective starch-grains.

An original processing method for the elaboration of flours on the basis of unripe fruits has proved to be satisfactory. The final product contains a high percentage of carbohydrates, ash and ascorbic acid. A percentage analysis of the flour expressed on a dry-basis, is presented, including vitamin C and provitamin A.

### BIBLIOGRAFIA

- (1) Date, W. B., y P. B. Mathur, Mysore, India.—Food Sci. 7 (1958).
- (2) Mathur, P. B., K. Kirpal Singh y H. Srivastava.—Food Sci. 7 (1958).
- (3) Andrabi, M. H., N. G. Magar, J. S. Pruthi y G. Lal.—Indian Food Packer 10, No. 11, 18 (1956).
- (4) Siddappa, G. S., y B. S. Bathia.—Bull. Central Food Technol. Research Inst., Mysore, 5 (1956).
- (5) Siddappa, G. S., y B. S. Bathia.—Food Research 21 (1956).
- (6) Bose, A. N., y S. B. Lodh.—J. Proc. Inst. Chemist (India) 32 Pt. 1 (1960).
- (7) Siddappa, G. S., y B. S. Bathia.—Indian Food Packer 14, N<sup>o</sup> 1 (1960).
- (8) Lal, G., G. V. Krishnamurthy, N. L. Jain y B. S. Bathia.—Food Sci. (Mysore) 9 (1960).
- (9) Ross, Edward.—Hawaii Farm Science, October (1960).
- (10) Sánchez-Nieva, F., A. J. Rodríguez y J. R. Benero.—University of Puerto Rico. Bull. 148, June (1959).
- (11) Jaffé, Werner G., y Nikita Czyhrinciw.—Inst. Nac. de Nutrición. Cuaderno 4. Julio (1950).
- (12) Carrillo Trillos, G.—Rev. Soc. Ven. de Química 1, N<sup>o</sup>. 5, Junio (1940).
- (13) Miller, Carey D., K. Bazole y M. Bartow.—"Fruits of Hawaii", University of Hawaii (1957).
- (14) Floch, Hervé.—Qualitas Plant. et Materiae Vegetabiles 3-4 (1958).
- (15) Czyhrinciw, N.—Arch. Ven. de Nut. Vol. III, No. 1 (1952).