

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS Y FARMACIA

DETERMINACION DEL VALOR CALORICO DE SUBPRODUCTOS  
INDUSTRIALES DEL MANGO ( Mangifera indica )

INFORME FINAL DE TESIS

PRESENTADO POR :

ABSALOM HERNANDEZ FABIAN

PARA OPTAR AL TITULO DE

QUIMICO FARMACEUTICO

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central

GUATEMALA, AGOSTO DE 1,997

R  
06  
(1700)  
C.2

JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS Y FARMACIA

DECANO LIC. JORGE RODOLFO PEREZ FOLGAR

SECRETARIO LIC. OSCAR FEDERICO NAVE HERRERA

VOCAL I LIC. MIGUEL ANGEL HERRERA GALVEZ

VOCAL II LIC. GERARDO LEONEL ARROYO CATALAN

VOCAL III LIC. RODRIGO HERRERA SAN JOSE

VOCAL IV BR. ANA MARIA RODAS CARDONA

VOCAL V BR. HAYRO OSWALDO GARCIA GARCIA

UNIVERSIDAD DE  
Biblioteca

## AGRADECIMIENTOS

- A: Licda. Hada Marieta Alvarado, por su asesoría en la realización de la presente investigación.
- A: Dr. Ricardo Bressani, por su valiosa colaboración en la asesoría del presente trabajo de tesis.
- A: Departamentos de Fisicoquímica y Farmacia Química de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, por su apoyo y facilidades brindadas para el uso de instalaciones, materiales y equipo necesarios para la ejecución del trabajo experimental de la presente investigación.

## INDICE

	Página
1. Resumen	1
2. Introducción	3
3. Antecedentes	5
4. Justificación	23
5. Objetivos	24
6. Hipótesis	35
7. Materiales y Métodos	36
8. Resultados	36
9. Discusión de Resultados	41
10. Conclusiones	44
11. Recomendaciones	45
12. Referencias	46
13. Anexos	48

## 1. RESUMEN

Con base a la problemática que ocasiona el manejo de los subproductos derivados del proceso industrial del mango (cáscara del fruto, semilla, cáscara de la semilla, almendra, subproducto entero), considerados en la actualidad como desechos; se determinó el valor calórico de los subproductos indicados.

El objetivo del estudio fue la determinación experimental del potencial energético y evaluación de la disponibilidad del mismo para fines nutritivos.

Adicionalmente se aplicó tratamiento químico al subproducto entero, el que consistió en agregar hidróxido de calcio (cal); y por aparte tratamiento biológico consistente en fermentación anaerobia. Con lo anterior se pretendió romper la pared celular del material vegetal y de esta manera lograr establecer y comparar si existe diferencia entre el valor energético liberado de las muestras ya degradadas, en relación a las no tratadas.

Para la determinación experimental de los valores de energía se utilizó el método de combustión oxidativa, mediante una bomba calorimétrica de oxígeno Parr.

Los resultados obtenidos demuestran que el valor calórico de los subproductos derivados del proceso industrial del mango, no presenta diferencia significativa entre sí y en su conjunto poseen un valor medio de 3.99 cal/g. Este valor es superior al que reporta la bibliografía para la pulpa (porción comestible), que es de 3.57 cal/g.

Aún con la aplicación de los tratamientos químico y biológico a la muestra para lograr el rompimiento de la pared celular, se estableció que el potencial energético es el mismo que en la muestra no tratada. Debido a la dificultad que presenta el sistema digestivo humano para la metabolización y absorción de polisacáridos poliestructurados referida en la literatura (4,13), se propone la utilización de los subproductos mencionados en este estudio para nutrición de rumiantes.

Se concluye que el valor calórico de los subproductos industriales del mango, es superior al de la pulpa.

Dicha conclusión genera información importante para la utilización de los subproductos del mango con fines nutritivos en la alimentación de rumiantes; sin embargo se recomienda la realización previa de otra fase de investigación consistente en una prueba de biodigestibilidad "in vitro"

## 2. INTRODUCCION

En el campo profesional del Químico Farmacéutico se encuentra el área de Bromatología y más concretamente el control de calidad de alimentos, el cual se realiza mediante la aplicación de variadas técnicas de análisis en las que el Químico Farmacéutico recibe un entrenamiento considerable durante su carrera.

Durante los últimos años en Guatemala, la producción y exportación de "productos no tradicionales" ocupa un importante lugar en la economía nacional. A partir de la década de los años ochenta, la exportación de estos productos adquiere cada día mayor auge, lo que significa un importante impacto para la macroeconomía del país.

La exportación de frutas, ocupa una importante posición entre los productos no tradicionales. Destaca en este grupo el cultivo, procesamiento y exportación del mango. Durante 1995-1996, Guatemala exportó un millón seiscientas mil cajas de mango de 4.5 kilos cada una y espera duplicar estas cifras en los próximos años. (17)

El alto volumen de producción de mango para ser sometido a procesamiento industrial, trae por consiguiente el aumento del volumen de "desechos", lo cual repercute en la problemática de su manejo.

El presente trabajo incluyó una serie de análisis a los subproductos derivados del procesamiento industrial del mango de exportación. Tales subproductos están conformados por la cáscara

del fruto, la semilla, la cascara de la semilla, la almendra y el subproducto entero, los cuales se consideran actualmente como desechos.

Se procedió además a dar un tratamiento químico y un tratamiento biológico al subproducto entero natural, pretendiéndose con ello establecer si se incrementaba el valor energético liberado por el mismo para un mejor aprovechamiento.

Los ensayos realizados consistieron en la determinación del valor calórico de los subproductos industriales del mango como un aporte a la caracterización de la composición y valor nutritivo de estos subproductos. Hasta la fecha, estos análisis solo se han realizado para la pulpa del fruto (porción comestible), estudio publicado por el Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP).

La determinación de valor calórico se realizó por medio de combustión oxidativa, mediante el uso de una bomba calorimétrica.

Con esta investigación se pretendió también, contribuir a encontrar una respuesta a la problemática del manejo de desechos, para implantar un uso para los subproductos del mango, con fines nutritivos, de manera racional.



### 3. ANTECEDENTES

#### 3.1 ESTUDIOS E INVESTIGACIONES RELACIONADAS CON EL MANGO

En el año de 1,961, el Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, en cooperación con otros órganos afines internacionales, publicó la "Tabla de Composición de Alimentos para uso en América Latina", en donde se incluye la composición de la porción comestible (pulpa) del mango. Esta investigación estuvo bajo la dirección de Woot-Toen Wu Leung. En Mayo de 1,971, el Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá publica las tablas "Valor Nutritivo de Los Alimentos para Centro América y Panamá", preparado por Marina Flores, Maria Teresa Menchú y María Yolanda Lara, donde también aparece la composición nutritiva de la pulpa del mango. Los valores mencionados de dichas Tablas son los presentados en las páginas 11 y 12 de este trabajo.

El Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación a través del Proyecto de Desarrollo de la Fruticultura y Agroindustria (PROFRUTA), conjuntamente con el Programa de Apoyo Regional de Sanidad Agropecuaria (PARSA), publicaron entre 1,994 y 1,995 una serie de boletines con estudios específicos del cultivo del mango, prevención de plagas, procesamiento industrial, mercado e información de la actividad relacionada con dicho fruto en Guatemala, dichos boletines llevan el nombre de NOTI-MANGOS.

Las mismas organizaciones mencionadas en la anterior publicación y la Gremial de Exportadores de Productos no

Tradicional (GEXPRONT), publicaron los resultados de los estudios y temas discutidos y presentados durante el Seminario Internacional y II Encuentro Nacional de Productores y Exportadores de Mango en Guatemala.

En la Universidad Del Valle de Guatemala se realiza un trabajo de investigación complementario al presente, el cual lleva por título "Composición Química de los Subproductos Industriales del Mango".

### 3.2 EL VALOR CALORICO DE LOS ALIMENTOS

El valor calórico de los alimentos, es un indicador de la energía que pueden liberar estos, luego de ser transformados durante los procesos digestivos a través de reacciones catabólicas. El valor calórico de los alimentos se mide en calorías, la cual es la unidad de energía en nutrición. Una caloría es la cantidad de calor requerido para aumentar la temperatura de un gramo de agua de 14.5 °C a 15.5 °C. (4)

Una caloría representa una cantidad muy pequeña de energía, por lo cual, para fines de nutrición, cuando se habla de Calorías se refiere realmente a una Kilocaloría, distinguiéndose regularmente por el uso de la C en mayúscula. (6)

El calor de combustión de los alimentos, constituye la energía total generada por medio de la oxidación del carbono a dióxido de carbono, el hidrógeno a agua y el nitrógeno proteico a óxido nitroso. Las células animales no pueden oxidar totalmente las proteínas, este nitrógeno es metabolizado a urea y es excretado por la orina.

La digestibilidad de los alimentos, es un factor de mucha importancia en la determinación del verdadero aporte calórico de los mismos, el llamado coeficiente de digestibilidad, es útil para corregir el margen de ineficacia de la digestión y absorción (18).

Este coeficiente es valioso para ser aplicado a casos como el de los carbohidratos no digeribles que por tal condición no tienen ningún aporte energético. Estos carbohidratos no digeribles, son polisacáridos estructurales que como en el caso de la celulosa, las pectinas y las hemicelulosa, no son utilizados por los animales monogástricos sino solo por los rumiantes (4).

La sacarosa o azúcar común, es un carbohidrato digerible, pues es un disacárido y tiene un alto porcentaje de utilización aparte de su valor energético; su coeficiente de digestibilidad es 99. (18)

La cantidad de energía que necesita un individuo está determinada por varios factores, tales como la tasa metabólica basal, la actividad física y también la acción dinámica específica de los alimentos. La Tasa Metabólica Basal (BMR) es la cantidad de energía, en Calorías que un individuo utiliza en estado de reposo para mantener la vida; es decir, mantener las actividades basales del organismo, tales como la respiración, la conservación de la temperatura y otras actividades celulares.

Las proteínas y los carbohidratos tienen un aporte equivalente de Calorías, estos son superados por el aporte de las grasas que es más del doble.

Las proteínas y los carbohidratos son productores de 4 Calorías por gramo respectivamente, mientras las grasas tiene un aporte de 9 Cal por gramo. Estos datos se denominan Valores Fisiológicos de Combustión. (18)

Con base a los datos anteriores, puede notarse que las grasas son el nutriente que más modifica el valor energético de los individuos.

El consumo de alimentos desbalanceado, puede dar lugar a desequilibrios energéticos: el equilibrio calórico negativo, dá lugar a la falta de peso y el equilibrio calórico positivo a la obesidad.

### 3.3 HIDRATOS DE CARBONO

Los alimentos presentan a los hidratos de carbono en tres grupos: azúcares, almidones y un tercer grupo integrado por celulosas y materiales relacionados. Los dos primeros, son utilizados por el metabolismo humano como fuentes de energía. La celulosa, no puede ser digerida por el ser humano, solo puede ser aprovechada por los rumiantes, como los cabros y las vacas. La celulosa constituye la mayor parte de la fibra dietética. Resulta conveniente que los hidratos de carbono procedan de alimentos ricos en fibra, como el pan integral, la pasta de trigo integral, legumbres y frutas. Entre las ventajas sobresale su contenido en minerales y vitaminas y que además son un medio de tomar la fibra que el sistema digestivo necesita. Los almidones y la celulosa poseen grandes moléculas constituidas por no menos de 10 unidades

de sacáridos enlazados, estos no tienen sabor dulce a diferencia del grupo de los azúcares. El almidón se compone de cadenas en forma de hélice y es un hidrato de carbono de almacenamiento de los vegetales. Se encuentra en cereales, verduras y frutas. La celulosa, tiene la diferencia estructural de poseer cadenas rectas unidas paralelamente, lo cual la hace insoluble e imposible de degradar por las enzimas digestivas humanas.

La glucosa, es el principal azúcar del metabolismo del grupo de los carbohidratos. Es sintetizada por reacciones fotosintéticas en las plantas.

Después de los almidones, la sacarosa es el carbohidrato más importante como proveedor de calorías para el humano, y su consumo se reduce de acuerdo a la medida en que el niño se transforma en adulto.

Las principales fuentes de energía son los hidratos de carbono y las grasas. El 50% de la energía, debe provenir de los hidratos de carbono en una dieta balanceada. A pesar de que todos los carbohidratos, aportan al organismo cantidades similares de energía, los nutricionistas recomiendan que el mayor porcentaje de la ingesta sea en forma de hidratos de carbono complejos como pan integral, pasta, guisantes, verduras y frutas. Los alimentos edulcorantes y la sacarosa como azúcar o como aditivo proporciona las llamadas calorías vacías.

Los carbohidratos representan la principal fuente de energía de la mayoría de los pueblos. Existe una relación entre el

desarrollo tecnológico de una país y el consumo de carbohidratos, pues a medida que los países incrementan el poder adquisitivo y la producción de alimentos, sus dietas aumentan en proteína y se reducen en carbohidratos. (4,5).

### 3.4 VALOR CALORICO Y COMPOSICION PARA LA PULPA DEL MANGO

El Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, ha publicado dos tablas en las cuales se presenta la composición de los Alimentos para uso en América Latina y el Valor Nutritivo de los Alimentos para Centro América y Panamá. A continuación se presentan los datos de ambas publicaciones para el mango.

TABLA DE LA COMPOSICION DE ALIMENTOS COMUNMENTE USADOS EN AMERICA  
LATINA 1,961

MANGO (*Mangifera indica*)

Mango maduro

-----  
Valor Energético: 59 cal

Humedad: 83.5%

Proteína: 0.5 g.

Grasa: 0.2 g.

Hidratos de Carbono: 15.4 g.

Fibra: 0.8 g.

Ceniza: 0.4 g.

Ca: 12 mg.

P : 12 mg.

Fe: 0.8 mg.

Vitamina A, actividad : 630 mcg

Tiamina : 0.05 mg

Riboflavina: 0.6 mg

Niacina: 0.4 mg.

Acido Ascórbico: 53 mg.

Porción no Comestible: 30% (Cáscara y Semilla)

-----  
Composición por 100 g. de porción comestible.

FUENTE: VER REFERENCIA No. 11.

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central

TABLA DEL VALOR NUTRITIVO DE LOS ALIMENTOS  
PARA CENTRO AMERICA Y PANAMA

1,971

## MANGO MADURO

Medida: 1 unidad.

Peso bruto: 142 g

Peso neto: 78 g

=====  
Calorías: 46 Cal

Proteína: 0.4 g

Grasa: 0.2 g

Hidratos de carbono: 12.0 g

Calcio: 9 mg

Fósforo: 9 mg.

Hierro: 0.6 mg

Equivalente Retinol: 164 mcg

Tiamina: 0.04 mg

Riboflavina: 0.05 mg.

Niacina: 0.3 mg

Vitamina C: 41 mg.

% Desgaste: 45%

=====  
FUENTE: VER REFERENCIA No. 12



Las diferencias entre ambas Tablas se deben a que para el caso de los datos de alimentación para América Latina, el universo de investigación es mayor, por lo que deben considerarse mayor número de especies; sin embargo las relaciones porcentuales se mantienen. La tabla para Centro América y Panamá es la referencia primaria para el presente trabajo.

El análisis de la composición del mango, revela que los carbohidratos son los componentes macronutrientes presentes en mayor cantidad presentando un 15.4% en la Tabla para América Latina y un 15.38% en la Tabla para Centro América y Panamá, lo cual representa lo mismo. Con base a esto puede inferirse que los carbohidratos son la principal fuente energética del mango, contando además con el enriquecimiento de una serie de micronutrientes minerales y vitaminas.

La cantidad de grasas de la porción comestible es muy baja, pudiendo la almendra de la semilla constituir una potencial fuente para el aumento de este grupo de macronutrientes.

El alto porcentaje de la porción no comestible o de desgaste, es un elemento de gran interés para la optimización de los recursos y materias en el contexto de procesamientos a nivel industrial, lo cual justifica la necesidad de realizar investigaciones en cuanto a su composición.

La porción clasificada como "no comestible", en la cual se incluye principalmente la cáscara y la semilla; al ser sometida a procesos de la tecnología alimenticia, pueden hacerse comestibles dentro del contexto de la transformación de los alimentos.

Sin embargo, deben realizarse pruebas de digestibilidad, lo cual conlleva a considerar la composición de tales porciones del fruto del mango. Un inconveniente puede estar determinado principalmente por los componentes de la pared celular, estructura presente sólo en las células de origen vegetal. Casi todas las paredes de las células vegetales contienen polisacáridos poliestructurados ricos en celulosa (polisacárido de subunidades de glucosa unidas estructuralmente por enlaces de hidrógeno muy cohesivos), lignina (polímero complejo, proporciona resistencia y rigidez a la pared celular, importante elemento no digerible), hemicelulosa.

Otros polisacáridos como las pectinas, ayudan a fijar unas a otras las células vecinas. La cutina, en menor proporción, es una sustancia cerosa impermeable al agua. A las proteínas, les puede corresponder hasta un 10% de la pared celular.

La química de la pared celular, puede dar lugar a grandes variaciones dependiendo de la planta o tejido. ( 9, 15, 20 ).

### 3.5 EL CULTIVO DEL MANGO EN GUATEMALA

Guatemala inicia el cultivo del mango en los años setenta, producto de un convenio suscrito entre la Asociación Nacional del Café (ANACAFE), y la Asociación Internacional del Café, con el fin de promover la diversificación de la caficultura. Como consecuencia de este acuerdo, ingresaron al país distintas variedades del fruto, para conocer aquellas con calidad para

exportación y su adaptación a las condiciones climáticas.

Ya se producía para el mercado interno, variedades como el "mango de zapato", "mango de pita" y "mango de coche" (nombres comunes de la población). Estas variedades no son exportadas como fruto entero por tener inconveniente en cuanto al tamaño y otras características; sin embargo sí son útiles para ser sometidos a procesos agroindustriales. (17)

### 3.5.1 REGIONALIZACION DEL CULTIVO:

Guatemala dispone de considerables extensiones ecológicamente aptas para el cultivo del mango, destaca entre estas la faja costera del pacífico en la cual se encuentra el 85% de las áreas de siembra. El otro 15% se localiza en los microclimas orientales de Zacapa, El Progreso, Jutiapa y Chiquimula. En el cuadro siguiente se dá a conocer el número de hectáreas por departamento.

## DISTRIBUCION DE AREAS DE CULTIVO POR DEPARTAMENTO

DEPARTAMENTO	No. DE ARBOLES	HECTAREAS
San Marcos	18,215	250
Quetzaltenango	15,030	225
Retalhuleu	120,848	1,530
Suchitepéquez	38,538	605
Escuintla	68,948	950
Santa Rosa	39,847	590
Jutiapa	24,059	270
Jalapa	3,880	40
El Progreso	24,858	200
Zacapa	23,558	200
Chiquimula	2,498	30
<b>TOTAL</b>	<b>380,279</b>	<b>4,890</b>

\*Datos hasta 31 de Dic. de 1994.

FUENTE: Ver Referencia No. 17

### 3.5.2 EL MERCADO DEL MANGO QUE SE PRODUCE EN GUATEMALA

La producción del mango de Guatemala, tiene tres principales rutas de mercado. El primer mercado, está constituido por el consumo local del fruto entero y crudo, para lo cual sobresalen las variedades criollas o fibrosas mencionadas con anterioridad, como lo son el "mango de pita", el "mango de coche", el "mango de zapato", etc.

La segunda ruta de la producción nacional, es la exportación de variedades mejoradas como lo son las variedades Tommy Atkins, Haden, Kent, Keitt y otras. Se exportan también estas variedades como fruto entero crudo. El tercer mercado es la exportación de mango, luego de haber pasado por un procesamiento industrial mediante el cual se preparan purés, néctares, concentrados, mermeladas, jugos y jaleas. Esta incipiente industria cobra cada día mayor importancia.

Guatemala exporta un porcentaje elevado de su producción anual a países europeos y a Estados Unidos desde el año de 1,985.

Es importante conocer que el 90% de la producción mundial de mango, se produce en los países del hemisferio Norte, los cuales solo tienen una cosecha por año. El otro 10% de la producción proviene de países del hemisferio sur. Con base a los periodos de cosecha de estos países la mejor opción de mercado para Guatemala es la producción de los meses de Enero, Febrero, Marzo y Abril.

(16)

### 3.5.3 NIVELES DE PRODUCCION E IMPACTO ECONOMICO DEL CULTIVO DEL MANGO

En la cosecha del año de 1,995, Guatemala exportó 6,100 toneladas de mango (como fruto entero), que correspondían al 50% de la producción nacional. Del 50% restante, un 45% es no exportable por problemas de tamaño, plagas y daños mecánicos. El 37% de la fruta de descarte, puede ser utilizada para procesos industriales, ya que es fruto de buena calidad y su rendimiento es

alto, si se considera que son frutos grandes (peso mayor de 700 gr.), y los daños causados por plagas, enfermedades, látex y lastimaduras solo afectan la superficie. La agroindustria para la transformación de los alimentos, contribuye a proporcionar valor agregado a los productos frutícolas, lo que cambia la tradición de la venta de materia prima a los países industrializados; promoviéndose a la vez la apertura de nuevos mercados, la generación de nuevas fuentes de trabajo y nuevas oportunidades de inversión. (14). Según datos preliminares, la producción nacional durante la cosecha 1,995-1,996 alcanzó una producción de un millón seiscientos mil cajas de mango. Para un plazo no mayor de dos años, los productores nacionales esperan duplicar estas cifras como consecuencia del inicio de cosecha de un alto porcentaje de áreas sembradas. Y a cuatro años plazo la producción nacional podría aumentar a cifras de siete millones de cajas. El peso unitario de las cajas de mango de exportación es de 4.5 kilos.

El cultivo del mango cobra un lugar preferencial entre los demás productos agrícolas no tradicionales en cuanto a su producción, exportación e impacto laboral. Las siguientes tablas, presentan cifras que confirman lo anterior. (17)



## ESTIMACIONES DE EMPLEO SECTORIAL 1,995

	Superficie Cosechada (hectáreas)	Jornales/ Hectáreas	Jornales	Personal/año
Mango	5,000	100	500,000	1,786
Aguacate	955	119	113,645	406
Limón	707	90	63,630	406
Manzana	199	90	17,910	64
Plátano	966	150	149,400	534
Otras	4,006	108	432,648	1,545
<b>TOTAL</b>	<b>11,863</b>		<b>1,277,648</b>	<b>4,562</b>
<b>PROMEDIO/Ha</b>		<b>108</b>		<b>0.38</b>

FUENTE; VER REFERENCIA No. 17

## ESTIMACION DE SUPERFICIE Y PRODUCCION

Rubro	Volúmen de Exportación (toneladas)	Producción Estimada (toneladas)	Superficie Calculada (hectáreas)	Número estimado de productores
Mango	6,500	8,125	5,000	100
Cítricos/4	4,414	5,142	700	250
Aguacate	3,300	4,125	955	300
Otras/5	24,272	30,340	5,201	10,000
<b>Total/Prom</b>	<b>38,272</b>	<b>47,7-31</b>	<b>11,863</b>	<b>10,650</b>

FUENTE: VER REFERENCIA No. 17

### 3.5.4 APOYO INSTITUCIONAL AL CULTIVO Y EXPORTACION DE MANGO

El Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA), por medio del Proyecto Desarrollo de la Fruticultura y Agroindustria (PROFRUTA), impulsa el cultivo y comercialización del mango, entre otras frutas. PROFRUTA cuenta con el auxilio de el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). PROFRUTA, inició sus actividades en el año de 1989, tiene entre sus objetivos la reactivación del Sector Agrícola y el apoyo al desarrollo de las exportaciones de productos no tradicionales; ofreciendo a los agricultores asesoría en la producción con opciones de diversificación con una base de tecnología aplicada, transferencia de tecnología y capacitación en el manejo de producción de frutas y hortalizas. (16).

PROFRUTA impulsa la producción de frutas y su transformación mediante el procesamiento para la obtención de productos como purés, néctares, mermeladas, concentrados, almíbar y deshidratados.

Por parte del sector privado, está la Gremial de Productos No Tradicionales (GEXPRONT), de la cual son miembros los productores de mango de Guatemala; y brinda importante apoyo en la investigación y desarrollo de proyectos relacionados con este fruto.

Importante institución de asesoría lo constituye el Programa de Apoyo Regional en Sanidad Agropecuaria (PARSA).



### 3.6 PROCESAMIENTO INDUSTRIAL EN GUATEMALA

La industria para el procesamiento del mango en Guatemala, es aún incipiente, sin embargo tiene un alto potencial de crecimiento; actualmente se produce principalmente puré y jugo, comprendiendo dicho proceso tres etapas básicas que a su vez les corresponde una o varias operaciones, las cuales se describen a continuación:

#### Etapas de Preparación

- a) Recepción
- b) Selección: por madurez, tamaño y variedad
- c) Pesado
- d) Lavado: por inmersión o rociado con agua
- e) Pelado: manual y/o maquinaria
- f) Prensado manual y/o máquina
- g) Escaldado
- h) Molienda y refinado

#### Etapas de Formulado:

Esta etapa consiste en adicionar a la fruta, para un proceso particular, sustancias o materias complementarias que le darán cuerpo al producto final.

Jugo: agregar agua 30% y pulpa 70%

Puré: evaporar 20-50% en agua del jugo obtenido.

### Etapas de Envasado y Tratamiento Térmico:

Luego de la formulación, el producto es llenado, sellado y conservado por medios físicos (calor). Se envasa en caliente, pudiendo ser en bolsa, frasco o vidrio, lata, cartón, plástico, etc. Se aplica un tratamiento y calentamiento (tratamiento físico), para la conservación o también se utiliza el tratamiento químico mediante aditivos específicos.

En Guatemala se utiliza para los procesos agroindustriales las variedades criollas principalmente, obteniéndose buen rendimiento y calidad; la variedad recomendada por algunos especialistas, para ser también útil en estos procesos, es la variedad Tommy Atkins, en base a sus propiedades físicas y alto porcentaje de pulpa.

Para la caracterización del mango y poder ser sometido al procesamiento agroindustrial, el fruto del mango debe tener un grado de madurez  $3/4$ , siendo importante dicho factor para la disposición de la materia prima adecuada. Deben evaluarse además especificaciones tales como peso, peso o masa de la semilla, volúmen, densidad, grados brix y pH.

#### 4. JUSTIFICACION

El aumento del volúmen de producción del mango en Guatemala, causará un aumento paralelo de los volúmenes que son sometidos a procesamiento industrial, lo cual generará aumento en la concentración de desechos que actualmente contaminan el ambiente y ocupan un significativo espacio físico de las instalaciones de una planta. Esta situación hace válido un estudio del potencial energético de los subproductos industriales que constituyen los denominados desechos. Se comenzó por la determinación del valor calórico para establecer si tenía utilidad desde el punto de vista nutritivo para humanos o para aprovechamiento nutritivo animal. El potencial energético de los subproductos del mango puede tener magnitudes de importancia, dado a que tales subproductos constituyen más del 40% de la masa neta del fruto.

## 5. OBJETIVOS

### 5.1 GENERAL:

Determinar el valor calórico que los subproductos derivados del procesamiento industrial del mango, pueden aportar para fines nutritivos.

### 5.2 ESPECIFICOS:

5.2.1 Cuantificar la energía total de los subproductos derivados de la industria del mango, mediante pruebas de combustión oxidativa con una bomba calorimétrica.

5.2.2 Aplicar un tratamiento químico y un tratamiento biológico al subproducto entero natural, para romper la pared celular y establecer si presenta mayor valor calórico, ya degradado.

5.2.3 Aportar datos que contribuyan a proporcionar una solución al problema del manejo de los desechos que originan los procesos de la industria del mango en Guatemala.

## 6. HIPOTESIS

El valor energético de los subproductos derivados del procesamiento industrial del mango, tiene magnitudes significativas para la nutrición humana ó animal.

## 7. MATERIALES Y METODOS

**UNIVERSO:** Subproductos derivados del procesamiento industrial del mango.

**MUESTRA:** En el proceso de prensado, al paso por los pulperos, se separa la pulpa del mango del resto del fruto; constituyen estos restos los subproductos. De estos subproductos se seleccionaron muestras representativas de acuerdo a lo indicado en la sección de diseño de investigación en la página 34. Las muestras fueron las siguientes:

Cáscara del fruto

Semilla

Almendra

Cáscara de la semilla

Subproducto entero

Subproducto entero con tratamiento químico

Subproducto entero con tratamiento biológico

### RECURSOS HUMANOS:

Autor: Br. Absalom Hernández Fabián

Asesora: Licenciada Hada Marieta Alvarado

Colaborador y Asesor: Doctor Ricardo Bressani

## 7.1 MATERIALES

### 7.1.1 EQUIPO:

- Calorímetro: Bomba de Oxígeno Parr, modelo 1341.
- Tableteadora Parr.
- Tanque de oxígeno.
- Balanza analítica.
- Agitador magnético.

### 7.1.2 REACTIVOS:

- Solución standar de Carbonato de Sodio 0.0725 N
- Naranja o rojo de metilo (indicador)

### 7.1.3 CRISTALERIA:

- Balón aforado de 1 litro de capacidad
- Pipeta volumétrica de 1 ml.
- Beacker de 250 ml.
- Erlenmeyer de 250 ml.
- Bureta de 50 ml.

### 7.1.4 OTROS:

- 1 piseta
- 1 pinza para bureta
- 1 regla con escala de 10 cm:
- 1 agitador magnetico.
- Papel mayordomo

## 7.2 METODO

### 7.2.1 DETERMINACION DE VALOR CALORICO POR COMBUSTION OXIDATIVA

Se trata de un método calorimétrico por medio del cual se cuantifica el calor liberado por la combustión completa de un alimento en un ambiente de oxígeno. La muestra seca del alimento se quema por completo en el ambiente rico en oxígeno de una cámara de combustión, en donde el calor generado es absorbido por agua previamente medida, que rodea dicha cámara. Como una kilocaloría representa el calor necesario para elevar en 1 °C la temperatura de 1 Kg. de agua, puede calcularse el valor calórico de los alimentos si se conoce el peso de agua presente en la bomba calorimétrica y el aumento de su temperatura. El cambio de temperatura del agua se mide con exactitud y el valor resultante de la combustión completa de la muestra se calcula en kilocalorías por gramo (recordar que el sistema de este experimento es adiabático y a volumen constante, lo cual permite inferir los datos mencionados).

El calor de combustión de los alimentos, representa la energía total generada por la oxidación del carbono y el hidrógeno en anhídrido carbónico y agua; el azufre y el fósforo se oxidan para formar sulfatos y fosfatos respectivamente y el nitrógeno proteico en óxido nitroso. A diferencia de la bomba calorimétrica la célula de los animales no pueden oxidar totalmente las proteínas; eliminándose este constituyente en forma de urea por la orina. (5, 7, 18, 19).



A continuación se describe el procedimiento de la técnica a utilizar con la bomba calorimétrica.

1. Colocación de la muestra.

-Pesar la cantidad de muestra que no produzca más de 8,000 calorías al ser sometida a combustión.

-Si la muestra es susceptible de ser prensada para formar una tableta, preparar una tableta en la tableteadora Parr y pesarla seguidamente.

-Colocar la tableta hecha o la muestra, en la cápsula que está sobre el electrodo y descansa sobre éste.

-Enrollar 10 cm. de alambre de Ni-Cr de la cabeza de la bomba. Apretar cada punta para asegurarse de que habrá contacto.

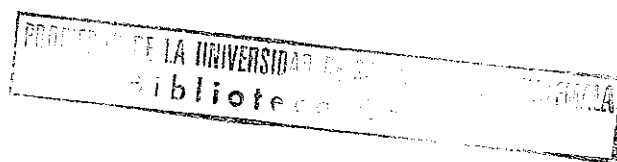
-Colocar la cápsula con muestra de nuevo en su lugar, doblar el alambre para que toque la muestra.

-Con una pipeta volumétrica, colocar 1 ml. de agua destilada en el fondo de la bomba.

-Desenroscar un poco la pequeña tuerca de la válvula de salida en la cabeza de la bomba e insertar la cabeza de la bomba cuidadosamente sobre la bomba. Colocar la anilla estriada y enroscarla a mano. Enroscar luego la tuerca pequeña de la válvula de salida en la cabeza de la bomba.

2. Llenado de la Bomba.

-Presionar la cabeza de la manguera contra la válvula de



llenado de la bomba y enroscar el anillo a mano, sin usar herramientas.

-Cerrar la llave negra de control de flujo en el dispositivo de llenado (se cierra en el sentido de las agujas del reloj).

-Abrir la válvula del tanque de oxígeno (en el sentido contrario al de las agujas del reloj), no más de un cuarto de vuelta.

-Introducir gradualmente el oxígeno: abrir la llave negra de control de flujo, hasta que la presión dentro de la bomba llegue a un máximo de 25 Atm. (indicadas en el manómetro del dispositivo de llenado)

-Cerrar la llave de control negra primero y después la del tanque de oxígeno.

-Bajar lentamente la palanca de purga para sacar el gas atrapado entre la manguera y el dispositivo de llenado.

-Desenroscar el anillo de la cabeza de la manguera para retirarla de la válvula de llenado.

### 3. Ensamblado del Calorímetro.

-Pesar la cubeta oval vacía y seca, agregarle 2,000  $\pm$ 0.5ml. de agua destilada. La cubeta puede ser llenada por cualquier método volumétrico de exactitud comprobada.

-Poner la cubeta llena dentro de la cubierta aisladora en tal posición que la seña de localización de la bomba (un círculo), quede hacia el frente del calorímetro. Instalar las pinzas en los dos orificios que posee la anilla estriada

de la bomba e introducir la bomba, sumergiéndola parcialmente. Conectar las terminales de los alambres de ignición en los contactos que tiene la bomba en la cabeza (el agua no debe tocar ni los contactos, ni las terminales de los alambres de ignición). Empujar el exceso de alambre por la parte exterior de la cubeta oval. Terminar de sumergir la cubeta.

-Atornillar el soporte del termómetro en la placa que se encuentra en la tapa de la cubierta aisladora; luego que se coloca la tapa sobre la cubierta aisladora de tal modo que el soporte del termómetro quede frente al operador. La cubierta debe encajar en el lugar correspondiente. Dar vueltas a la polea de la hélice para asegurarse de que no tiene obstrucciones.

#### 4. Operación del Calorímetro.

-Colocar la faja de hule entre la polea de la hélice y el rotor del motor que mueve la hélice, conectar el enchufe del motor en el tomacorriente y encenderlo moviendo el switch que posee la unidad del motor en el sentido de las agujas del reloj.

-Conectar las guías metálicas de los extremos de los cables que salen de la cubierta aisladora en las terminales de la unidad de ignición en las posiciones indicadas para la fusión de alambre fusible de 10 cm. Conectar el enchufe de la unidad de ignición en un tomacorriente AC de 115-110 V.

-Dejar funcionar la hélice por cinco minutos para alcanzar un equilibrio térmico antes de empezar la determinación. Al final de este periodo comenzar a medir la temperatura.

-Realizar lecturas cada minuto durante cinco minutos. En el minuto seis, oprimir el botón de la unidad de ignición (disparo), para producir la corriente que inicia la combustión de la muestra. Continuar realizando lecturas de la temperatura cada minuto. Después del periodo de elevación rápida de temperatura (4 a 5 minutos aproximadamente después del disparo), ajustar el lente de aumento en el termómetro y continuar con las lecturas hasta que la diferencia entre lecturas sucesivas sea constante por cinco minutos.

5. Apertura del Calorímetro.

-Después de la última lectura realizada, desconectar el motor, quitar la faja y levantar la tapadera colocándola en el soporte respectivo. Sacar el termómetro y el agitador con un paño suave y limpio para remover cualquier gota de agua. Sacar la bomba de la cubeta ovalada, quitar los alambres de ignición y secar la bomba con una toalla limpia.

-Abrir la válvula de salida de la bomba, desenroscando la tuerca estriada poco a poco; el tiempo de descompresión debe durar por lo menos un minuto para evitar pérdidas por la turbulencia. Cuando toda la presión ha sido aliviada, proceder a quitar la cabeza de la bomba, desenroscando la anilla estriada. Levantar la cabeza de la bomba y colocarla

en su soporte. Examinar el interior de la bomba minuciosamente, buscar hollín u otro indicio de que la combustión no fué perfecta. Si se encuentra evidencia de que no fué completa, descártese y repítase el experimento bajo otras condiciones. .

6. Titulación Acida.

-Lavar todas las superficies interiores de la bomba con el chorro de una piseta con agua y coleccionar las aguas del lavado en un beacker. Titular dichas aguas de lavado con una solución estándar de carbonato de sodio utilizando naranja o rojo de metilo como indicador. Es recomendable una solución 0.0725 N de carbonato de sodio, en esta titulación para la simplificación de los cálculos. También pueden utilizarse soluciones estandarizadas de NaOH y KOH.

7. Corrección por el Alambre Fundido.

-Recoger todos los pedazos del alambre fundido no quemado, sumar sus longitudes individuales en cm. y esta suma restarla a la longitud inicial del alambre (10 cm.). Este dato corresponde a la cantidad total de alambre quemado.

8. Cálculos de acuerdo a fórmulas establecidas. (8).



tratamiento biológico para el cual se hizo una fermentación anaeróbica.

Las porciones recogidas de los "pulperos" fueron sometidas a deshidratación solar. Posteriormente a su separación se sometieron a molienda en molino de martillo.

### 7.3.2 Diseño Estadístico:

Para el análisis e interpretación de resultados se utilizaron medidas de tendencia central como la media y medidas de variabilidad como la variación estándar.

Se realizaron determinaciones de valor calórico de las siete muestras en triplicado de donde se obtuvo el valor medio de los datos.

La presente investigación se basó en una observación sistemática en la cual la interpretación de los resultados está fundamentada en la comparación de valores reportados por la literatura para la pulpa del mango.

Se aplicó la prueba de Análisis de Varianza (ANDEVA) para la inferencia de igualdad o diferencia estadística de los resultados obtenidos entre los distintos subproductos, así como entre los tratamientos aplicados.

## 8. RESULTADOS

A continuación se presentan los resultados obtenidos por medio de las tablas I, II y III; y sus respectivas gráficas.

El subproducto entero presenta el mayor valor en Calorías (4.11 Cal/g), seguido por la almendra (4.02 Cal/g). En el caso de la almendra se sustenta con este resultado la presencia de material graso. El orden en cuanto a magnitud de Calorías lo siguen la semilla (3.97 Cal/g), la cáscara de la semilla (3.96 Cal/g) y por último la cáscara del fruto (3.82 Cal/g).

En la comparación realizada en base a distintos tratamientos el subproducto entero natural (sin ningún tratamiento), presentó la mayor magnitud, seguida del valor obtenido por el tratamiento químico y por último el tratamiento biológico.

La tabla III se presenta para demostrar la precisión y consistencia del método, inferidas por análisis de varianza (ANDEVA).

TABLA I  
VALOR CALORICO DE SUBPRODUCTOS INDUSTRIALES DEL MANGO

SUBPRODUCTO	VALOR CALORICO		
	calorías/g	kilocalorías/g	Desviación
Subproducto Entero*	4,107.29	4.11	± 0.06
Almendra*	4,021.65	4.02	± 0.20
Semilla*	3,969.12	3.97	± 0.11
Cáscara de Semilla*	3,961.19	3.96	± 0.04
Cáscara del Fruto*	3,817.22	3.82	± 0.12

\* Valor medio ± Desviación estándar  
F = 2.31     $F_{\alpha=0.01} = 5.99$

TABLA II  
VALOR CALORICO DEL SUBPRODUCTO ENTERO INDUSTRIAL DEL MANGO CON  
DISTINTOS TRATAMIENTOS

SUBPRODUCTO	VALOR CALORICO		
	calorias/g	kilocalorias/g	Desviación
Subproducto Entero Natural*	4,107.29	4.11	± 0.06
Subproducto Entero con tratamiento químico*	4,045.09	4.04	± 0.02
Subproducto Entero con tratamiento biológico*	4,024.73	4.02	± 0.05

\* Valor medio ± Desviación estandar  
F= 1.68  $F_{p=0.01} = 10.92$

TABLA III  
DETERMINACION DE VARIANZA ENTRE LAS LECTURAS REALIZADAS POR EL  
METODO DE COMBUSTION OXIDATIVA

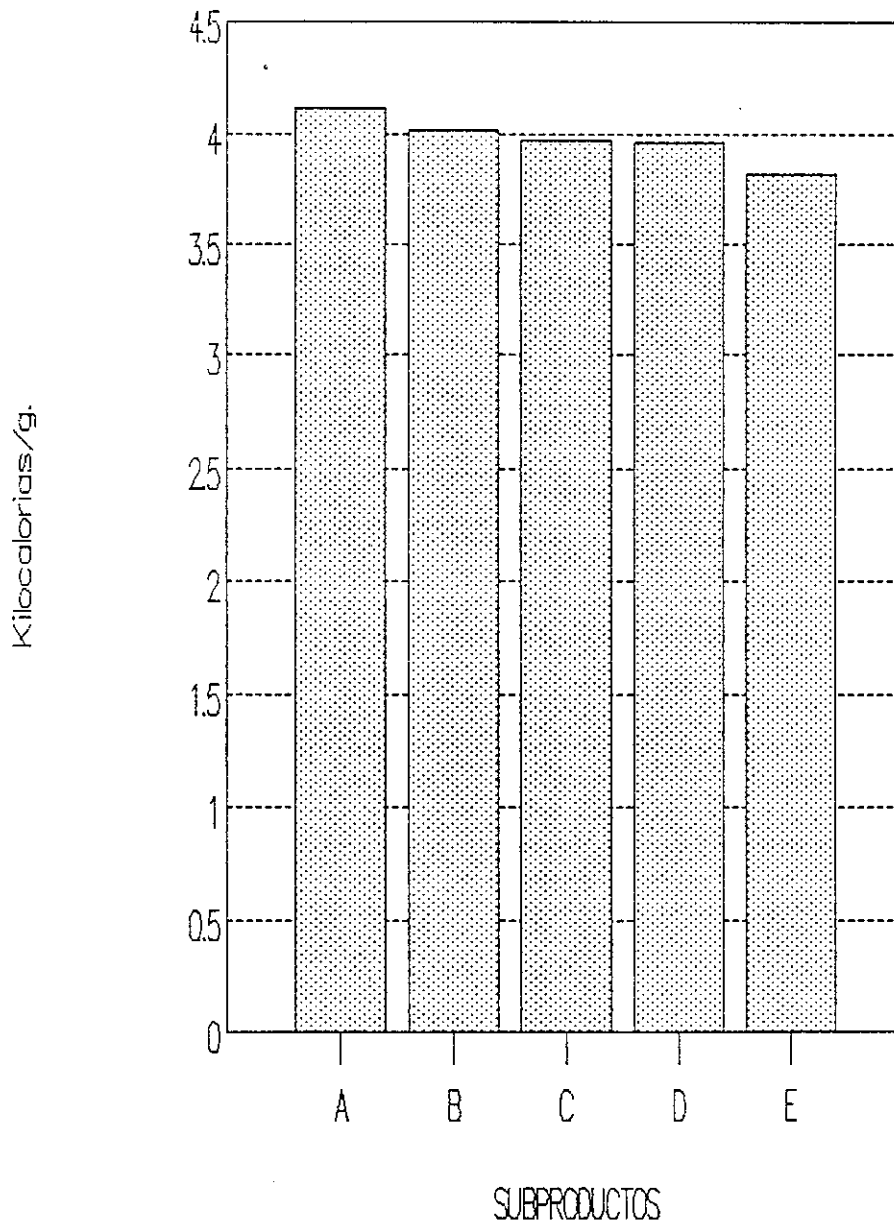
	VALOR CALORICO		ANDEVA
	kilocalorias/g	Desviación	
Subproducto Entero 1	4.11	± 0.04	F = 6.14 $F_{p=0.01} = 10.92$
Subproducto Entero 2	4.00	± 0.05	
Subproducto Entero 3	3.96	± 0.07	

Valor Medio ± Desviación estandar



## GRAFICA I.

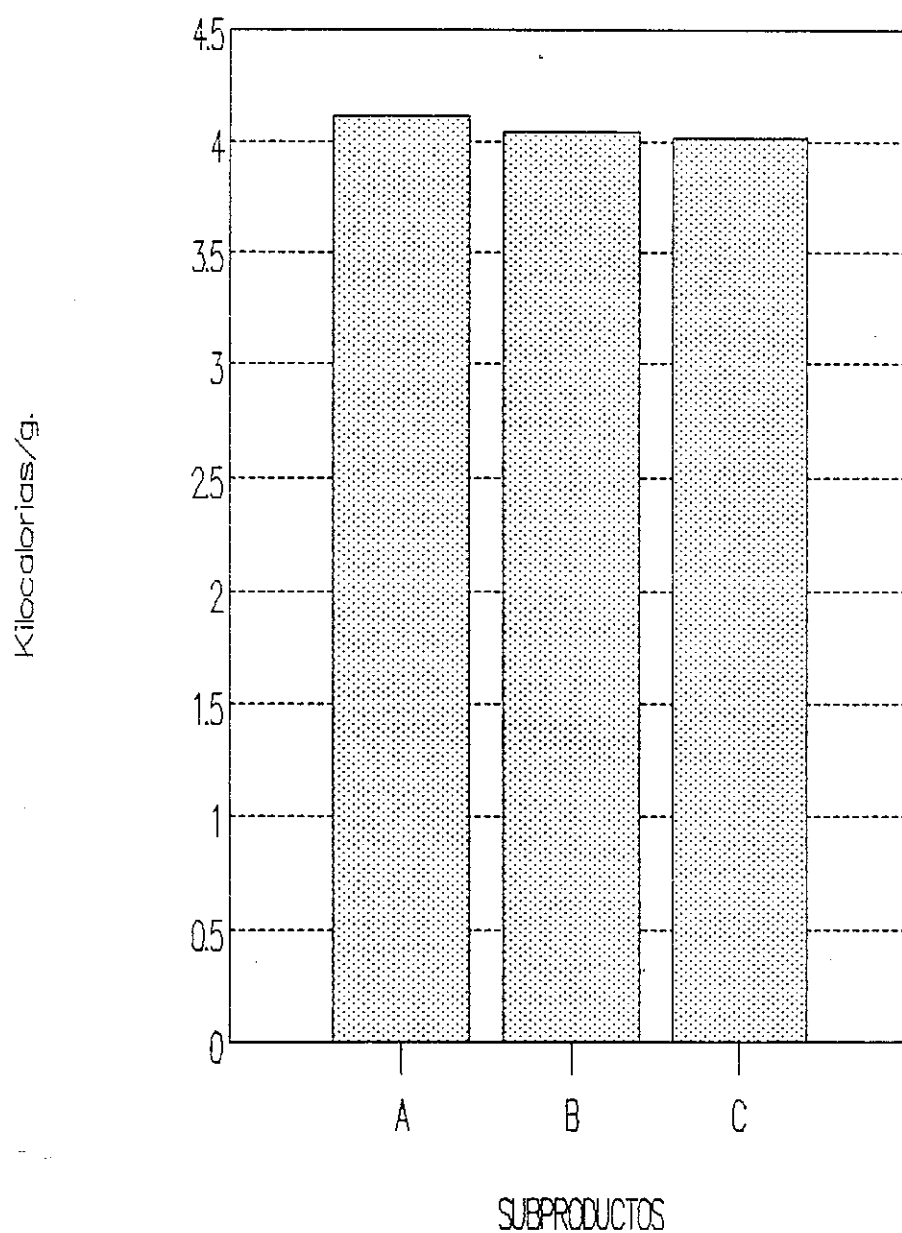
DIAGRAMA DE BARRAS DE LAS MAGNITUDES DE VALOR CALORICO DE LOS SUBPRODUCTOS INDUSTRIALES DEL MANGO



A = Subproducto Entero (4.11 Cal/g)  
B = Almendra (4.02 Cal/g)  
C = Semilla (3.99 Cal/g)  
D = Cáscara de Semilla (3.96 Cal/g)  
E = Cáscara del Fruto (3,82 Cal/g)

## GRAFICA II.

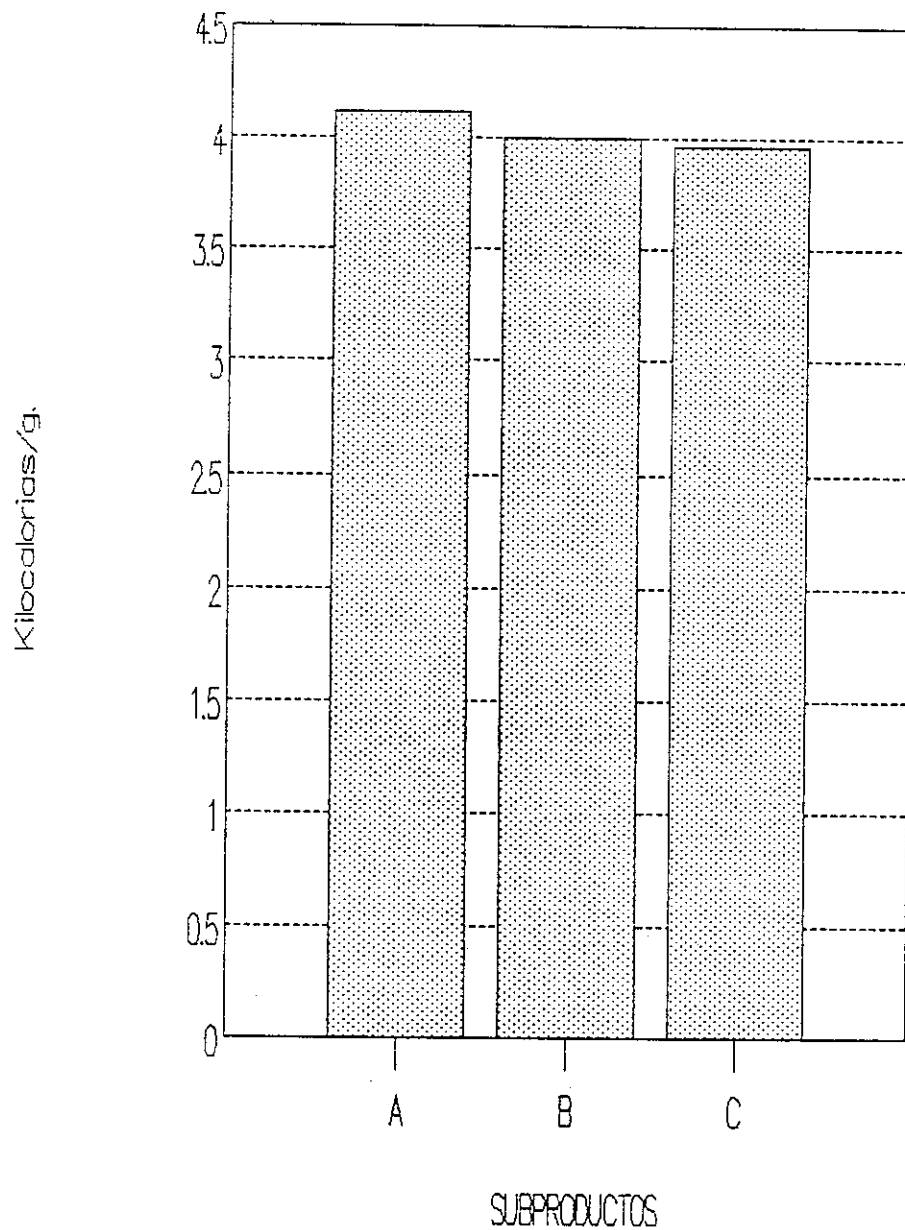
DIAGRAMA DE BARRAS DE LAS MAGNITUDES DE VALOR CALORICO DEL  
SUBPRODUCTO ENTERO INDUSTRIAL DEL MANGO  
CON DISTINTOS TRATAMIENTOS



A = SUBPRODUCTO ENTERO NATURAL  
B = SUBPRODUCTO ENTERO CON TRATAMIENTO QUIMICO  
C = SUBPRODUCTO ENTERO CON TRATAMIENTO BIOLOGICO

## GRAFICA III.

COMPARACION DE LAS MAGNITUDES DE VALOR CALORICO OBTENIDO A PARTIR  
DE UN MISMO SUBPRODUCTO PARA ESTABLECER LA CONSISTENCIA  
DEL METODO. DE COMBUSTION OXIDATIVA



A = SUBPRODUCTO ENTERO 1

B = SUBPRODUCTO ENTERO 2

C = SUBPRODUCTO ENTERO 3

## 9. DISCUSION DE RESULTADOS

Los resultados que aparecen en la Tabla I presentan valores con un rango de 0.29 calorías establecido por la diferencia entre los valores de mayor magnitud que fueron obtenidos del subproducto entero (4.11 Cal/g) y el dato de menor magnitud obtenido de la cáscara del fruto (3.82 Cal/g).

Para la determinación de la validez estadística de la diferencia encontrada entre los subproductos, se realizó la prueba de Análisis de Varianza (ANDEVA), por medio de la cual se infirió que dicha diferencia no es significativa; pues se obtuvo un valor experimental de  $F = 2.31$  el cual es menor que el valor  $F$  teórico = 5.99 a un nivel de confianza de  $p=0.01$ .

Dicho resultado permite inferir, que los valores para todos los subproductos industriales del mango, son iguales estadísticamente.

Los resultados obtenidos a partir de los subproductos a los cuales se sometió a tratamiento químico y biológico, con el objeto de romper la pared celular y obtener mayor energía, presentan magnitudes similares (4.04 Cal/g y 4.02 Cal/g respectivamente), sin embargo ninguno superó al valor del subproducto entero natural (4.11 Cal/g). Tampoco se determinó diferencia significativa al aplicar la prueba de ANDEVA (a un nivel de confianza de  $p=0.01$ ), por lo que los tres valores son estadísticamente iguales de acuerdo al diseño realizado. Para este caso, un estudio "in vitro" que cuantifique el valor energético liberado y el absorbible, podría diferenciar al subproducto no tratado de los que fueron sometidos a tratamiento químico y biológico.

Es importante hacer notar que las calorías de los subproductos industriales del mango en general, para la especie y variedad bajo estudio, presentan un incremento al compararse con el valor que reporta la bibliografía (tablas de INCAP, referencias 11 y 12), para la pulpa (porción comestible) que es de 3.57 Cal/g.

Al no haber diferencia estadísticamente significativa entre sí, los subproductos industriales del mango en conjunto, tienen un valor medio de 3.99 Cal/g (en base seca), mientras que la pulpa reporta un valor de 3.57 Cal/g (en base húmeda).

Estos valores presentan un rango de mayor amplitud (0.42 Cal) y una diferencia que representa mayor potencial energético en los subproductos. Esto puede explicarse en función de la composición química y estructural de las distintas partes del fruto del mango, en especial la estructura de la pared celular, rica en polisacáridos poliestructurados.

El aparato digestivo humano, es incapaz de digerir polisacáridos poliestructurados, pues "in vivo" no puede lograr la metabolización de los mismos, para el aprovechamiento nutritivo del potencial de energía que ofrecen estos subproductos. Sin embargo otros sistemas digestivos como el de los rumiantes consistente en digestión bacteriana (20), tienen la capacidad de degradar completamente la fibra vegetal, por lo que se puede aprovechar con alto rendimiento todo el valor nutritivo que le puede ser aportado. Estos antecedentes sustentan la alternativa de utilizar los subproductos derivados del proceso industrial del mango en la alimentación animal, lo cual adaptado al medio

guatemalteco puede aplicarse a ganado vacuno principalmente y/o caprino como segunda opción.

Los datos obtenidos permiten comprobar el planteamiento efectuado en la hipótesis de la presente investigación, en cuanto a que el valor energético de los subproductos derivados del procesamiento industrial del mango, tiene magnitudes significativas para la nutrición animal.

Debe indicarse que es valioso un estudio para la obtención de datos "in vitro", sometiendo las muestras a una degradación preliminar para determinar el valor calórico absorbible, lo cual brindará datos que pueden complementar los del presente estudio.

## 10. CONCLUSIONES

- 10.1 Los valores calóricos de los diferentes subproductos derivados del proceso industrial del mango (cáscara del fruto, semilla, almendra, cáscara de la semilla y subproducto entero), no difieren estadísticamente entre sí.
- 10.2 Los tratamientos químico y biológico, aplicados al subproducto entero natural, para desintegrar la pared celular, no evidenciaron cambio alguno en el valor calórico del mismo.
- 10.3 El valor energético de los subproductos industriales del mango tiene magnitud significativa para fines nutritivos.
- 10.4 El valor calórico de los subproductos derivados del proceso industrial del mango, es mayor que el valor calórico de la porción comestible (pulpa) que reporta la bibliografía para la especie *Mangifera indica*.
- 10.5 La opción práctica y económicamente conveniente para el aprovechamiento nutritivo del potencial energético de los subproductos derivados del proceso industrial del mango, podría ser su uso en la dieta alimenticia de rumiantes.
- 10.6 El empleo sistemático de los volúmenes de subproductos derivados de la industria del mango, contribuirá a dar una solución racional al problema de manejo de desechos.
- 10.7 El método utilizado en el presente estudio es consistente y tiene un coeficiente de variación de 1.33% para este tipo de determinaciones.

## 11. RECOMENDACIONES

- 11.1 Con base a la dilucidación de la Composición Proximal y el nivel energético de los subproductos industriales del mango, realizar una segunda fase de investigación para la obtención de datos de asimilación energética (biodigestibilidad) "in vitro" y establecer si hay diferencia significativa con los datos del presente estudio.
  
- 11.2 Continuar el proceso de investigación y ejecución para la implantación de un sistema de manejo de desechos que permita la utilización racional de los mismos.
  
- 11.3 Realizar un estudio económico para establecer los costos y beneficios de la implantación de un sistema de manejo de desechos, destinado a la utilización de los mismos como alimento animal.



## 12. REFERENCIAS

- 1- American Society For Testing and Materials (ASTM). Standards for Bomb Calorimetry. Supplied by Courtesy of parr instrument company. Authorized Reprint from the Annual Book of ASTM Standards. October 1973.
- 2- Anderson L. y otros. Nutrición y Dieta de Cooper. 17a. ed. J.C. Pecina, trad. México: Interamericana. 1,985.
- 3- Avers Ch. J. Biología Celular. López R.O. trad. México: Iberoamerica. 1,981.
- 4- Badui S. Química de los Alimentos. México: Limusa. 1,986.
- 5- Burton B. T. Nutrición Humana. México: Limusa. 1,966.
- 6- Clayman Ch. B. Biblioteca Médica Familiar, Dieta y Nutrición. Madrid: Everest. 1,991.
- 7- Chang, R. Fisicoquímica con Aplicaciones a Sistemas Biológicos. Garduño S. trad. México: Continental. 1,987.
- 8- Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Departamento de Fisicoquímica. Manual de Prácticas de Laboratorio del Curso de Fisicoquímica. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala. 1,993.
- 9- Goering H. K. y Van Soest P.J. Forage Fiber Analyses. (Apparatus, Reagentes, Procedures and some Applications). p, 1-20 (In Agricultural Research Service. Agriculture Handbook No. 379). USA. United States Department of Agriculture.
- 10- Hernández M.A. Estudios Socioeconómicos de Guatemala. Guatemala: Latina. 1,982.
- 11- INCAP-ICNND. Tabla de Composición de Alimentos para Uso en América Latina. Guatemala. 1,961.

- 12- INCAF. Valor Nutritivo de los Alimentos para Centro América y Panamá. 1,971.
- 13- Lehninger A.L. Bioquímica. México: Interamericana. 1,991.
- 14- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación. Noti-Mangos. No. 9, 10 y 12. Guatemala. 1,995.
- 15- Novikoff A. y Holtzman E. Estructura y Dinámica Celular. Espinoza R. trad. México: Interamericana. 1,981.
- 16- PARSA, OIRSA, PROFRUTA, GEXPRONT. Seminario Internacional y II Encuentro Nacional de Productores y Exportadores de Mango de Guatemala. Guatemala. Junio de 1,995.
- 17- Prensa Libre. "Guatemala espera duplicar producción de mango en los próximos dos años". Guatemala: Junio 26 de 1,996.
- 18- Scheider W. L. Guía Moderna para una Buena Nutrición. Rosas, R.M., trad. México: McGraw-Hill. 1,985.
- 19- Villee, C.A. Biología 6a. ed. Agunt, V., trad. México: Interamericana. 1,974.
- 20- Villee, C.A., Warrent Walkerd y Frederick E. Smith. Zoología 3a. edición. Fernando Colchero Arrobarrena, Trad. Mexico: Interamericana. 1983.

13. A N E X O S



## ANEXO 1

## CLASIFICACION BOTANICA DEL MANGO

Nombre botánico según Cronquist

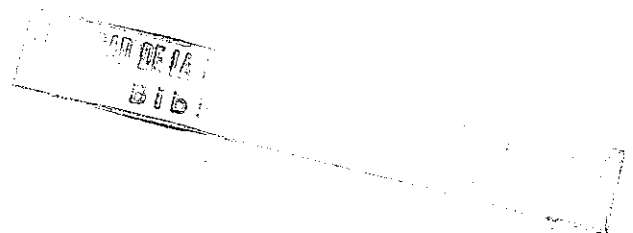
Reino:	Plantae
Sub-Reino II:	Embryobionta
División XVII:	Magnoliophyta
Clase 1:	Magnoliopsida
Sub-Clase V:	Rosidae
Orden 16:	Sapindales
Familia:	Anacardiaceae
Género:	Mangifera
Especie:	<u>Mangifera indica</u>
Nombre Botánico:	<u>Mangifera indica</u> L
Nombre común:	Mango

## ANEXO 2

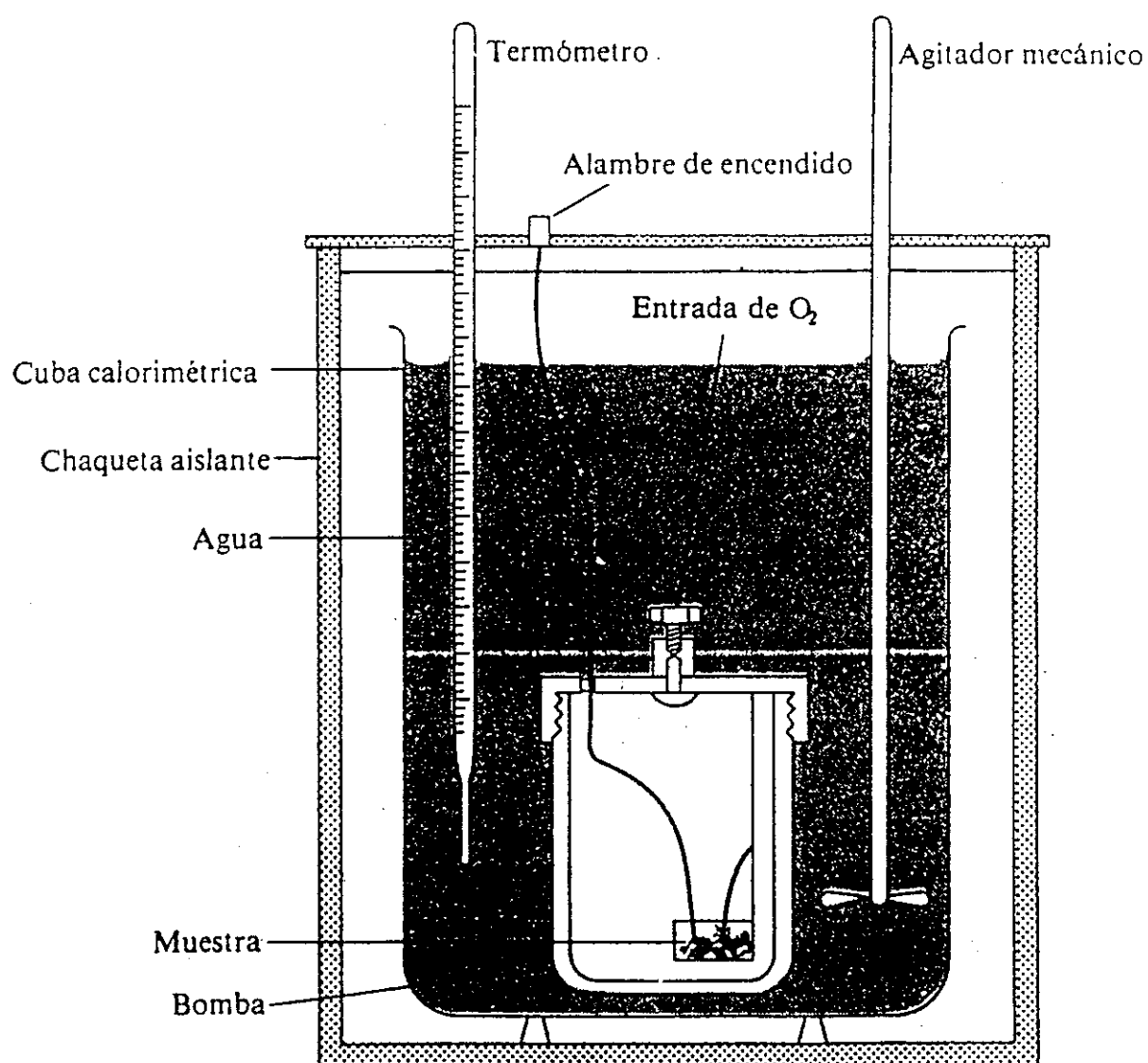
## MORFOLOGIA DE LA FRUTA DEL MANGO

El fruto es una drupa que está formado por un exocarpio que es la cáscara, el mesocarpio constituye la pulpa comestible y el endocarpio fibroso que cubre la semilla. De este endocarpio salen un número variable de fibras que se extienden en la parte carnososa y cuyo número varía de unas pocas a muchas, lo cual constituye uno de los índices para determinar la calidad de la fruta.

Los frutos son de forma, color y tamaño variable. Existen frutos que miden desde 5 hasta 25 centímetros o más de largo y pesos de unos pocos gramos hasta más de 2 kilogramos.



ANEXO 3  
DIAGRAMA ESQUEMATICO DE UNA BOMBA CALORIMETRICA A VOLUMEN  
CONSTANTE



## ANEXO 4

## HISTORIA DE LOS PRODUCTOS DE EXPORTACION DE GUATEMALA

Las exportaciones de Guatemala, se circunscriben a través de los años al monocultivo (cultivo de un solo producto). Esta situación se remonta a través de la historia hasta la etapa del feudalismo colonial, durante la cual el principal producto de exportación de Guatemala fue el añil, el cual era destinado a Europa donde se utilizaba como colorante para telas.

Con la aparición de los colorantes químicos el precio del añil cayó vertiginosamente, lo que contribuyó a su baja como producto de exportación. No obstante la condición anterior, la grana que también era un colorante, se constituyó en el principal producto de exportación de Guatemala y parte de Centroamérica. Esta producción tardó en Guatemala, entre los años cuarenta y cincuenta del siglo XIX, obteniéndose una cantidad significativa de divisas europeas mediante, venta o exportación. A finales de la década de los cincuenta y principios de los sesenta, del mismo siglo, la grana también cae de precio dándose la necesidad de cambiar de producto de agroexportación. El siguiente producto de exportación también estuvo limitado al monocultivismo, y en esta ocasión se trató del café, el cual ya se cultivaba en pequeña escala y cobró auge a principios de la década de los setenta del siglo XIX, luego de la Reforma Liberal encabezada por Justo Rufino Barrios y Miguel García Granados.

El cultivo del café es importante en la actualidad, ya que alcanza excelentes precios, principalmente en los últimos años de la década de los cincuenta y principios de los sesenta del presente siglo. Un problema en los últimos años es que la mayoría de países latinoamericanos también son productores y exportadores de café; el Brasil constituye el principal exportador en el continente.

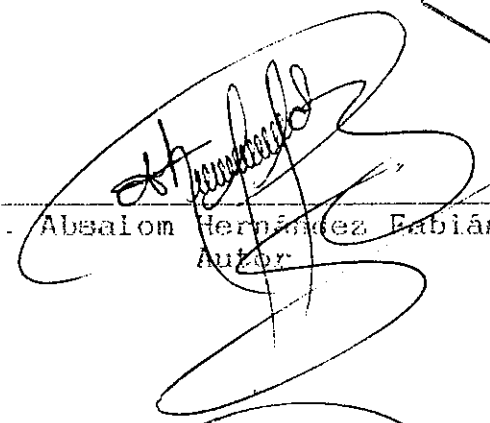
A pesar de ser el café el principal producto de exportación, en el presente siglo se inició el abandono de la mala práctica del monocultivismo; impulsándose también el cultivo y la exportación de azúcar y algodón, productos que han causado un importante aporte a la economía nacional. Por los volúmenes de exportación, el café, el azúcar y el algodón fueron por muchos años, los productos tradicionales de exportación del País; hasta inicios de la década de los ochenta del presente siglo, en la cual aparecen nuevos productos de exportación para la apertura de nuevos mercados. Entre tales productos puede mencionarse el petróleo del Petén y las Verapaces; figuran además artesanías, flores, cardamono, carnes, ropa, verduras y frutas. Los principales mercados de todos estos productos se encuentran en los países europeos y Estados Unidos de Norteamérica. (10)

Entre las frutas de exportación sobresale el mango, por los volúmenes de su producción y sus consecuentes implicaciones económicas para el país. Parte de esta fruta se vende como fruta entera y otra parte conlleva procesamiento industrial que le agrega valor al producto.

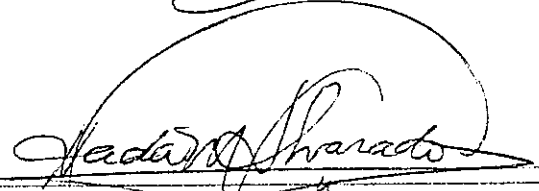


Debido a su escaso desarrollo industrial, Guatemala es un productor y exportador de materias primas, perdiéndose la oportunidad de agregar valor a las mismas y poder cotizar en forma competitiva sus productos. Esta condición llama la atención a empresarios y al sector Gubernamental y en los últimos años se inicia el impulso de proyectos para el procesamiento interno de las materias primas y su posterior exportación; tal es el caso de las frutas y específicamente, el caso del mango.

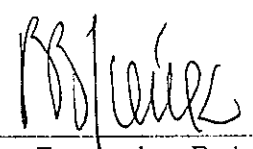
PROCTORIA DE LA UNIVERSIDAD DE LOS RIOS  
Biblioteca Central



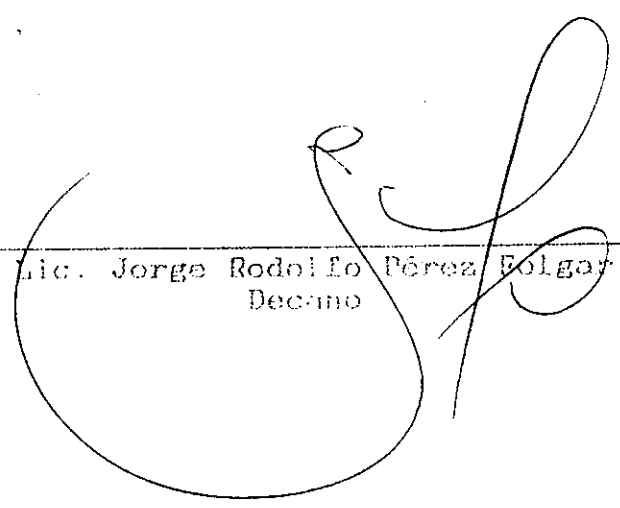
Er. Absalom Hernández Fabián  
Autor



Licenciada Hada Marieta Alvarado  
Asesora



Licenciada Beatriz Batres de Jiménez  
Directora



Lic. Jorge Rodolfo Pérez Folgar  
Decano