


# UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA NUTRICIÓN Y  
ALIMENTOS

## TESIS PROFESIONAL

BEBIDA EN POLVO A BASE DE  
SEMILLA DE MAMEY (*POUTERIA  
SAPOTA*)

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

LICENCIADO EN CIENCIA Y  
TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

PRESENTA

ANA ISABEL RUIZ ALBORES

DIRECTOR DE TESIS

M.C. ROSA MÁRQUEZ MONTES



# *Agradecimientos*

## **A dios**

Por darme la fortaleza necesaria para que esto fuera posible, porque a pesar de los obstáculos me permitió llegar en este momento tan especial en mi vida.

## **A mis padres**

Quienes son mi motor y mi mayor inspiración María del Carmen y Marcelo gracias por apoyarme en todo momento, a través de su amor, buenos valores inculcados y cada esfuerzo me ayudaron a realizar una meta anhelada en mi vida, este logro también es de ustedes.

## **A mis hermanos**

Alexis y Diana por ser parte importante de mi vida y llenarme de alegría día tras día cuando más lo necesitaba.

## **A ti, Jorge**

De todo corazón te agradezco por acompañarme durante toda mi etapa universitaria, que con tu valor y entrega ha sido una persona incondicional en mi vida, por tu paciencia y amor que me ayudaban a calmarme en los momentos más difíciles y por sacarme una sonrisa justo en el momento que más lo necesitaba. TE AMO

## **A mis amigas**

**Berenice**, gracias por estar conmigo y apoyarme en toda la carrera, pasamos momentos increíbles juntas y sé que este proyecto desde el principio decidimos trabajarlo juntas, aunque al final te hayas ido por buenas razones nunca me dejaste sola, muchas gracias por tu valiosa amistad.

**Cynthia**, te agradezco no solo por la ayuda brindada, sino por los buenos momentos que pasamos juntas, eres una increíble persona, muchas gracias por tu valiosa amistad.

## **A mi directora de tesis**

M en C. Rosa Márquez Montes le agradezco mucho por la ayuda y tiempo que me brindó para terminar satisfactoriamente la tesis.

Con cariño  
Ana Isabel Ruiz Albores



UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS  
DIRECCION DE SERVICIOS ESCOLARES  
DEPARTAMENTO DE CERTIFICACIÓN ESCOLAR



Autorización de Impresión

Lugar y Fecha: TUXTLA GUTIÉRREZ, CHIAPAS A 18 DE OCTUBRE DEL 2019

C. ANA ISABEL RUIZ ALBORES

Pasante del Programa Educativo de: LICENCIATURA EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE LOS ALIMENTOS

Realizado el análisis y revisión correspondiente a su trabajo recepcional denominado:

BEBIDA EN POLVO A BASE DE SEMILLA DE MAMEY (Poutería sapota).

En la modalidad de: TESIS PROFESIONAL

Nos permitimos hacer de su conocimiento que esta Comisión Revisora considera que dicho documento reúne los requisitos y méritos necesario s para que proceda a la impresión correspondiente, y de esta manera se encuentre en condiciones de proceder con el trámite que le permita sustentar su Examen Profesional.

ATENTAMENTE

Revisores

Firmas

M EN C. SUSANA GUADALUPE ZEA CALOCA

MTRD. PEDRO GERARDO TREJO FLORES

M EN C. ROSA MARGUEZ MONTES



*(Handwritten signatures)*

COORD. DE TITULACIÓN

# CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	1
JUSTIFICACIÓN.....	2
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
OBJETIVOS.....	4
General.....	4
Específicos.....	4
MARCO TEÓRICO.....	5
Perdidas de alimentos.....	5
Tipos de pérdidas de alimentos y desperdicios de frutas y hortalizas.....	6
La semilla como un desperdicio.....	6
Mamey.....	7
Variedades.....	8
Taxonomía.....	8
Árbol.....	8
Flores.....	9
Hojas.....	9
Cáscara.....	9
Fruto.....	10
Semilla.....	12
Aceite.....	13
Composición química de la pulpa.....	14
Cultivo de mamey.....	16
Producción.....	17

Clima y suelo .....	18
Fertilización .....	18
Riego.....	18
Poda.....	19
Plagas y enfermedades .....	19
Usos del fruto de mamey.....	19
Antecedentes .....	20
Origen de las bebidas .....	21
Bebidas a base de maíz.....	21
Atole .....	21
El pozol.....	22
Popo .....	22
El tascalate .....	23
Maíz (Zea Mays. L).....	23
Cultivo de maíz .....	24
Cosecha .....	24
Composición química .....	25
HIPÓTESIS .....	26
METODOLOGÍA.....	27
Diseño de la Investigación .....	27
Diseño Experimental .....	27
Variables Independientes y Dependientes .....	27
Descripción del Proceso .....	28
Material Biológico.....	30
Preparación de la semilla de mamey .....	30

Extracción de grasa de la semilla.....	30
Procedimiento para obtener la harina de maíz.....	31
Preparación del polvo para preparar la bebida.....	31
Descripción de técnicas analíticas .....	31
Determinación de propiedades funcionales.....	32
Determinación de análisis químico proximal .....	33
Determinación de color.....	34
Diseño de estudio de la evaluación sensorial.....	35
PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS .....	36
Rendimiento de extracción de grasa por métodos de calor y soxhlet de la semilla de mamey. .....	36
Resultado de la determinación de propiedades funcionales de la harina de semilla de mamey desengrasada.....	37
Resultados del análisis químico proximal de la harina de semilla de mamey desengrasada y maíz tostado molido.....	38
Resultados del análisis químico proximal de la mezcla de las diferentes formulaciones.....	40
Resultados de $cie-l*a*b^*$ .....	42
Resultados de la determinación del valor nutricional.....	44
Resultado de la evaluación sensorial de las diferentes formulaciones de la bebida en polvo.....	45
CONCLUSIÓN.....	46
REFERENCIAS DOCUMENTALES.....	47
ANEXOS.....	53
Anexo 1: papeleta de la evaluación sensorial.....	53
Anexo 2: técnicas utilizadas para realizar el análisis químico proximal (aoac).....	54
Anexo 3. resultado de anova del análisis químico proximal de harina de semilla de mamey y maíz tostado y molido.....	57

Anexo 4. resultado de anova del análisis químico proximal de las formulaciones 1, 2 y 3.....	62
Anexo 5. análisis de varianza de la evaluación sensorial de las mezclas de harinas. prueba de sabor .....	68
Anexo 6. Preparación de la semilla de mamey. ....	69
Anexo 7. Extracción de grasa de la semilla de mamey.....	70
Anexo 8. Determinación de color.....	71
Anexo 9. Análisis químico proximal.....	72

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Árbol de mamey (Fernández <i>et al.</i> , 2009).....	9
Figura 2. Flor de mamey (Fernández <i>et al.</i> , 2009).....	9
Figura 3. Fruto y semilla de mamey (Fernández <i>et al.</i> , 2009).....	10
Figura 4. Fruto de mamey (Fernández <i>et al.</i> , 2009).....	12
Figura 5. Semilla de mamey (Velázquez <i>et al.</i> , 2015).....	12
Figura 6. Estados de mayor producción en México (SIAP, 2011). ....	17
Figura 7. Bebida atole.....	22
Figura 8. Bebida pozol. ....	22
Figura 9. Bebida popo.....	22
Figura 10. Bebida tascalate.....	23
Figura 11. Maíz.....	23
Figura 12. Desarrollo de la investigación.....	29
Figura 15. Preparación para obtener la harina de la semilla de mamey. ....	69
Figura 16. Extracción de grasa de la semilla de mamey. ....	70
Figura 17. Determinación de color a testigo y dos tipos de tratamiento de la Harina. ....	71
Figura 18. Determinación de Análisis Químico Proximal .....	72

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Taxonomía del fruto de mamey.....	8
Tabla 2. Algunas propiedades físicas y químicas del aceite de “almendra” de semilla de mamey. .....	13
Tabla 3. Composición química de la harina de la semilla de mamey desengrasada. ....	14
Tabla 4. Composición química de la pulpa de mamey. ....	15
Tabla 5. Cultivo de maíz blanco 2016/2018. ....	24
Tabla 6. Composición química proximal de las partes principales de los granos de maíz (%). .	25
Tabla 7. Diseño experimental de la concentración de semilla de mamey y maíz tostado.....	27
Tabla 8. Variables independientes y dependientes.....	28
Tabla 9. Resultados de rendimiento de aceite y harina utilizando diferentes métodos de extracción. ....	36
Tabla 10. Resultados de las propiedades funcionales de la harina de mamey desengrasada.....	37
Tabla 11. Resultados del análisis químico proximal de la harina de semilla de mamey y maíz tostado (g/100).....	39
Tabla 12. Resultados del análisis químico proximal de la mezcla de las diferentes formulaciones. ....	41
Tabla 13. Resultados de los distintos tratamientos de la harina de semilla de mamey. ....	42
Tabla 14. Resultados de °Hue y Croma de la harina de semilla de mamey & harina de maíz....	43
Tabla 15. Resultados de °Hue y Croma de las distintas formulaciones de harina de semilla de mamey & harina de maíz .....	43
Tabla 16. Composición nutrimental de las tres formulaciones de la bebida en polvo. ....	44
Tabla 17. Resultado de la evaluación sensorial, prueba de aceptación.....	45

# INTRODUCCIÓN

El mamey colorado, (*Pouteria Sapota*), conocido con otros nombres como zapote, sapote, mamey sapote o mamey rojo, pertenece a la familia de las sapotáceas, al igual que la sapodilla o níspero venezolano, *Manilkara Zapota*, también llamado zapote o chico-zapote. Un pariente próximo es el sapote verde o zapote injerto, *Pouteria Viridis*, que crece en zonas más frías y posee frutos de buena calidad (Fernández, 2009).

El mamey (*Pouteria Sapota*), es un árbol nativo de la selva tropical, se distribuye desde el sur de México hasta Nicaragua, y ha sido introducida a otros países, los frutos son apreciados en el mercado nacional en México (Rendón *et al.*, 2001).

El fruto puede ser redondo o elíptico, de hasta 20 cm de largo, pudiendo sobrepasar los 2 kg de peso. Tiene una piel áspera, gruesa, coriácea y de color marrón. La pulpa es cremosa y dulce, de color salmón rojizo. Contiene de 1 a 4 semillas grandes, marrones, brillantes y en forma de huso (Fernández, 2009).

La semilla puede ser utilizada para la obtención de plantas que se usan como portainjerto y para la producción de aceite que es utilizada para la elaboración de cosméticos (Monter *et al.*, 2016).

En el presente proyecto se realizó un polvo para preparar una bebida refrescante usando la semilla de mamey como base y mezclándolo con maíz tostado y molido.

Se desarrollaron tres formulaciones de las cuales se determinaron la composición química proximal y aporte calórico, se evaluaron las mezclas sensorialmente para determinar si el polvo cuenta con características sensorialmente aceptables y la determinación de color por el sistema CIE-L\*A\*B.

## JUSTIFICACIÓN

El mamey es un árbol de estructura abierta que en Canarias no sobrepasa los 8 m de altura. La pulpa de esta fruta se consume fresco, se usa para hacer batidos y helados. Es rico en vitaminas A y C, potasio y fibras. (Fernández, 2009). La semilla, la cual ha sido utilizada tradicionalmente como fuente de aceite de uso cosmético; como subproducto de la extracción de dicho aceite se genera un residuo desengrasado que generalmente se desecha, generando contaminación ambiental o es aprovechado como alimento animal.

Actualmente se han desarrollado diferentes investigaciones sobre el mamey (*Pouteria Sapota*), tanto para el fruto, cáscara y semilla. De la pulpa se ha determinado carotenoides y compuestos fenólicos; de la cáscara y la semilla se ha utilizado en el tratamiento de las aguas residuales asimismo el aceite que procede de la semilla se ha empleado para la producción de biodiesel.

Al extraer el aceite de la semilla queda un residuo con un alto valor nutricional y eso es totalmente desechado.

Las bebidas habitualmente son consumidas todos los días y para ello se utilizó la semilla de mamey con el propósito de obtener una harina la cual al mezclarla con maíz tostado forma una base para bebida en polvo, la cual trae como beneficio su aprovechamiento como residuo agroindustrial, está dirigida el público en general ya que contiene alto valor nutritivo, el cual puede complementar los requerimientos diarios nutricionales.

Este residuo contiene carbohidratos (53.7%), proteínas (24.1%) y fibra (7.1%). Las fracciones que forman parte importante de las proteínas son las prolaminas y glutelinas, ya que representan 75.9% del total, mientras que las albúminas y globulinas apenas constituyen el 14.1%, estos valores son muy similares a los reportados para algunos cereales como el maíz, avena entre otros (Delgado *et al.*, 2008).

La semilla de mamey altos estándares de proteínas y fibra siendo este un desecho, él se aprovecha como una mezcla para preparar bebidas.

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Un tercio de la producción de los alimentos destinados al consumo humano se pierde o desperdicia en todo el mundo, lo que equivale a aproximadamente 1 300 millones de toneladas al año (Fao, 2011).

Cada año, un 22% de la producción mundial de legumbres y oleaginosas se pierde o se desperdicia y el 45% de pérdidas son de frutas y hortalizas, ya que éstas ocurren en todos los eslabones de la cadena alimentaria: el 28% ocurre a nivel del consumidor; el 28% a nivel de producción, el 17% en mercado y distribución y el 22% durante el manejo y almacenamiento y el 6% restante a nivel de procesamiento (Benítez, 2011).

Lo que más se aprecia del mamey durante la cadena alimenticia es la pulpa, en este caso se generan cantidades de residuos de la cáscara y la semilla del mamey. Lo único que aprovechan de ambos residuos es la semilla, la que ha sido objeto de algunas investigaciones debido a su alto contenido de aceite (Solís y col, 2001). Utilizar la semilla de mamey en el área de la alimentación puede ser una opción importante para la industria alimentaria ya que se podría aprovechar este residuo agroindustrial dándole un valor agregado a la producción del fruto, así mismo se plantea una mayor diversificación de opciones altamente nutritivas en la dieta de los mexicanos.

En México existen algunas bebidas que surgieron entre los pueblos indígenas en la época colonial emparentadas con el cacao entre las cuales se encuentran: el téjate oaxaqueño, el pozol, y el tascalate chiapaneco. Estas nacieron gracias a los productos de nuevo ingreso, como la canela y azúcar (Chirino, 2012). Las bebidas tradicionales habitualmente son consumidas todos los días. Debido a características como sabor, color y olor, las cuales proporcionan a los alimentos algunas semillas como las de cacao, café, cacahuete, almendras, nueces, etc., después de ser tostadas o cosidas, esta se espera que la semilla de mamey brinde estas mismas cualidades.

De ser posible lo anterior se estaría cumpliendo con el propósito de la investigación que tiene como finalidad el aprovechar de manera integral la semilla de mamey, brindándole a la población un polvo para bebida a base de maíz con harina de semilla de mamey.

# OBJETIVOS

## GENERAL

Aprovechar la semilla de mamey (*Pouteria Sapota*) mediante la elaboración de un polvo para utilizarlo en una bebida tipo tascalate.

## ESPECÍFICOS

Determinar las condiciones óptimas para obtener una torta con la mínima cantidad de grasa.

Caracterizar las propiedades funcionales a la harina de semilla de mamey.

Diseñar polvos para la bebida que sensorialmente sea aceptado para ser consumida.

Evaluar la composición química proximal y aporte nutricional del polvo para la bebida.

# MARCO TEÓRICO

## PERDIDAS DE ALIMENTOS

Con “pérdidas de alimentos” nos referimos a la disminución de la masa de alimentos comestibles en la parte de la cadena de suministro que conduce específicamente a los alimentos comestibles para el consumo humano. Las pérdidas de alimentos tienen lugar en las etapas de producción, postcosecha y procesamiento de la cadena de suministro de alimentos.

Las pérdidas de alimentos que ocurren al final de la cadena alimentaria (venta minorista y consumo final) se conocen como “desperdicio de alimentos”, más relacionado con el comportamiento de los vendedores minoristas y los consumidores (Parfitt *et al.*, 2010).

El enfoque relacionado con el desperdicio se deriva de la preocupación por reducir los desperdicios de cualquier tipo y también las repercusiones negativas y los costos del tratamiento de estos desperdicios, principalmente no alimentarios, pero que incluyen alimentos y también partes no comestibles de los productos. A menudo, esto refleja consideraciones locales respecto del impacto ambiental, lo que lleva a considerar “qué ocurre con el desperdicio”, ya sea como pimiento, reciclado, destinado a la producción de energía, utilizado como compost para devolver nutrientes al suelo, incinerado o arrojado a un vertedero (Hlpe, 2014).

México desperdicia en promedio 37.26% de alimentos con lo que se podría alimentar aproximadamente a 7.4 millones de personas que sufren pobreza extrema (Fao, 2015).

Cabe resaltar que las principales causas de desperdicio alimentario en la cadena de valor son la falta de certificaciones, la falta de estándares de calidad, administración ineficiente de insumos y productos, sistemas inadecuados de transporte, distribución y almacenaje, la falta de infraestructura adecuada, el uso de empaques y embalajes inadecuados, personal sin la capacitación necesaria, la sobre madurez de los productos, compras excesivas, manejo inadecuado de la mercancía, producto maltratado o en mal estado y mezcla de productos en buen estado con productos no aptos para el consumo (Fao, 2015).

México tiene gran parte de la población dedicada al sector agropecuario, de acuerdo con datos del INEGI, la concentración del sector agropecuario está en las zonas rurales, el cual asciende al 23% de la población total en México; de los cuales 43% se dedica actividades agropecuarias principalmente, sin embargo 16% de la población semi urbana se dedica a estas actividades y el 12% de población urbana se dedica al sector agropecuario (Trejo, 2017).

## **Tipos de pérdidas de alimentos y desperdicios de frutas y hortalizas**

Según FAO (2015) los tipos de pérdidas de alimentos se clasifican en:

- **Producción agrícola:** pérdidas debidas a daños mecánicos y/o derrames durante la cosecha (p. ej., trilla o recolección de la fruta), la separación de cultivos en la postcosecha, etc.
- **Manejo postcosecha y almacenamiento:** pérdidas debidas a derrames y al deterioro de los productos durante el manejo, almacenamiento y transporte entre la finca de explotación y la distribución.
- **Procesamiento:** pérdidas debidas a derrames y al deterioro de los productos durante el procesamiento industrial o doméstico (p. ej., producción de zumo, enlatado y cocción de pan). Las pérdidas pueden ocurrir cuando se separan los cultivos que no son apropiados para el procesamiento o durante las etapas de lavado, pelado, troceado y cocción, o al interrumpir procesos y en los derrames accidentales.
- **Distribución:** pérdidas y desperdicio en el sistema de mercado (p. ej., mercados mayoristas, supermercados, vendedores minoristas o mercados tradicionales).
- **Consumo:** pérdida y desperdicio durante el consumo en el hogar.

### **La semilla como un desperdicio**

Tapia *et al.*, (2013) menciona que existen en cada región diferentes estrategias para recuperar, conservar, multiplicar y difundir las semillas que estén pérdidas o casi desaparecidas, para luego incorporarlas en sus sistemas productivos y alimentarios a nivel local y regional. En este proceso es fundamental el grado de organización y conciencia de las comunidades, puesto que es muy difícil recuperar las semillas perdidas. No existe una única estrategia y camino que solo pase por la implementación de un banco de semillas, o parcela de multiplicación, centralizado y manejado por la comunidad. En algunos casos esta estrategia se hace necesaria en las fases iniciales, para garantizar su recuperación y multiplicación de especies que están en vía de extinción.

Es preocupante la progresiva pérdida de semillas y conocimientos tradicionales de las comunidades indígenas, afro y campesinas, lo que ha generado la pérdida de la soberanía y autonomía alimentaria de las comunidades locales. Entre las causas principales de la pérdida de la agrobiodiversidad se resaltan: destrucción de bosques y ecosistemas naturales; pérdida de los conocimientos tradicionales y de sistemas de producción locales; presiones demográficas;

pastoreo excesivo; monocultivos agroindustriales y proyectos minero-energéticos; cambios en las prácticas agrícolas; y el control monopólico de las semillas por las empresas.

El aprovechamiento de subproductos y de residuos agrícolas en México y en específico en zonas tropicales es un área con gran potencial económico. En algunas regiones de México es necesario generar nuevos productos industriales con un alto valor agregado para incrementar el desarrollo regional.

Sandoval *et al.*, (2006) menciona que la relación pulpa, cascara y semilla representan el 82, 16 y 2 % del total del fruto y que varían de acuerdo con la temporada de cosecha cambiando a 60 % de pulpa, 25 % cáscara y 15 % semilla. Según Campbell *et al.*, (1997), un fruto maduro de mamey presenta una proporción de 70, 15 y 15 % de pulpa, cáscara y semilla.

## **MAMEY**

El mamey (*Pouteria Sapota*) es originario de las partes bajas de América Central. Perteneciente a la familia de los sapotáceas, es un fruto exótico de clima tropical, que es considerado originario de las selvas del sur de México; actualmente se le encuentra en México, Florida, Sur de América, Filipinas, Vietnam y Bahamas. En México los estados de mayor producción son: Yucatán, Campeche, Morelos y Veracruz, seguidos del Estado de México, Puebla, Guerrero, Oaxaca, San Luis Potosí y Chiapas. El mamey madura durante los meses de abril y mayo (Velázquez *et al.*, 2015).

Antes que los españoles llegaran a México, los grupos indígenas del sur de este país, incluyendo a los mayas, apreciaban el árbol de zapote mamey, al grado que su fruto se utilizaba para el pago de tributos. Por ello, la plantación de zapote mamey, y de otros árboles frutales, era un elemento fundamental de su identidad cultural. Los españoles, con el fin de forzar a los mayas de Yucatán a abandonar su tierra natal y establecerse en los centros misioneros recientemente fundados, destruyeron todos los huertos familiares. Si bien los españoles lograron expulsarlos de sus tierras, los mayas continuaron utilizando este árbol.

En la actualidad, los productos elaborados con el fruto, las semillas y la madera de este árbol pueden encontrarse en la mayor parte de los hogares del sur de México (Rendón *et al.*, 2001).

## VARIEDADES

Se distinguen varias especies de la planta importantes a nivel comercial, tales como *Pouteria Sapota* (Tabla 1) y *Calocarpum Mammosum* L. que pertenecen a la familia *Sapotaceae*, además de *Acbras Zapota* y el *Calocarpum Viride* L, y así como *Mammea Americana* L. que pertenece a la familia *Guttiferae* (Velázquez *et al.*, 2015).

**Tabla 1. Taxonomía del fruto de mamey**

Clase	Angiospermas
Subclase	Dicotiledóneas
Orden	Ebanales
Familia	Sapotaceae
Genero	Pouteria
Especie	Sapota

Fuente: Velázquez *et al.*, 2015.

## TAXONOMÍA

*Pouteria Sapota* pertenece a la familia botánica *Sapotaceae*. Esta familia es pantropical y tiene alrededor de 450 especies en el neotrópico, desde el sur de los Estados Unidos hasta Chile y Paraguay. Las especies son árboles o arbustos, principalmente de la selva tropical húmeda de baja elevación (Rendón *et al.*, 2001).

## ÁRBOL

El mamey es un árbol atractivo de copa abierta con un tronco central grueso y unas cuantas ramas grandes. Los árboles son grandes, erectos o con ramificaciones, y pueden alcanzar una altura de alrededor de 40 pies (Balerdi, 1966).

Es un árbol de hasta 40 metros de altura, y diámetro del tronco hasta 1.5 m a la altura del pecho, aunque más típico son arboles de 20 metros de altura y 0.5 m de diámetro. El tronco es recto y puede presentar contrafuertes. La madera es de color café rosáceo a grisáceo, dura y pesada, con una gravedad específica de 0.83 (Alexiades, 2004).

El árbol contiene látex. La madera es de color crema amarillento, con olor a almendras, y sin estructuras conspicuas (Rendón *et al.*, 2001).



**Figura 1. Árbol de mamey (Fernández *et al.*, 2009).**

### **FLORES**

Pequeñas, perfectas y de color blancuzco, son sésiles, esto es no tienen pedicelo o pedúnculo. Se producen abundantemente a lo largo de ramas pequeñas (1/2 a 2 pulgadas; 1.3 a 5.1 cm), y tiende a agruparse hacia el final de las ramas (Balerdi, 1996).

Las flores son solitarias, aglomeradas en las axilas de hojas caídas, color verde cremoso (Rendón *et al.*, 2001).



**Figura 2. Flor de mamey (Fernández *et al.*, 2009).**

### **HOJAS**

Se ha determinado la presencia de miricetina, ácido gálico, delfinidina y cianidina en extractos hidrolizados de hojas del zapote mamey (Waterman y Mahamoud, 1991).

### **CÁSCARA**

Un aspecto poco considerado en el estudio de los frutos de zapote mamey son las características de la cáscara; (Gaona-García A. *et al.* 2008) muestra que el grosor de la cáscara varió entre 1.0 y 2.8 mm.

## **FRUTO**

El fruto es una baya, con forma ovoidea o elipsoidea, que posee un cáliz persistente en su base. Su tamaño varía entre 3 a 8 pulgadas (7.6 a 20.3 cm) de longitud en la mayoría de las variedades. La cubierta es gruesa y leñosa y de un color carmelito-rojizo. La pulpa de los frutos maduros puede ser de color salmón, naranja, roja o roja-carmelita y tiene una textura que varía entre suave y uniforme a finamente granulada. Usualmente, la pulpa contiene muy pequeñas cantidades de fibras. Tiene un sabor dulce similar a la almendra que es único (Balerdi, 1966). Las enzimas involucradas en el ablandamiento de la pulpa son la poligalacturonasa, pectinmetilesterasa y celulosa (Casas, 1997).



**Figura 3. Fruto y semilla de mamey (Fernández *et al.*, 2009).**

## **Humedad**

Las grandes pérdidas de peso debidas principalmente a transpiración, conlleva a una reducción del valor comercial del fruto y aceleramiento de la maduración. Diversos autores han indicado pérdidas de peso diarias entre 1.0 y 1.8% a temperaturas y humedad relativa entre 20 a 27 °C y 60 a 75%, respectivamente (Díaz *et al.*, 2000; Villanueva, 2000; Ramos *et al.*, 2009).

## **Coloración**

El color de la pulpa de zapote mamey es uno de los principales factores de aceptación por el consumidor, en general se prefiere el color rojo; (Gaona-García A. *et al.* 2008), indica que el color de la pulpa fue entre rojo y naranja (matiz entre 61.0 y 81.1; luminosidad entre 33.5 y 67.3, y pureza entre 20.3 y 58.9); estos últimos parámetros probablemente están influenciados por la gran pérdida de agua durante la maduración y también por la oxidación de compuestos fenólicos (Díaz Pérez *et al.*, 2000). El color de la pulpa es una de las variables que sufre mayores cambios durante el desarrollo del fruto e indica el grado de madurez del fruto mamey. Durante la cosecha

el color varia de amarillo-rojizo (pálido) con un índice de color (IC) de 0.4 a 0.7 en estado inmaduro rojo claro (IC=6-9) en la madurez óptima hasta alcanzar valores de 15 a 16. La misma tendencia se presenta después de 7 días bajo condiciones ambientales, ya que en las primeras cosechas (fruto inmaduro) el color fue amarillo-rojizo (IC=1.22.5), en la madurez óptima, el color fue rojo claro (IC=1.21.8), alcanzando valores del IC de 21.5 en las últimas cosechas (rojo) (Villanueva, 2000). Esos cambios de coloración de la pulpa posiblemente se deban a la síntesis de carotenoides.

### **Acidez**

La acidez al momento de la cosecha pasó de 0.2 % a 0.11% en las últimas y de 0.37 a 0.13 % después del almacenamiento bajo condiciones ambientales. Este resultado concuerda con el reportado por (Casas, 1977) quien notó ligeros decrementos en esta variable al momento de la cosecha (0.23 %) y después del proceso de maduración (0.20 %). Díaz *et al.*, (2000), mencionaron que existe poca variación en la acidez del fruto de mamey después del proceso de maduración. Por lo anterior, se podría decir que el mamey es un fruto de baja acidez comparado con otras frutas como la piña (1 %) y maracuyá (4 %) (Nagy y Shaw, 1980).

### **Sólidos solubles**

Un parámetro muy relacionado con la calidad del fruto es el contenido de sólidos solubles, el cual se incrementa durante la maduración en los frutos (Díaz Pérez *et al.*, 2000); sin embargo, (Gaona-García, A. *et al.* 2008) detectó valores desde 9 hasta 36 °Brix, lo que indica gran variación.

### **Proteína soluble y actividad enzimática**

Los frutos almacenados a 15 °C presentan una constante reducción debido a senescencia, (Peoples y Dalling, 1988) indicaron que las proteínas (solubles e insolubles), ácidos nucleicos y otros compuestos nitrogenados son degradados durante la senescencia.

### **Carotenoides**

Alia (2002), indicó que la coloración de la pulpa de zapote mamey se debe a los carotenoides los cuales aumentan durante la maduración.

En los frutos almacenados a 5 y 10 °C se observó una menor acumulación de estos pigmentos, lo que sugiere que la síntesis de carotenoides es afectada por la exposición a bajas temperaturas.



**Figura 4. Fruto de mamey (Fernández *et al.*, 2009).**

#### **SEMILLA**

Tiene una superficie dura de color carmelita oscuro y brillante, pero en el lado ventral posee una zona más estrecha (hilo) de color carmelita claro. Las semillas se pueden rajar y germinar en los frutos muy maduros. El peso de los frutos oscila entre 0.3- 2.7 kg (Balerdi, 1966).



**Figura 5. Semilla de mamey (Velázquez *et al.*, 2015).**

La semilla puede ser utilizada para la obtención de plantas que se usan como porta injertos o para producción de aceite que es utilizada para la elaboración de cosméticos. Señalan que, para la obtención de porta injertos, se deben utilizar semillas de 40 g o más, de esta forma se logran plantas vigorosas y en seis meses pueden ser injertadas. Hay plantas que tienen de 3 a 5 semillas, en estos casos, debido a que compiten por espacio, las semillas son pequeñas, aun cuando en conjunto pueden pesar más de 100 g, no son aptas para producir plantas, pero si utilizadas para producir aceite (Monter, 2016).

## Aceite

Laiz *et al.*, (2009) demostró que es posible obtener el biocombustible a un grado de conversión del 88% con un 0.764% de catalizador, 6 equivalentes en exceso de metanol con respecto al aceite, a una temperatura de 30°C y con un tiempo de reacción de 120 min. El biodiesel de aceite de “almendra” de mamey está compuesto principalmente por ésteres metílicos de los ácidos oleico, esteárico y palmítico. Es factible sintetizar biodiesel a partir del aceite obtenido de este residuo del zapote mamey. Las “almendras” de las semillas tuvieron, en promedio, un contenido de aceite de 37.5%, cantidad considerable si se atiende a la cantidad promedio de aceite de las mayorías de las semillas oleaginosas.

La caracterización del aceite por cromatografía de gases con mayor concentración es el Ácido Araquidónico (54.094%) y en menor concentración de Ácido Linoleaídico (58.057%). El tiempo de vida útil del aceite de semilla según el análisis de peróxidos realizados se llega a obtener 22.795 meq O<sup>2</sup>/kg como máximo lo cual indica que su periodo para la degradación del aceite se encuentra entre los 3-4 meses (Monteza, 2016).

Caracterización del aceite de la “almendra” de la semilla de zapote mamey en la tabla 2 presenta algunas de las propiedades físicas y químicas determinadas al aceite extraído de la “almendra” de la semilla de zapote mamey con el disolvente hexano y utilizado para la síntesis del biodiesel: peso molecular promedio de 872.46 g/gmol, densidad de 0.9158 g/mL, índice de acidez medido como mg de KOH/g de aceite, ácidos grasos libres de 0.11%.

**Tabla 2. Algunas propiedades físicas y químicas del aceite de “almendra” de semilla de mamey.**

<b>Propiedades físicas y químicas del aceite</b>	<b>Cantidad</b>
Masa molecular prom.	872.46 (g/g. mol)
Densidad	0.9158(40°C, g/mL)
Índice de acidez	0.0219(mg KOH/g)
Ácidos grasos libres	0.1101(%)
Rf (Hexano-acetato de etilo 95:5)	0.375

Fuente: Laiz *et al.*, 2009.

Los principales ésteres metílicos que lo constituyen son los que se derivan de los ácidos grasos oleico, esteárico y palmítico y, en menores cantidades, de linoleico y palmitoleico, principalmente.

### Usos de la semilla

Con respecto al fruto del zapote mamey, de su procesamiento se genera la semilla, la cual ha sido utilizada tradicionalmente como fuente de aceite de uso cosmético (jabones, ungüento para la piel, acondicionador para el cabello y como sedativo para padecimientos de los ojos y oídos). Algunos reportes sobre medicina tradicional le otorgan también, a la semilla efectos positivos en el tratamiento de problemas coronarios, reumáticos y renales (Morera, 1994; Morton, 1987). Como subproducto de la extracción de dicho aceite se genera un residuo desengrasado que generalmente se desecha, generando contaminación ambiental o es aprovechado como alimento animal. Una alternativa de aprovechamiento de este residuo es utilizarlo en forma de harina para ser incorporado como ingrediente en productos de la industria alimentaria en base a sus propiedades. En la tabla 3 muestra los componentes químicos que contiene la semilla de mamey desengrasada.

**Tabla 3. Composición química de la harina de la semilla de mamey desengrasada.**

<b>Componentes</b>	<b>Cantidad</b>
Cenizas	7.35±0.88
Grasas	7.77±0.23
Proteína	24.06±0.01
Fibra cruda	7.047±0.63
Carbohidrato	53.78

Fuente: Delgado *et al.*, 2018.

### Composición química de la pulpa

Según Velázquez *et al.*, (2015) el fruto de mamey por cada 100 g de porción comestible se informa que está compuesto de la siguiente manera: 62,43 g de agua, energía 134 kcal (561 kJ), 2,12 g de proteína, lípidos totales (grasa) 0,60 g, ceniza 1,10 g, 33,76 g de hidratos de carbono (azúcares con poco o nada de almidón presente, glucosa, fructuosa y sacarosa); fibra (dietética total) 2,6 g, minerales, vitaminas, aminoácidos y constituyentes volátiles (Tabla 4).

**Tabla 4. Composición química de la pulpa de mamey.**

	<b>Componente</b>	<b>Cantidad</b>
Constituyentes volátiles	Benzaldehído	21.5 mg
	Hexanal	12.7 mg
	Ácido hexadecanoico	12.7 mg
Aminoácidos	Triptófano	0.023 mg
	Treonina	0.058 mg
	Leucina	0.046 mg
	Lisina	0.084 mg
	Metionina	0.096 mg
Aminoácidos	Fenilalanina	0.016 mg
	Torisina	0.053 mg
	Valina	0.055 mg
	Arginina	0.077 mg
	Histidina	0.055 mg
	Alanina	0.042 mg
	Acido aspártico	0.115 mg
	Acido glutámico	0.532 mg
	Glicina	0.216 mg
	Prolina	0.057 mg
	Serina	0.227 mg
Minerales	Calcio	39 mg
	Hierro	1.00 mg
	Magnesio	30 mg
	Fosforo	28 mg
	Potasio	344 mg
	Sodio	10 mg
Vitaminas	Vitamina C (Ácido Asc.)	20 mg
	Tiamina	0.010 mg
	Riboflavina	0.020 mg
	Niacina	21 mg

Fuente: Velázquez *et al.*, 2015.

Es notable por su bajo contenido de ácidos y su pulpa tiene un rango de pH que va de 4.5 a 6.0. El componente de mayor influencia en la acidez del mamey es el ácido ascórbico, que es indispensable en la síntesis de colágena, tejido óseo, dentina y de las paredes de los capilares sanguíneos. Presenta además pigmentos principales de carotenoides en la cáscara y la pulpa, mientras que en las semillas se han identificado compuestos bencenoides. Por otra parte, se han identificado compuestos con actividad antioxidante como ácido gálico, catequina, polifenoles y

flavonoides, así como cantidades significativas de fibra dietética total y pectina (0.77 g/100 g) que llegan a ser superiores a los encontrados en la mayoría de las frutas (por ejemplo cerezas y frambuesas) y comparables con los encontrados en uva, naranja, manzana y plátano; debido a ello el consumo de mamey representa ventajas nutricionales y saludables que juegan también un papel importante en la protección contra enfermedades en humanos, por lo que es una excelente alternativa energética.

### **Cultivo de mamey**

En México, el zapote mamey (*Pouteria Sapota*) se cultiva en sistemas de producción, plantaciones comerciales con genotipos seleccionados localmente, plantaciones agroforestales asociado a frutales, y en traspatio. Presenta de dos a cuatro floraciones por año, y la cosecha puede darse todo el año dependiendo de la zona, pero la mayor producción es de abril a julio, el peso de fruto es de 230 hasta 850 g, y tienen de 60 hasta 82% de pulpa, el índice de forma es de 1.2 (esféricos), que tienen de 2 a 4 semillas, hasta 2.5 (alargados) con una semilla, que son los preferidos por los consumidores. La mayor variabilidad se encuentra en plantaciones agroforestales porque no hay preselección (Gaona-García a. *et al.*, 2008).

Fernández (2009) menciona que en América Central crece en zonas de clima tropical desde el nivel del mar hasta los 600-900 m. necesita abundante precipitación y no tolera la sequía. En Canarias sólo debe cultivarse en las zonas de costa más cálidas, tolera distintos tipos de suelo siempre que tengan buen drenaje.

Su cultivo no requiere grandes cuidados, aunque sí es conveniente mantener la humedad del suelo y abonar a lo largo de todo el año de forma equilibrada.

Deben plantarse árboles injertados para mantener las características de la variedad y adelantar la entrada en producción, de esta manera se obtiene fructificación a los 4 años. Hasta el momento no se conocen en Canarias plagas o enfermedades de especial mención en árboles establecidos. En vivero se han visto daños producidos por el taladro de la caña de azúcar.

Para saber si los frutos de un árbol están listos para cosechar, se hace una pequeña muesca en la piel para revelar el color de la pulpa, si ésta se muestra de color verde y exuda látex, es señal de que no han llegado a la madurez; estarán listos cuando se muestre de color rosa y sin látex. Los frutos alcanzan la madurez de consumo unos días después de recolectados, cuando empiezan a ablandarse.

## Producción

En México, el zapote mamey se cultiva principalmente en los estados del sur siendo Yucatán, Campeche, Veracruz, Oaxaca y Chiapas los principales estados de mayor producción de este fruto, alcanzado así un volumen de producción nacional de 9,786.12 ton en el 2005 (Sagarpa, 2007).

Algunas plantaciones de árboles de mamey producen hasta 7 Kg. de fruta por árbol. En 2010, México presentó un rendimiento en promedio nacional de 8.76 Ton/Ha., distribuido mayormente en 15 estados, donde se puede cultivar y encontrar otras especies de sapotáceas, mismos que son Yucatán, Campeche, Chiapas, Puebla, Guerrero, Morelos, Oaxaca, Colima, Michoacán, Estado de México, Jalisco, Nayarit, Veracruz, Tabasco, Jalisco, San Luis potosí e Hidalgo (Figura 6). De acuerdo con datos de SAGARPA - SIAP, en 2012 los principales estados productores fueron los que se identifican en la figura 5; destacando Yucatán con el mayor rendimiento por hectárea, que es de 27 toneladas seguido de Guerrero con 26 Ton/Ha, Chiapas con 11 Ton/Ha, Michoacán con 10 Ton/Ha y Tabasco con 7 Ton / Ha. (Siap, 2011).

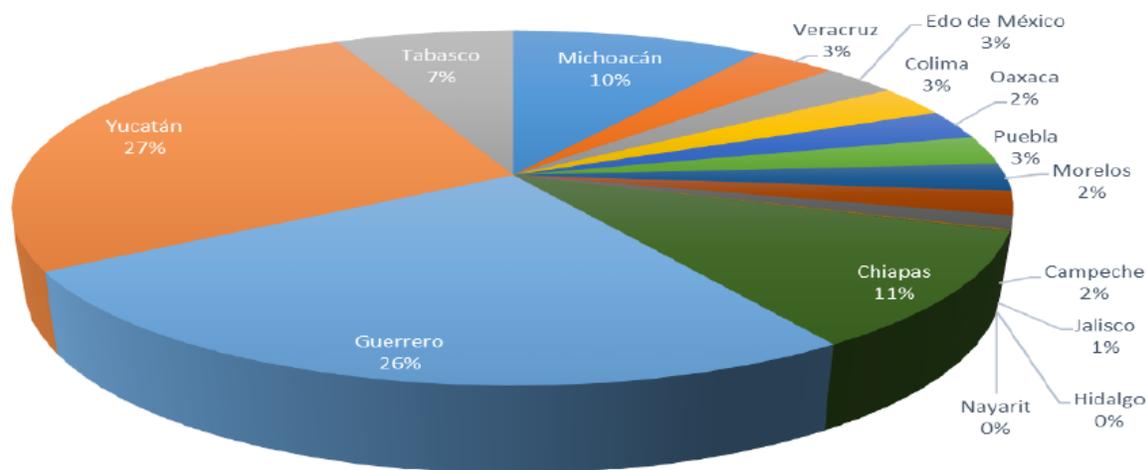


Figura 6. Estados de mayor producción en México (SIAP, 2011).

Sin embargo, la revista electrónica llamada MILENIO” actualizó datos recientes, en el 2018 Mérida, Yucatán de acuerdo con la delegación de la SAGARPA, es el principal productor de mamey a nivel nacional, se cultiva en una superficie de 507 hectáreas distribuidas en los municipios de Akil, que concentra 240 has sembradas, además de Ticul, Tekax y Oxkutzcab.

La superficie cosechada es de 447 hectáreas que generan una producción de 11,084 toneladas. Esta producción se comercializa principalmente en el Estado de México y Puebla. Se exporta al mercado internacional de Europa y Asia, generando en total una derrama económica para la entidad de 42.8 millones de pesos.

Una hectárea de mamey con 200 árboles puede llegar a producir de 20 a 25 toneladas al año. La estadística nacional indica que la producción total de mamey en México supera las 17 mil toneladas, gracias a la elevada demanda que tiene a nivel nacional y a su progresivo posicionamiento comercial en el extranjero.

Guerrero es el segundo Estado con mayor producción de hectáreas sembradas, le siguen Quintana Roo, Chiapas, Michoacán y Tabasco.

### **Clima y suelo**

En climas calientes y secos necesita riego, no así en los húmedos; se desarrolla mejor en lugares que tienen temperatura media anual de 23 a 26°C y la precipitación pluvial es de 575 a 2,635 mm.; es sensible a sequías, inundaciones prolongadas y vientos fuertes los cuales dañan los brotes tiernos y yemas en brotación. Además de esto exige suelos ricos y buen drenaje (Morera, 1992).

### **Fertilización**

El uso fraccionado de fertilizantes es indispensable desde el inicio. Cuando se trata de plántulas jóvenes en bolsas plásticas se debe aplicar cada mes un fertilizante foliar, preferiblemente que también contenga microelementos. Al suelo se pueden aplicar 2 g de urea por planta/mes.

El abono inicial debe ser de alto contenido en nitrógeno para favorecer el rápido crecimiento de las plántulas. Una vez trasplantadas a su lugar definitivo, los árboles se fertilizan cada 2 meses. Durante los siguientes cuatro años los árboles crecen rápida y vigorosamente. Cada 6 meses se le debe aplicar abono al árbol. Como regla general, el fertilizante es aplicado en medio de la gotera y el tronco del árbol. La época más adecuada es al inicio de las lluvias, momento en que el zapote comienza a desarrollar nuevos tejidos. La segunda aplicación de fertilizante se realiza cuando el árbol inicia el periodo anual de inactividad.

Del quinto año en adelante se puede aplicar fertilizante adicional al por cada año del árbol (Morera, 1992).

### **Riego**

El agua es el vehículo en el cual los nutrientes son trasladados a la planta. Cuando la lluvia no suministra la cantidad necesaria, es indispensable aplicarla mediante riego.

Las plantas jóvenes de zapote recién trasplantadas son exigentes al riego, por lo tanto, es necesario hacerlo hasta que la planta se establezca bien; lo cual se nota por la aparición de yemas nuevas. La planta de zapote es susceptible obedece a que la planta de zapote tiene hojas grandes, la transpiración foliar es muy alta, lo que hace que la planta pierda humedad (Morera, 1992).

### **Poda**

El zapote requiere solamente una pequeña poda, que debe realizarse cuando es necesario cumplir con requisitos especiales como control y mantenimiento de la forma del árbol.

La época recomendada para efectuar la poda es cuando el árbol se encuentra en latencia y/o reposo y carece de frutos (Morera, 1992).

### **Plagas y enfermedades**

Afortunadamente son muy pocas las plagas que atacan al zapote y el daño que ocasionan muy rara vez es significativo. Sin embargo, el hecho de cultivar una especie en forma intensiva y al existir genotipos más homogéneos en una plantación, puede dar margen a otras plagas y enfermedades que antes no existían. Para esto, es recomendable vigilar de cerca la plantación a fin de combatir rápidamente cualquier foco de infección. Con aplicaciones foliares 2 o 3 veces al año alternando con cúpricos se obtiene prevención y un excelente desarrollo (Morera, 1992).

### **Usos del fruto de mamey**

Según Velázquez *et al.*, (2015). Con el fruto de mamey se usan en diferentes campos como son:

**Campo de la medicina y farmacéutica:** Los usos tradicionales del mamey en la medicina popular han incluido el tratamiento de las infecciones del cuero cabelludo, la diarrea y los problemas oculares y digestivos. Desde el punto de vista médico, la semilla es muy apreciada por sus propiedades curativas. Es considerado anti-ceboreico, utilizado para el dolor de cabeza y el aceite extraído de esta como tónico para reducir dolencias musculares y reumáticas. La semilla de mamey también puede ser utilizada como digestivo, diurético y en infecciones de las encías, epilepsia, gangrena e infección de los ojos. Inclusive puede ser utilizado para mordeduras de serpiente y vomito.

**Industria alimentaria:** En la industria alimentaria, brinda una excelente alternativa para ser utilizado como ingrediente para obtener batidos de leche, helados, o bien para la realización de jaleas, pastas y conservas, mantecados, mermeladas jugos diversos dulces y pastelería e inclusive asta saborizante de licores, aunque sus variantes alimenticias son

muy vastas. La semilla se puede hervir finamente tostar y mezclar con cacao para hacer chocolate amargo.

**Industria cosmética:** En la industria cosmética suele utilizarse el mamey por las propiedades suavizantes e hidratantes que se le atribuyen; además de su contenido de carotenos que le confiere la propiedad de antirradicales libres, y de manera popular se utiliza como materia prima para la elaboración de shampoos, acondicionadores para cabello maltratado, reseco o sin cuerpo; al igual que para productos de belleza para manos y cuerpo, especialmente para cutis sensible o delicado.

**Campo ambiental:** Por otra parte, el uso de la cáscara de mamey también juega un papel muy importante para el campo ambiental, tal menciona que la cáscara de mamey juega un papel muy importante en la biosorción de cromo y como fertilizante, pues el látex extraído de la corteza y de la cáscara de la fruta verde y las infusiones de las semillas pulverizadas, se usan como insecticidas para eliminar las garrapatas y las niguas en los animales domésticos y en los humanos.

## ANTECEDENTES

Los antiguos habitantes de México eran gentes muy cálidas y hospitalarias. Como parte de su tradición, signo de cortesía y amabilidad siempre que tenían invitados en casa les preparaban bebidas. Estas bebidas debían de ser muy ricas para complacerlos. Y así fue como nacieron las bebidas mexicanas (Mar, 2010).

En la actualidad los mexicanos tienen muchas fiestas regionales. Estos días bailan, cantan, comen, visten de trajes tradicionales y toman diferentes bebidas que son elaboradas artesanalmente.

En el estado de Chiapas se llevan a cabo diferentes tradiciones y costumbres. Las tradiciones son las fiestas que se realizan cada año, como es la fiesta grande de Chiapa de Corzo que conmemora en el mes de enero, donde la costumbre es que las mujeres y los hombres se visten de trajes típicos del estado, bailan con la música de la marimba y las señoras de ese municipio preparan bebidas tradicionales como es el pozol y el tascalate.

### **Origen de las bebidas**

Cuando el conquistador español, Hernán Cortés, llegó a México en 1519, conoció platos, frutas, verduras y animales raros que nunca había visto. Cortés descubrió que la gente de México comía tomates, aguacates, cacahuates y alimentos básicos como maíz, frijoles y chile. Cortés y sus tropas trajeron comida española a México como ajo, cereales, arroz, vino y carne.

En el siglo XIX los franceses caracterizaron la cultura gastronómica mexicana con diferentes tipos de pan, salsas u otros métodos para influir la comida. En las panaderías todavía se pueden encontrar pasteles con origen francés y mexicano.

La mayoría de la alimentación en México está basada en el maíz. Muchas comidas típicas de México son hechas con este cereal. Algunas son tortillas, tamales, atole y pozole. El cultivo del maíz fue esencial para los nómadas. Se volvió la alimentación básica de los mesoamericanos, así como un objeto cultural. Este hecho se muestra en la adoración de la diosa Centéotl entre los mexicas, así como las historias del Popol Vuh de los mayas. Un relato del Popol Vuh cuenta que la humanidad fue creada por una masa de maíz (Sre, 2009).

Las bebidas eran muy ricas, refrescantes y nutritivas; las sacaban del maíz, maguey, alegría, cacao y chía. Acostumbraban a endulzarlas con piloncillo, le agregaban frutas como saborizantes y las aromatizaban con: vainilla, limón, hoja de guayabo, etc.

Se dice que los españoles acostumbraban a tomar té, pero al probar el chocolate cambiaron su tradición de tomar té por las tardes a tomar chocolate (Mar, 2010).

### **BEBIDAS A BASE DE MAÍZ**

Algunas bebidas típicas de México están hechas a base de maíz que desde la antigüedad aún son tradicionales desde diferentes puntos de nuestro país, como son los siguientes:

#### **Atole**

Es una bebida mexicana popular y se la obtiene disolviendo harina de maíz en leche o agua, hirviendo la masa y colándola. Muchas veces se endulza la bebida con miel. En las diferentes regiones mexicanas el atole se hace de diferentes maneras con diferentes sabores (Sre, 2009).



**Figura 7. Bebida atole.**

### **El pozol**

Es un alimento elaborado con maíz cocido para nixtamal y después molido, pero más grueso que para tortilla. Se le puede agregar cacao tostado sin cáscara y también molido. La pasta se mezcla después con agua. Es un buen energético (Barros, 2011).



**Figura 8. Bebida pozol.**

### **Popo**

Esta bebida refrescante, que se consume en el área de Tlacotalpan, Veracruz, es muy refinada y nada pide a las espumas de la cocina contemporánea. Sus ingredientes suelen ser cocolmecha, una planta trepadora (*Smilaxcordifolia*), cacao, arroz, cáscara de yuca, raíz de chupipe, también una planta trepadora, y azúcar. Los ingredientes se muelen bien, para lograr una pasta que se bate con el molinillo hasta obtener una abundante espuma, que es lo que se servirá (Barros, 2011).



**Figura 9. Bebida popo.**

### **El tascalate**

Es una bebida tradicional del estado de Chiapas que fue descubierto conforme a la luz de sus ingredientes y en la actualidad ha sido una de las bebidas favoritas para muchas familias del estado ya que se consumen más en temporadas de calor o en zonas rurales para dar aporte energético a los campesinos (Chirino, 2010).



**Figura 10. Bebida tascalate.**

### **Maíz (Zea Mays. L)**

El maíz es la planta más domesticada y evolucionada del reino vegetal. El origen y la evolución del maíz es un misterio, porque ha llegado a nosotros altamente evolucionado, sin que se conozcan formas intermedias.

El nombre maíz, con que se lo conoce en el mundo de habla española, proviene de mahís, una palabra del idioma taíno, que hablaban pueblos indígenas de Cuba, donde los europeos tuvieron su primer encuentro con este cultivo. En maya el nombre de este cereal es x-im o xiim. En quichua se llama sara (Asturias, 2004).



**Figura 11. Maíz.**

### **Cultivo de maíz**

Según el SIAP (2017) menciona que el maíz es el cultivo más representativo de México por su importancia económica, social y cultural.

Con un consumo promedio per cápita al año de 196.4 kg de maíz blanco, especialmente en tortillas, representa 20.9 % del gasto total en alimentos, bebidas y tabaco realizado por las familias mexicanas.

El maíz blanco representa 86.94 % de la producción y se destina principalmente al consumo humano.

**Tabla 5. Cultivo de maíz blanco 2016/2018.**

<b>Maíz Blanco</b>		
<b>Cultivo</b>	<b>Año/Periodo</b>	
	2016	2018
Producción Potencial (millones de toneladas)	24.56	27.17
Producción Deseable (millones de toneladas)	24.56	24.31
Consumo Nacional (millones de toneladas)	23.68	23.53

Fuente: SIAP, 2017.

### **Cosecha**

Cuando la planta alcanza la madurez fisiológica, se puede proceder a la cosecha la que se puede determinar tomando muestras de granos de diferentes lugares del cultivo, a la cuales se les mide el porcentaje de humedad mediante un determinador de la misma. Cuando dicha humedad alcanza entre 30 y 35 % se puede llevar a cabo la recolección del maíz. Sin embargo, en la mayoría de los casos se deja el maíz en el campo por más tiempo, especialmente cuando el clima favorece el secado del grano, hasta que alcance la madurez comercial (22-25 % de humedad). En este punto la mazorca es apta para ser arrancada manual o con cosechadora. También se puede detectar el momento de la cosecha mediante la observación de un color amarillo paja en este punto la mazorca es apta para ser arrancada manual o con cosechadora. También se puede

detectar el momento de la cosecha mediante la observación de un color amarillo paja en la planta. No se debe dejar el maíz en el campo más de lo necesario, ya que el grano puede dañarse por enfermedades o plagas. La cosecha puede ser manual o mecanizada; en la cosecha manual hay pérdidas normales entre 2 y 6% de las mazorcas, las que quedan sin recoger. En la recolección mecanizada, el equipo cosechador debe ejecutarse a las normas de la combinada para reducir las pérdidas por caída o daño del grano. Si fuera necesario, el maíz debe almacenarse en bodegas situadas en lugares frescos y en sacos. El grano para ser almacenado debe tener 11% de humedad. Además, el grano debe estar limpio y tratado con fumigante para semillas como el fosforo de aluminio (Phostoxim, Phosphine). Si el grano a almacenar se va a usar como semilla, es recomendable hacerlo en bodegas ventiladas donde la temperatura no exceda los 25°C al medio día, de esta manera podrá conservarse hasta seis meses. El ambiente ideal para el almacenamiento del maíz debe tener una temperatura de 21°C y entre 45 y 50% de humedad relativa, constantes (Anónimo, 1991).

### **Composición química**

Como se muestra en la tabla 6, las partes principales del grano de maíz difieren considerablemente en su composición química. La cubierta seminal o pericarpio se caracteriza por un elevado contenido de fibra cruda, aproximadamente el 87 por ciento, la que a su vez está formada fundamentalmente por hemicelulosa (67 por ciento), celulosa (23 por ciento) y lignina (0,1 por ciento). El endospermo, en cambio, contiene un nivel elevado de almidón (87 por ciento), aproximadamente 8 por ciento de proteínas y un contenido de grasas crudas relativamente bajo (FAO, 2013).

**Tabla 6. Composición química proximal de las partes principales de los granos de maíz (%).**

<b>Componente químico</b>	<b>Pericarpio</b>	<b>Endospermo</b>	<b>Germen</b>
Proteínas	3,7	8,0	18,4
Extracto etéreo	1,0	0,8	33,2
Fibra cruda	86,7	2,7	8,8
Cenizas	0,8	0,3	10,5
Almidón	7,3	87,6	8,3
Azúcar	0,34	0,62	10,8

Fuente: FAO, 2013

## **HIPÓTESIS**

La harina de semilla de mamey proporcionara características sensorialmente aceptables como olor, sabor y color a un polvo para bebida tipo tascalate.

# METODOLOGÍA

## DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Experimental cuantitativo; experimental se realizó experimentos en el laboratorio y se determinó parámetros químicos proximales, funcionales y sensoriales y cuantitativo porque los resultados se analizaron utilizando estadística, para lo cual se usó el software MINITAB.

## DISEÑO EXPERIMENTAL

Como se muestra en la tabla 7, el diseño experimental considero 2 factores los cuales están representados por la harina de mamey y la harina de maíz tostado, se propuso tres combinaciones dando un total de 3 tratamientos; a los cuales se realizaron análisis sensorial y análisis químico proximal para determinar su grado de aceptación y valor nutricional. Estas concentraciones se establecieron en base a la consideración de medir de manera creciente el grado de aceptación de la harina de mamey.

**Tabla 7. Diseño experimental de la concentración de semilla de mamey y maíz tostado**

<b>Factor 1</b>	<b>Factor 2</b>
<b>Harina de mamey</b>	<b>Harina de maíz tostado</b>
20	80
40	60
50	50

## VARIABLES INDEPENDIENTES Y DEPENDIENTES

En la tabla 8, se presentan las variables independientes y dependientes que se evaluaron en el proyecto, las independientes están representadas por los tratamientos que se aplicaran y las variables dependientes representan las pruebas que se realizaran para verificar su composición, función y aceptación.

**Tabla 8. Variables independientes y dependientes.**

<b>Variables independientes</b>	<b>Variables dependientes</b>
Mezclas de las harinas para la elaboración de la bebida. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Harina de semilla de mamey/ Harina de maíz tostado y molido: 20/80</li> <li>• Harina de semilla de mamey/ Harina de maíz tostado y molido: 40/60</li> <li>• Harina de semilla de mamey/ Harina de maíz tostado y molido: 50/50</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Colorimetría</li> <li>• Evaluación Sensorial: Escala Hedónica Verbal</li> <li>• Análisis químico proximal: Humedad, cenizas, grasa, proteína, fibra cruda y carbohidratos.</li> <li>• Valor nutricional de la bebida en polvo de acuerdo con el sistema Atwater</li> </ul>

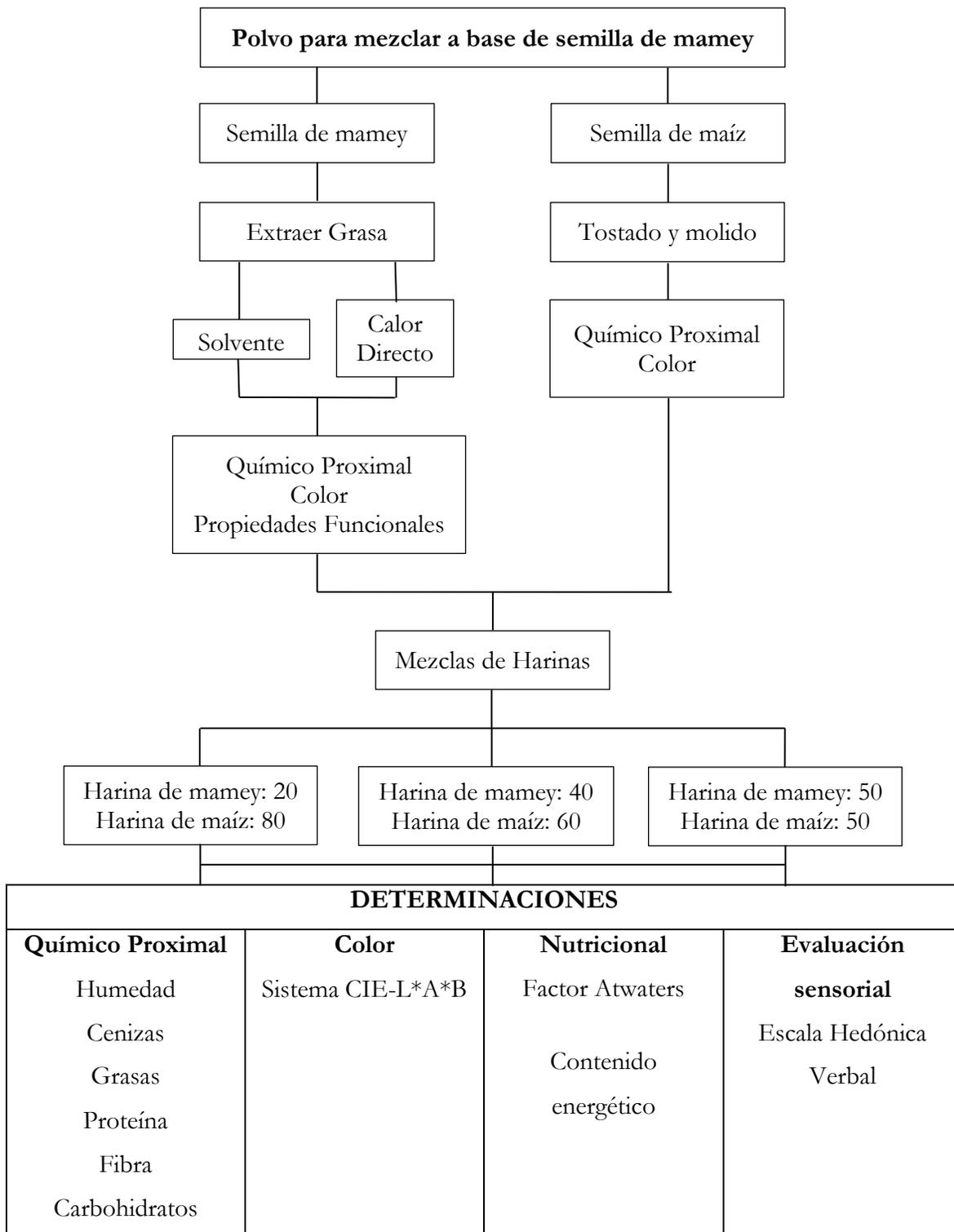
## DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

### Sitio experimental

La elaboración de la bebida en polvo, la evaluación sensorial, análisis químico proximal, propiedades funcionales y colorimetría se realizaron en los laboratorios de Tecnología de Alimentos, Análisis de Alimentos I y II e Investigación y Desarrollo de Productos Funcionales de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas.

**Equipos para la elaboración de la bebida:** Licuadora industrial, Balanza digital (LEGG®), Balanza granataria (Ohaus®, U.S.A), horno de convección (Terlab®, Modelo TE-KLH48M, México), molino mecánico (Maquinas Alvarado®), selladora/empacadora al vacío (Torrey®) prensa de quesos (Vigusa®), materiales propios del laboratorio de Tecnología de alimentos, de la Facultad de Ciencias de la Nutrición y Alimentos.

En la figura 12 se muestra el desarrollo de la elaboración de esta investigación.



**Figura 12. Desarrollo de la investigación.**

## **Material Biológico**

**Semilla de mamey:** Las semillas del fruto de mamey se obtuvieron a partir de despulpar frutos de mamey los cuales fueron adquiridos de la central de abastos de esta ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, con la finalidad de tener un control con respecto a la calidad de la materia prima (libre de contaminación por presencia de insectos o a podredumbre).

**Maíz:** El maíz que se usó para la elaboración de la harina, es blanco de tamaño uniforme, sin contaminación debido a la presencia de insectos o plagas, su origen es la región frailesca del estado.

### **Preparación de la semilla de mamey**

Del fruto del zapote mamey se extrajo las semillas separando la pulpa del fruto, se lavaron y desinfectaron con agua clorara. Debido que la semilla tiene una testa o cubierta dura y correosa se separa con mucho cuidado para evitar un accidente, después de separar la cascara, al embrión se realizó una segunda lavada, después se troceo con ayuda de un cuchillo filoso.

### **Extracción de grasa de la semilla**

**Extracción por calor:** Las semillas que se usaron para este método, se colocaron en la autoclave dentro de bolsas de polipropileno, se calentó a una temperatura de 121°C por un tiempo de 15 – 20 minutos, al término de este tiempo se enfrió hasta temperatura ambiente para posteriormente molerse. Después de la molienda se colocó la harina dentro de una bolsa de tela de manta cielo, y se realizó un prensado con la prensa para quesos. Después de un tiempo aproximadamente media hora, se retiró la torta de la bolsa y se secó en un horno de convección a una temperatura de 64°C por 24 horas, finalmente se redujo su tamaño de partícula en una licuadora industrial hasta obtener un polvo fino.

**Extracción por solvente:** Las semillas se molieron en una licuadora industrial, después se extendió en una charola de aluminio y se introdujeron a un horno de convección a una temperatura de 64°C por 24 horas, posteriormente se extrajo el aceite usando como solvente hexano, para ello se usó el equipo soxhlet, la extracción duro 12 horas. Al término de este tiempo

se coloca la muestra desengrasada en un horno de secado con la finalidad de eliminar el hexano residual. La harina desengrasada y libre de hexano se molió hasta obtener partículas finas.

### **Procedimiento para obtener la harina de maíz**

El maíz se lavó con agua para eliminar principalmente restos de suciedad como tierra y paja, posteriormente se tostó (dorar, quemar) en un comal a fuego directo a una temperatura de 200°C por aproximadamente 1 hora, hasta que en los granos se observó el apareamiento de una coloración café. Se dejaron enfriar hasta temperatura ambiente y después se molieron en un molino mecánico de rodillos, hasta la obtención de una harina fina.

### **Preparación del polvo para preparar la bebida**

**Pesado de ingredientes:** Para la preparación del polvo que se usara para elaborar las bebidas se consideró las combinaciones que se indican en la tabla 7, harina de mamey 20, 40 y 50 % el resto fue harina de maíz tos dada molida (80, 60, 50%), se envasaron en bolsas polipropileno al vacío, esto fue con el fin de evitar contaminación u oxidación.

## **DESCRIPCIÓN DE TÉCNICAS ANALÍTICAS**

**Equipos para la extracción de grasa:** Autoclave, horno de secado (Terlab®, Modelo TE FH45M, México), licuadora, extractor soxhlet (Lab-Line®, Modelo 5000, U.S.A), Horno de secado (Felisa®, Modelo 292A, México), instrumentos propios de laboratorios de tecnología y análisis de alimentos de la Facultad de Ciencias de la Nutrición de Alimentos.

**Reactivo:** Hexano

**Equipos para las propiedades funcionales de la harina de mamey:** Centrifuga, horno de secado (Felisa®, Modelo 292A, México), balanza analítica (Denver®, Modelo APX 200, U.S.A), estufa de convección (Terlab®, Modelo TE-KLH48M, México), instrumentos propios del laboratorio de tecnología de la Facultad de Ciencias de la Nutrición y Alimentos.

**Equipos para el análisis químico proximal:** Estufa de secado (Felisa®, Modelo 292A, México), Mufla (Sib Lindberg®, Modelo CTDC-002, México), parrilla de calentamiento

(Corning®, Modelo PC-400, México), Extractor Soxhlet (Lab-Line®, Modelo 5000, U.S.A), Equipo de digestión de fibra (Labconco®, Modelo 300010, U.S.A), Digestor Micro-kjeldahl (Labconco®, 60300-00, México), Balanza analítica (Denver®, Modelo APX 200, U.S.A), instrumentos propios de laboratorio de tecnología y análisis de alimentos de la facultad de ciencias de la nutrición de alimentos.

**Reactivos:** Hexano, Ácido sulfúrico concentrado libre de nitrógeno, Ácido clorhídrico, Sulfato de potasio, Oxido de mercurio rojo, Hidróxido de sodio, Tiosulfato de sodio, Ácido Bórico al 5%, Tetraborato de sodio (Bórax), Verde Bromocresol, Rojo de metilo.

**Reactivos preparados:** catalizador Micro-kjeldahl, Ácido clorhídrico, Indicador Micro-kjeldahl, Solución Sosa-Tiosulfato de Sodio.

**Equipos para determinación de color:** Colorímetro (Minolta® cr-400), instrumentos propios de Laboratorio de Investigación y Desarrollo de Productos Funcionales de la Facultad de Ciencias de la Nutrición de Alimentos.

**Materiales para la evaluación sensorial:** Vasos PET 237 ml (Marca Bosco®), Vasos PET #0 (Marca Cuevas®), papeletas de la evaluación sensorial de jueces no entrenados.

## **DETERMINACIÓN DE PROPIEDADES FUNCIONALES**

### **CAPACIDAD DE HINCHAMIENTO**

Se pesa 2.5 g de muestra en una probeta graduada, se adiciona 30 ml de agua y se agita manualmente. Se deja reposar durante 24 horas, a temperatura ambiente de  $27\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0.5$ , posteriormente se mide el volumen final (Vf) de la muestra en mL. El resultado de CH se obtiene aplicando la fórmula:

$$\text{CH} = \text{Ve (mL)} / \text{peso muestra (g)}$$

### **ÍNDICE DE ABSORCIÓN DE AGUA**

En un tubo para centrífuga de 50 mL se agrega un gramo de muestra, luego se le adiciona 15 mL de agua destilada a temperatura ambiente. La suspensión se agita durante 30 minutos seguida de una centrifugación a 5000 rpm durante media hora. El sobrenadante se coloca en un platillo de

aluminio previamente tarado y se evapora en una estufa de convección se registra como el del vaso precipitado, y el IAA se calculó con su respectiva ecuación.

$$\text{IAA} = (\text{PG} - \text{PMbs} - \text{PMS}) / \text{PMbs}$$

Dónde:

PG= Peso de gel (g)

PMbs= Peso de la muestra en base seca

PMS= Peso del material solubilizado

El IAA se expresó como: g de gel/g de muestra seca.

### **CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE AGUA**

En tubos de centrífuga, se pesaron 0,5g de cada muestra (Po) (g), se adicionaron 10 ml de agua destilada y se agitaron manualmente durante 10 minutos; se dejó durante 24 horas a temperatura ambiente; se centrifugó a 3000 RPM durante 10 minutos, inmediatamente se retiró el sobrenadante y se pesó el sedimento (P1) (g).

La CRA (%) se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$\text{CRA} = \frac{\text{P1} - \text{Po}}{\text{Po}} * 100$$

### **DETERMINACIÓN DE ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL**

El análisis químico proximal para la determinación de humedad, cenizas, proteína, extracto etéreo (lípidos) y fibra se realizaron según las técnicas analíticas de la AOAC (1984) (ANEXO 2).

Las determinaciones realizadas en el análisis químico proximal son las que a continuación se detallan:

### **DETERMINACIÓN DE HUMEDAD**

Se determinó por deshidratación utilizando una estufa de secado (Marca Felisa®, Modelo 292A, México), mediante la técnica de la AOAC publicada en 1984.

## **DETERMINACIÓN DE CENIZAS**

Se determinó por incineración utilizando una parrilla de calentamiento (Marca Corning®, Modelo PC-400 México) y mufla (Marca Sib Lindberg®, Modelo CTDC-002, México), mediante la técnica de la AOAC publicada en 1984.

## **EXTRACTO ETÉREO (LÍPIDOS)**

Se determinó el contenido de grasa por diferencia de peso con respecto a la grasa extraída utilizando Extractor Soxhlet (Marca Lab-Line®, Modelo 5000 U.S.A) y estufa de secado (Marca Felisa®, Modelo 292A, México), mediante la técnica de la AOAC publicada en 1984.

## **FIBRA CRUDA**

Se determinó el contenido de Fibra Cruda por diferencia de peso utilizando el equipo de digestión de fibra (Marca Labconco®, Modelo 300010 U.S.A), mediante la técnica de la AOAC publicada en 1984.

## **DETERMINACIÓN DE PROTEÍNA CRUDA POR EL MÉTODO DE MICRO-KJELDAHL**

Se determinó por fórmula el contenido de nitrógeno y el porcentaje de proteína cruda utilizando el digestor micro KJELDAHL (Marca Labconco®, Modelo 60300 México), mediante la técnica de la AOAC publicada en 1984.

## **CARBOHIDRATOS**

Esta determinación se hizo por diferencia de peso con respecto al resto de los componentes analizados.

## **DETERMINACIÓN DE COLOR**

Para determinar el color con el equipo de colorimetría por medio del sistema CIE-L\*A\*B

Al finalizar los valores obtenidos en el equipo se calcularon con las siguientes formulaciones:

$$\begin{aligned} \text{°Hue} &= \text{Tan}^{-1} b/a \\ \text{Croma} &= \sqrt{a^2 + b^2} \end{aligned}$$

## **DISEÑO DE ESTUDIO DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL**

### **PREPARACIÓN DE LA MUESTRA**

Se pesaron por cada mezcla 20 gramos y cada una se transfirió a una licuadora con 250 ml de agua y 10 gramos de azúcar, se mezcló durante 15 segundos y se obtuvo la bebida para degustar.

### **POBLACIÓN**

Se realizó la prueba sensorial a alumnos y trabajadores de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas.

### **MUESTRA**

Se realizaron a 20 personas la evaluación sensorial, que consuman bebidas preparadas a base de maíz, accedan a consumir un ingrediente que no hayan probado ya que la bebida está hecha de ello.

### **CRITERIOS DE INCLUSIÓN**

- Alumnos o trabajadores de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas.
- Que consuman bebidas preparadas a base de maíz.
- Acceder a probar algún ingrediente nuevo

### **CRITERIOS DE EXCLUSIÓN**

- Personas que no consuman bebidas preparadas a base de maíz
- Que no accedan a consumir un ingrediente nuevo

### **ANÁLISIS DE RESULTADOS**

Los resultados del análisis sensorial se analizaron utilizando el programa estadístico Minitab versión 12.0.

### **METODOLOGÍA QUE SE UTILIZÓ PARA LA EVALUACIÓN SENSORIAL**

El método que se aplicó para la evaluación fue una prueba afectiva para conocer el grado de satisfacción aplicando una escala hedónica verbal de 5 puntos, describieron desde me gusta muchísimo hasta me disgusta muchísimo. (ANEXO 1)

## PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

### RENDIMIENTO DE EXTRACCIÓN DE GRASA POR MÉTODOS DE CALOR Y SOXHLET DE LA SEMILLA DE MAMEY.

Para la extracción de la grasa de la semilla de mamey, se utilizaron dos métodos diferentes, donde se obtuvieron distintos rendimientos de grasa, los resultados se encuentran en la tabla 9.

**Tabla 9. Resultados de rendimiento de aceite y harina utilizando diferentes métodos de extracción.**

Método	Rendimiento de aceite	Rendimiento de harina
Extracción por calor	34 %	56 %
Extracción con hexano	48.60 %	47.85 %

El proceso de extracción de grasa donde se utilizó hexano como solvente fue con el que se obtuvo mejor rendimiento en la extracción del aceite de la semilla con un porcentaje de 48.60 %, otros trabajos de investigación como el presentado por Olivo en el 2005, señala porcentajes de 32.2 % en un tiempo de 4 horas. Las diferencias observadas se atribuyen al tiempo de extracción y a los diversos genotipos utilizados en las investigaciones. En este sentido Solís *et al.*, (2001), concluye que al aumentar la temperatura y el tiempo de contacto se obtiene mayor recuperación de ácidos grasos en la semilla de zapote mamey.

Sin embargo, el rendimiento de la producción de harina fue menor comparada con el método de extracción con solvente y con el de extracción por calor. Para efectos de estabilidad durante el almacenamiento debido a la presencia de ácidos grasos se decidió usar la extracción por solvente ya que con esta se espera mayor vida útil de la harina que se usara para la elaboración de la base de polvo para la bebida.

## RESULTADO DE LA DETERMINACIÓN DE PROPIEDADES FUNCIONALES DE LA HARINA DE SEMILLA DE MAMEY DESENGRASADA.

Como se muestra en la tabla 10, los resultados que se encontraron indica la alta capacidad de hinchamiento y retención de agua de la harina de semilla de mamey a comparación de Umaña *et al.*, (2013) determino estos parámetros en leguminosas como el garbanzo y lenteja el cual reporta valores menores a la de semilla de mamey. Esto puede ser atribuido debido a la presencia en una concentración elevada de almidón y proteína que interacciona libremente con el agua. Es importante recordar el gran porcentaje de grasa eliminada en esta harina como resultado de la extracción con disolvente, lo que permite mayor solubilidad.

Sandoval *et al.*, (2012), menciona que el poder de hinchamiento y la absorción de agua son parámetros que muestran la magnitud de la interacción entre las cadenas de almidón dentro de las secciones amorfas y cristalinas. La capacidad de retención es la capacidad de una matriz de proteína de absorber y retener agua (Chaparro *et al.*, 2014).

**Tabla 10. Resultados de las propiedades funcionales de la harina de mamey desengrasada.**

Muestra	CH	RA	IAA
Harina de semilla de mamey desengrasada	5.97±0.07	3.58±0.10	0.02±0.005

CH: Capacidad de hinchamiento.

RA: Retención de agua.

IAA: Índice de absorción de agua.

## **RESULTADOS DEL ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL DE LA HARINA DE SEMILLA DE MAMEY DESENGRASADA Y MAÍZ TOSTADO MOLIDO.**

De acuerdo con los resultados del análisis químico proximal (tabla 11) se encontró que los componentes presentes en mayor cantidad de la harina de semilla de mamey desengrasada son proteína (14.53), fibra (17.09) y carbohidratos (51.93). De estos resultados destaca el alto contenido de proteína, la cual es superior al de cereales consumidos frecuentemente como el de maíz, trigo y arroz. En este mismo sentido se encuentra la presencia de fibra la cual es notoria su alta concentración, superior al de la mayoría de los vegetales más consumidos (frutos: naranja, plátano, fresas y Verduras como brócoli, lechugas, leguminosas como el frijol, soya y chía), claro que no se debe pasar por alto que esta concentración representa la fibra cruda la cual se debe analizar con mayor especificidad para determinar calidad y propiedades funcionales.

Delgado *et al.*, en el 2008, reporto en harina de semilla de mamey desengrasada contenido de proteína 24.06 %, fibra 7.04 % e hidratos de carbono 53.78 % cultivadas por los productores del municipio de Santa María Jacatepec Oaxaca. Si se observan diferencias con respectos a los resultados que se presentan en este estudio. Sin embargo, estas pueden ser atribuidos, al periodo de cosecha, lugar, suelo, estado de madurez del fruto, variedades o genotipos.

La baja humedad obtenida indica mayor estabilidad del producto en almacenamiento, lo que podría evitar contaminación microbiana o aglomeración, sin embargo, es conveniente estar al pendiente de la oxidación química debido a la presencia de grasas residuales y aminoácidos de las proteínas, los cuales podrían causar malos olores (rancidez) o colores indeseables (oscurecimiento) con el tiempo.

Con respecto a cenizas, se observa un elevado porcentaje, las cuales están representados por minerales presentes en la semilla.

Cómo se observa en la tabla 11, la combinación harina de semilla de mamey y harina de maíz complementará las deficiencias con respecto al contenido de proteína y fibra, dando como resultado un producto con mayor valor nutricional atribuido principalmente a estos dos componentes.

**Tabla 11. Resultados del análisis químico proximal de la harina de semilla de mamey y maíz tostado (g/100).**

<b>Parámetros</b>	<b>Harina Desengrasada de Mamey</b>	<b>Maíz Tostado</b>
Humedad	1.41 ± 0.15	2.30 ± 0.15
Ceniza	5.18 ± 0.03	1.27 ± 0.02
Grasa	9.84 ± 0.22	5.94 ± 0.24
Proteína	14.53 ± 1.97	7.58 ± 0.81
Fibra	17.09 ± 0.74	7.14 ± 1.74
Carbohidratos	51.93 ± 2.37	75.75 ± 1.72

## **RESULTADOS DEL ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL DE LA MEZCLA DE LAS DIFERENTES FORMULACIONES**

De acuerdo con los resultados obtenidos del análisis químico proximal (tabla 12) realizado a las tres mezclas del polvo para la bebida con diferentes concentraciones, se encontró que los componentes en mayor cantidad son proteína, fibra y carbohidratos.

El análisis estadístico indica que no existen diferencias estadísticas significativas en las tres mezclas del polvo para la bebida con respecto a humedad, las tres presentarían la misma estabilidad durante el almacenamiento.

Con respecto a ceniza, existen diferencia estadística entre las tres formulaciones presentando mayor concentración de minerales en la formulación 3, la cual concentra la mayor cantidad de harina de mamey.

La formulación 1 y 2 no presentan estadísticamente diferencia con respecto a la presencia de grasa, sin embargo, la 3 es diferente a las anteriores, presentado menor cantidad de esta, lo cual está relacionada con una mayor presencia de harina de mamey en la formula.

Para proteína las formulaciones 1 y 2 no presentan diferencias estadísticas con respecto a su contenido, así mismo las formulaciones 2 y 3 son iguales estadísticamente. Este resultado llama la atención ya que la fórmula 3 es la que presenta mayor contenido de harina de mamey la cual como indican los resultados su contenido en nutrientes destaca principalmente la presencia de proteína, la cual incrementaría en valor biológico del producto.

Destaca principalmente el alto contenido de fibra que presenta la formulación 3, y puede ser atribuido a la presencia de mamey. Las formulaciones 1 y 2 no presentan diferencias estadísticas significativas.

Se concluye que la formulación que presenta como complemento la harina de mamey tiene mayor valor nutricional debido a la presencia de proteína y fibra principalmente.

**Tabla 12. Resultados del análisis químico proximal de la mezcla de las diferentes formulaciones.**

<b>Parámetros</b>	<b>Formulación 1</b>	<b>Formulación 2</b>	<b>Formulación 3</b>
Humedad	1.14±0.09 <b>a</b>	1.41±0.13 <b>a</b>	1.29±0.16 <b>a</b>
Ceniza	2.12±0.03 <b>a</b>	2.74±0.22 <b>b</b>	3.23±0.07 <b>c</b>
Grasa	8.05±0.13 <b>a</b>	8.42±0.22 <b>a</b>	5.36±0.32 <b>b</b>
Proteína	8.33±2.13 <b>a</b>	10.9±0.41 <b>ab</b>	12.06±0.87 <b>b</b>
Fibra	3.37±1.20 <b>a</b>	6.36±1.27 <b>a</b>	13.99 ± 2.73 <b>b</b>
Carbohidratos	76.97 ± 3.30 <b>a</b>	70.15 ± 1.35 <b>b</b>	64.04 ± 2.94 <b>c</b>

## RESULTADOS DE CIE-L\*A\*B\*

El color es una de las características superficiales más importantes de los alimentos y es un parámetro crítico de evaluación de la calidad de un producto (León *et al.*, 2006).

La importancia del color como una característica de valoración física y de calidad en los alimentos hace necesario disponer de métodos objetivos de medición que permitan la obtención de valores comparables y reproducibles. El color es afectado por muchos factores, tales como la iluminación, el observador, el espectro, la presencia de pigmentos o las propias características de superficie, tamaño, textura y brillo de la muestra analizada. El color a menudo se utiliza para determinar el contenido de pigmentos de un producto, que a su vez es un índice de calidad (González y Vicente, 2007).

Hunter desarrolló en 1948 el sistema L, a, b (Calvo y Durán, 1997). Este nuevo sólido de color denominado Hunter Lab tiene una superficie uniforme de color definida por tres coordenadas rectangulares: L (luminosidad) donde 0 es el negro y 100 es el blanco, a (rojo-verde); los valores positivos para rojo, negativos para verde y 0 el neutro y b (eje amarillo-azul) valores positivos para amarillo, negativos para azul y 0 el neutro.

La tabla 13 muestra los resultados de luminosidad, se observa que existe diferencias estadísticas significativas entre las tres harinas, siendo la que presenta una mayor luminosidad la harina que se extrajo usando hexano como solvente de la grasa, esta harina es blanca con tonos beige agradable a la vista. Con respecto a la coordenada a\*, la harina que presenta mayor valor y estadísticamente es diferente a las dos restantes es la harina de mamey con grasa, se observó en esta la presencia de tonos marrones a café. Con respecto a la coordenada b, se logró observar que la harina desangrada con solvente y la extraída con calor, son las que presentan tonos en amarillo o beige.

**Tabla 13. Resultados de los distintos tratamientos de la harina de semilla de mamey.**

Color	Harina de mamey sin extracción de grasa	Harina de mamey con extracción por calor	Harina de mamey con extracción por solvente
L	69.97 ± 2.27 <b>a</b>	57.57 ± 4.94 <b>b</b>	85.62 ± 2.07 <b>c</b>
a*	5.75 ± 0.28 <b>a</b>	3.61 ± 0.77 <b>b</b>	1.47 ± 0.27 <b>c</b>
b*	20.27 ± 0.35 <b>a</b>	10.75 ± 2.17 <b>b</b>	12.08 ± 0.92 <b>b</b>

L\*a\*b\* es la norma internacional de medición de color adaptado por la Comisión Internacional de la Iluminación (CIE), si bien existen diferentes espacios de color, el más utilizado de estos en la medición del color en los alimentos es el espacio de color L\*a\*b\* debido a que se obtiene una distribución uniforme de los colores y es muy cercana a la percepción humana del color (Velioglu *et al.*, 2011).

La tabla 14 muestra los resultados de color de la harina de mamey y maíz tostado se encontró que la harina de semilla de mamey muestra una coloración blanquiza, ya que con el método utilizado de extracción de grasa esta pierde coloración, el maíz tostado y molido muestra una coloración café pues esta fue expuesta a una temperatura alta (200°C) para ser tostada y dio un efecto de oscurecimiento en la harina.

**Tabla 14. Resultados de °Hue y Croma de la harina de semilla de mamey & harina de maíz.**

<b>Tratamientos</b>	<b>Luminosidad</b>	<b>°Hue</b>	<b>Croma</b>
Harina de mamey desengrasada	63.05 ± 22.50	80.03 ± 1.14	10.87 ± 3.13
Maíz tostado	58.01 ± 11.28	78.21 ± 8.06	14.89 ± 3.51

En la tabla 15 muestra los resultados de las distintas formulaciones, las fórmulas 1 y 2 presentan menor luminosidad que la 3, esta fue la formulación con mayor concentración de harina de mamey, este resultado se correlaciona con la luminosidad que presenta harina de mamey por si sola, existe una relación directa entre la harina de mamey y el incremento en la luminosidad.

**Tabla 15. Resultados de °Hue y Croma de las distintas formulaciones de harina de semilla de mamey & harina de maíz**

<b>Tratamientos</b>	<b>Luminosidad</b>	<b>°Hue</b>	<b>Croma</b>
Formulación 1	53.02 ± 3.97	73.87 ± 0.33	11.31 ± 0.65
Formulación 2	54.86 ± 11.16	75.2 ± 0.49	10.03 ± 3.50
Formulación 3	59.99 ± 3.62	76.7 ± 0.48	10.36 ± 1.07

## RESULTADOS DE LA DETERMINACIÓN DEL VALOR NUTRICIONAL

Al obtener los resultados del análisis químico proximal (tabla 12) a partir de este se determinó el contenido energético, se realizó los cálculos en una porción de 200 ml de agua con una cucharada (40 g) del polvo.

Los resultados que indican en la tabla 16 en cuanto al contenido energético, se encontró que la formulación 1 presenta mayor contenido energético (165.42 kcal/g), seguido de la formulación 2 (159.92 kcal/g) y formulación 3 (140.98 kcal/g). Esto se debe a que la formulación 1 presenta mayor cantidad de maíz y el valor del contenido de grasa es mayor y por lo tanto el aporte calórico es correspondiente; de acuerdo con el componente químico analizado reporta un alto contenido de carbohidratos. Las formulaciones 2 y 3 presentan un alto contenido de proteína y bajo contenido de grasa, comparado con la uno, lo cual sugiere que su valor calórico está relacionado principalmente a las proteínas y carbohidratos. Se consideran más sanas para su consumo.

**Tabla 16. Composición nutrimental de las tres formulaciones de la bebida en polvo.**

<b>Componente</b>	<b>Formulación 1 (40g)</b>	<b>Formulación 2 (40g)</b>	<b>Formulación 3 (40g)</b>
Humedad	0.45	0.56	0.51
Ceniza	0.84	1.09	1.29
Grasa	3.22	3.36	2.14
Proteína	3.33	4.36	4.82
Fibra	1.34	2.54	5.59
Carbohidratos	30.78	28.06	25.61
<b>Contenido energético</b>	<b>165.42 kcal/g</b>	<b>159.92 kcal/g</b>	<b>140.98 kcal/g</b>

## RESULTADO DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL DE LAS DIFERENTES FORMULACIONES DE LA BEBIDA EN POLVO

Los resultados que se obtuvieron (Tabla 17), indican que la formulación que más aceptada es la 1, con una calificación de 4 que significa me gusta moderadamente, las formulaciones 2 y 3 fueron calificadas con 2 que significa me disgusta levemente. Esto puede ser atribuido a la presencia de harina de mamey, que tal como indicaron los jueces evaluadores percibieron un sabor ligeramente amargo y astringente. El olor del producto es agradable y su disolución en agua proporciona un producto agradable para ser usado como polvo para una bebida ligera, ya que no se observó la hidratación excesiva del almidón lo cual proporcionaría una bebida espesa y homogénea.

**Tabla 17. Resultado de la evaluación sensorial, prueba de aceptación**

Formulación	Escala verbal numérica de 5 puntos
1	3.80 ± 0.76 a
2	2.20 ± 0.95 b
3	2.05 ± 1.19 b

El sabor amargo se debe a la presencia en la semilla del ácido hidrocianhídrico que da un sabor característico a almendras amargas. (Rodríguez Mohel, 2005), aun así, se puede seguir con la investigación y para poder minimizar la presencia de este componente.

De las tres formulaciones el que agrado a los panelistas fue la formulación 1 ya que esa mezcla tenía más maíz que harina de mamey desengrasada y eso le daba un sabor menos amargo.

## CONCLUSIÓN

El método de extracción con solvente fue el que ofreció mejor características de la harina de mamey, ya que parámetros como color, concentración de grasa final, capacidad de hinchamiento, retención y absorción de agua, son los que definieron finalmente las características del producto formulado.

El análisis químico proximal indica la presencia de grasa en las harinas compuestas principalmente de maíz, aquellas que tienen mayor presencia de mamey son ricas en proteínas y fibra.

El valor calórico de las formulaciones está directamente relacionado con la presencia de grasa, así destacan aquellas que son ricas en maíz, las que tienen mayor cantidad de harina de mamey tienen menor valor calórico, sin embargo, son las que presentan mayor valor biológico debida a la presencia de proteína.

La evaluación sensorial indica que las formulaciones que tienen mayor contenido de harina de mamey son las menos aceptada, la que tiene menor contenido es la más acepta. Esto se debe al sabor amargo que se percibe en la bebida.

## REFERENCIAS DOCUMENTALES

**ALEXIADES**, Miguel, Shanley, Patricia. Productos forestales, medios de subsistencias y conservación. [en línea] 2004 [fecha de consulta: 04 de octubre de 2017] disponible en: <file:///D:/TESIS%20MAMEY/Referencias%20bibliograficas/Libro%20Mamey.pdf>

ISBN: 979-3361-23-9

**ALIA** Tejagal, I., [et. al.]. Factores fisiológicos, bioquímicos y de calidad en frutos de zapote mamey. Revista Chapingo Serie Horticultura [en línea]. 2002. 8(2). Estado de México, México. [Fecha de consulta: 26 de noviembre de 2018].

Disponible en:

[https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/33308482/cd350f9cdb9a0ddabd70af5219f84e87.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1548766383&Signature=TmUoyKPiw9E5FD%2BfMJtomkRSJw%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DFACTORES\\_FISIOLOGICOS\\_BIOQUIMICOS\\_Y\\_DE\\_C.pdf](https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/33308482/cd350f9cdb9a0ddabd70af5219f84e87.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1548766383&Signature=TmUoyKPiw9E5FD%2BfMJtomkRSJw%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DFACTORES_FISIOLOGICOS_BIOQUIMICOS_Y_DE_C.pdf)

**ANÓNIMO** 1991. Maní (*Arachis hypogaea* L.). In: Ministerio de Agricultura y Ganadería. 1991. Aspectos técnicos sobre cuarenta y cinco cultivos agrícolas de Costa Rica. Dirección General de Investigación y Extensión Agrícola. San José, Costa Rica.

**ASTURIAS**, Miguel Ángel. Maíz de alimento sagrado a negocio del hambre. [En línea]. Ecuador: acción ecológica, 2004 [fecha de consulta: 21 abril de 2017].

Disponible en: [http://www.rallt.org/PUBLICACIONES/maiz\\_alimento%20sagrado.pdf.pdf](http://www.rallt.org/PUBLICACIONES/maiz_alimento%20sagrado.pdf.pdf)

**BALERDI**, F. et al. El mamey zapote en florida. [en línea] 1966 [fecha de consulta: 04 de octubre de 2017] disponible en:

<file:///D:/TESIS%20MAMEY/Referencias%20bibliograficas/mamey.pdf>

**BENÍTEZ**, Raúl. Pérdidas y desperdicios de alimentos en América Latina y el Caribe. [en línea]. 2011.

Disponible en

<http://www.fao.org/americas/noticias/ver/es/c/239393/>

**BARROS**, Cristina y Buenrostro, Marcos. Pozol, popo, champurrado. Revista digital universitaria [en línea] abril 2011, no. 4. [Fecha de consulta: 18 abril de 2017]. Disponible en: [http://bienvenida.unam.mx/revistas/RDU/otros/pozol\\_popo\\_champurrado.pdf](http://bienvenida.unam.mx/revistas/RDU/otros/pozol_popo_champurrado.pdf)

**CALVO**, C Y Duran, L. Propiedades físicas II: ópticas y color. En temas en tecnología de alimentos. J.M. Aguilera. Instituto Politécnico Nacional. 1997. México D. F

ISSN: 1067-6079

**CASAS** Alencaster, N. Cambios fisiológicos y bioquímicos durante la maduración del mamey (*Calocarpum mammosum*). Tesis Profesional. D. F., México: Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. Instituto Politécnico Nacional. 1977.

**CHAPARRO**, Sandra P.; **TAVERA**, Mónica L.; **MARTINEZ**, José J. and **GIL**, Jesús h.. propiedades funcionales de la harina y de los aislados proteicos de la semilla de guanábana (*Annona muricata*). *rev.udcaactual.divulg.cient.* [en línea]. 2014, vol.17, n.1, pp.151-159. ISSN 0123-4226.

**CHIRINO**, Jairo y Aguirre, Silvia. Recetario de tascalate. Un alimento chiapaneco de mucha tradición. Elaboración de texto (licenciado en gastronomía). Chiapas, México: universidad de ciencias y artes de Chiapas, facultad de ciencias de la nutrición y alimentos, 2. 12 p.

**DELGADO**, C. *et al.* Caracterización parcial de la harina desengrasada de la semilla de zapote mamey (*Pouteria sapota*). 1er Ed. México: Instituto tecnológico de Tuxtepec, 2008. 11 p.

**DÍAZ** Pérez, J. C., [et. al]. Quality changes in sapote mamey fruit during ripening and storage. *Postharvest Biol. Technol.* 18: 2000. 67–73 p.

**FAO**. El maíz en la nutrición humana. [en línea]. Roma, Italia; 2013 [Fecha de consulta: 23 de octubre de 2018] disponible en: <http://www.fao.org/3/t0395s/T0395S00.htm#Contents>

**FAO**. Perdidas y desperdicios de alimentos en América Latina y el Caribe. [en línea] abril 2015 fecha de consulta: 20 de octubre de 2018] Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-i4655s.pdf>

**FAO**. Pérdidas y desperdicio de alimentos en el mundo: Alcance, causas y prevención. [En línea] Roma. 2011.

Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/016/i2697s/i2697s.pdf>

ISBN: 9789253072057

**FERNANDEZ**, Domingo, Modesto, Pedro. El mamey colorado. Instituto canario de investigaciones agrarias [en línea] marzo, 2009 [fecha de consulta: 04 de octubre de 2017] disponible en:

file:///D:/TESIS%20MAMEY/Referencias%20bibliograficas/Diptico\_mamey.pdf

**GAONA-GARCIA**, A. et al. Caracterización de frutos de zapote mamey (*Pouteria sapota*) en el suroeste del estado de Morelos. *Rev. Chapingo Ser.Hortic* [online]. 2008, vol.14, n.1 [citado 2018-

10-25], pp.41-47. Disponible en:

<[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1027-152X2008000100006&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1027-152X2008000100006&lng=es&nrm=iso)>. ISSN 2007-4034.

**GONZÁLEZ**, A. M., Vicente, I. El color en la industria de los alimentos. 2007 editorial Universitaria. La Habana.

**HLPE**. Las pérdidas y el desperdicio de alimentos en el contexto de sistemas alimentarios sostenibles. Un informe del Grupo de alto nivel de expertos en seguridad alimentaria y nutrición del Comité de Seguridad Alimentaria Mundial. Roma, 2014.

**LAIZ** Saldaña, J. C., [et. al.] Aprovechamiento de residuos agroindustriales: Producción de biodiesel por transesterificación alcalina de aceite crudo de "almendras" de zapote mamey (*Pouteria sapota*) [en línea]. Monterrey, México: Tecnología, Ciencia, Educación, enero-junio 2009 [Fecha de consulta: 28 de noviembre de 2018]

Disponible en:

<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=48212169007>

ISSN 0186-6036

**LEÓN**, K., D. Mery, F. Pedreschi y J. León, *Color measurement in L\*a\*b\* units from RGB digital images*, Food Research International, 2006.

ISSN: 1084-1091

**MAR**. Bebidas prehispánicas [en línea] México, D.F. 2010 [fecha de consulta: 19 abril de 2017].

Disponible en: [http://www.mexican-authentic-recipes.com/historia-bebidas\\_prehispanicas.html](http://www.mexican-authentic-recipes.com/historia-bebidas_prehispanicas.html)

**MILENIO**. [en línea] Lidera Yucatán en la producción de mamey. México, 2018: [fecha de consulta: 23 de septiembre de 2019]. Disponible en: <https://sipse.com/milenio/yucatan-ocupo-primer-lugar-produccion-mamey-nivel-nacional-300486.html>

**MONTER**, A. et al. Vol. 9. ZAPOTE MAMEY [*Pouteria sapota* (Jacq.) Moore & Stearn], DIVERSIDAD Y USOS. Abril 2016 vol. 9.

ISSN: 01887394

**MORERA**, J. A. Sapote (*pouteria sapota*) en Neglected Crops: 1492 from a different perspective. J. E. Hernando Bermejo y J. León (eds). Plant Production and Protection Series. Roma, Italia: FAO, 1994.

**MORTON**, J. Sapote, en Fruits of Warm climates. Julia F. Morton (Eds). Miami: FI. USA, 1987

**MONTEZA** Almeyda, Sheyla y **SAMAMÉ** Barboza, Juan. Extracción, caracterización y determinación del tiempo de vida útil, del aceite de semilla de zapote (*Matisia cordata*, Bonpl). Tesis (Ingeniero agroindustrial y comercio exterior). Pimentel, Perú: Universidad Señor de Sipán, 2016.

**NAGY**, S. y **SHAW**, P. E. Tropical and Subtropical Fruits. Composition, Properties and Uses: AVI Publishing, Inc. 1980. 315 p.

**OLIVO**, Angelica. contenido y perfil de ácidos grasos en semilla de *pouteria sapota* (jacq.) H.E. Moore & Stern de diversas regiones agroclimáticas. Tesis Profesional (Maestría en Ciencias en el área de Ciencias Agrícola). Xalisco, Nayarit: Universidad Autónoma de Nayarit, posgrado en ciencias biológico agropecuarias.

**PARFITT**, J., *et al.* Food waste within food supply chains: quantification and potential for change to 2050. [en línea] 2010 *Philosophical Transactions of the Royal Society*, 365: 3065-3081 [Fecha de consulta: 15 de octubre de 2018] disponible en <http://rstb.royalsocietypublishing.org/content/365/1554/3065.full>.

**PEOPLES**, M. B. y **DALLING**, M. J. The interplay between proteolysis and amino acid metabolism during senescence and nitrogen reallocation. In: Senescence and Aging in Plants.

**PLANEACIÓN** Agrícola Nacional. Maíz grano, blanco y amarillo. [en línea]. México, 2017 [fecha de consulta: 23 de septiembre de 2019]. Disponible en: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/256429/B\\_sico-Ma\\_z\\_Grano\\_Blanco\\_y\\_Amarillo.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/256429/B_sico-Ma_z_Grano_Blanco_y_Amarillo.pdf)

**RAMOS** Ramírez, F. X., [*et al.*] Almacenamiento de frutos de zapote mamey [*Pouteria sapota* (Jacq.) H. E. Moore & Stearn] en atmósfera modificada. Revista Chapingo Serie Horticultura [en línea]. 2009, vol.15, n.1 [fecha de consulta: 19 diciembre de 2018]. 17-23 p.

Disponible en:

<[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1027-152X2009000100004&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1027-152X2009000100004&lng=es&nrm=iso)>. ISSN 2007-4034

**RENDÓN**, Beatriz, *et al.* Plantas, cultura y sociedad, estudio sobre la relación entre seres humanos y plantas en los árboles del siglo XXI. [en línea] 2001 [fecha de consulta: 04 de octubre del 2017]

Disponible en:

file:///D:/TESIS%20MAMEY/Referencias%20bibliograficas/Capitulo\_Manejo\_selva\_Mamey\_01.pdf

ISBN: 970-654-782-7

**RODRÍGUEZ** Mohel, E. A. Investigación Experimental. En E. A. Rodríguez Mohel, Metodología de la Investigación. Villahermosa: Universidad Juárez autónoma de Tabasco (2005).

**RODRIGUEZ-Sandoval**, Eduardo; Lascano, Alexandra y Sandoval, galo. influencia de la sustitución parcial de la harina de trigo por harina de quinoa y papa en las propiedades termomecánicas y de panificación de masas. *rev.udcaactual.divulg.cient.* [en línea]. 2012, vol.15, n.1, pp.199-207. ISSN 0123-4226.

**SANDOVAL**, M. E, [*et. al.*] Crecimiento de fruto de zapote mamey [Pouteria sapota (Jacquin) H. R. Moore & Stearn] en Morelos, México. Rev. Fitotec. México. 2006. vol. 29, no.2.

**SAGARPA**. 2007. Anuario Estadístico de la producción Agrícola de los Estados Unidos Mexicanos. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.

Secretaria de agricultura y desarrollo social. Manual técnico del cultivo de maíz bajo buenas prácticas agrícolas. [en línea]. Medellín, Colombia: Gobernación de Antioquia, 2015 [Fecha de consulta: 12 de enero 2019]

Disponible en:

<https://conectarural.org/sitio/sites/default/files/documentos/MANUAL%20DEL%20CULTIVO%20DE%20%20MAIZ.pdf>

**SIAP**. Cierre de la Producción agrícola por cultivo. Servicio de Información Agroalimentaria y pesquera. 2011.

Disponible en: <http://www.siap.gob.mx>

**SOLÍS** Fuentes, J.A., TAPIA Santos, M., DURÁN de Bazúa, M.C. Aceite de almendra de zapote mamey, un análisis de rendimientos y condiciones de extracción. Información Tecnológica. 2001. vol.12, no.6. :23-28 p

**SRE**. La cultura mexicana [en línea] México, 2009 [fecha de consulta: 19 abril de 2017].

Disponible en: <http://www.actiweb.es/kakadia/archivo9.pdf>

**TAPIA**, Magaly, *et al.* Obtención de aceite de semilla de mango manila (mangifera indica l.) como una alternativa para aprovechar subproductos agroindustriales en regiones tropicales. [en línea] 2013 [Fecha de consulta: 22 de octubre de 2018] disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/141/14125584009.pdf>

**TREJO**, Eduardo. El sector agropecuario y otros datos de interés. [en línea] agosto 2017 [fecha de consulta: 20 de octubre de 2018] Disponible en: <https://www.economista.com.mx/opinion/El-sector-agropecuario-y-otros-datos-de-interes-I-20170823-0009.html>

**UMAÑA**, j., Lopera, s., Gallardo, c. Caracterización de Harinas Alternativas de Origen Vegetal con Potencial Aplicación en la Formulación. [en línea] 22, ago. 2013. [Fecha de consulta: 10 de octubre de 2018] disponible en: <http://www.alimentoshoy.acta.org.co/index.php/hoy/article/view/230/223>

**VILLANUEVA** Arce, R. Cambios bioquímicos y físicos durante el desarrollo y postcosecha del mamey (*Pouteria sapota* (Jacq.) H.E. Moore & Stearn) [en línea]. México, Morelos, Georgia: Instituto Politécnico Nacional y University of Georgia. 2000. vol. 6 no.1. [Fecha de consulta: 14 de enero de 2019]

Disponible en:

[https://www.researchgate.net/publication/275272046\\_Cambios\\_bioquimicos\\_y\\_fisicos\\_durante\\_el\\_desarrollo\\_y\\_postcosecha\\_del\\_mamey\\_Pouteria\\_sapota\\_Jacq\\_HE\\_Moore\\_Stern](https://www.researchgate.net/publication/275272046_Cambios_bioquimicos_y_fisicos_durante_el_desarrollo_y_postcosecha_del_mamey_Pouteria_sapota_Jacq_HE_Moore_Stern)

**VELÁZQUEZ**, Karina, Alvarado Brenda, Reyes, Abigail. Historia del mamey pouteria sapota. Revista iberoamericana de ciencias [en línea] mayo 2015, no. 3 [fecha de consulta: 04 de octubre del 2017]. Disponible en: <http://www.reibci.org/publicados/2015/mayo/0500121.pdf>  
ISSN: 2334-2501

**VELIOĞLU**, H.M., I.H. Boyacı and Ş. Kurultay. Determination of visual quality of tomato paste using computerized inspection system and artificial neural networks. *Comp. Electr. Agric.*, 2011. 77: 147–154.

**WATERMAN**, P. G. y **MAHAMOHUD**, E. N. pp: 51-74. In: *The Gen-era Sapotaceae*. Pennington, T. D. (ed.). Royal Botanic Garden, Kew, UK. 1991. 295 p.

# ANEXOS

## ANEXO 1: PAPELETA DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL



UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA NUTRICIÓN Y  
ALIMENTOS  
LICENCIATURA EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE  
ALIMENTOS



Nombre: \_\_\_\_\_ Edad: \_\_\_\_\_

Ocupación: \_\_\_\_\_ Sexo: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Instrucciones: Pruebe el producto que se presenta a continuación. Marca con una (X), una respuesta de acuerdo con la escala verbal de tu agrado.

583
( ) 1=Me disgusta mucho
( ) 2=Me disgusta levemente
( ) 3=No me gusta ni me disgusta
( ) 4=Me gusta moderadamente
( ) 5=Me gusta mucho

915
( ) 1=Me disgusta mucho
( ) 2=Me disgusta levemente
( ) 3=No me gusta ni me disgusta
( ) 4=Me gusta moderadamente
( ) 5=Me gusta mucho

287
( ) 1=Me disgusta mucho
( ) 2=Me disgusta levemente
( ) 3=No me gusta ni me disgusta
( ) 4=Me gusta moderadamente
( ) 5=Me gusta mucho

**COMENTARIOS:**

---

---

---

---

¡MUCHAS GRACIAS!

## **ANEXO 2: TÉCNICAS UTILIZADAS PARA REALIZAR EL ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL (AOAC).**

### **PROCEDIMIENTO PARA EL ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL**

#### **Determinación de Humedad**

Se colocan las tapas de cajas petri en la estufa de secado a una temperatura entre 50 a 60°C, hasta obtener el peso constante (Po), aproximadamente 12 horas. Al llegar a peso constante se pasaron de la estufa al desecador esperando a que se enfriaran para pesar en la balanza analítica. Posteriormente se distribuye 5g de muestra (Pm) en el interior de las tapas de cajas petri y se extendió en toda la superficie; se introducen en la estufa de secado, dejando eliminar el agua de la muestra a una temperatura entre 50 a 65°C durante 12 a 24 horas (hasta obtener el peso constante). Se retirarán las tapas de cajas petri con la muestra deshidratada de la estufa, se colocarán en el desecador, esperando a que se enfriara la muestra (2 a 3 minutos) y su peso (P1). Se calcula el contenido de humedad a partir de la pérdida de peso de la muestra.

#### **Determinación de Ceniza**

Se colocan los crisoles a peso constante en la estufa de secado a una temperatura entre 50 a 60°C. Al llegar a peso constante se pasarán a la estufa de secado por 10 a 15 minutos, posteriormente se colocan en el desecador, esperando a que se enfriara la muestra (5 a 10 minutos) y se pesó (Po). Se introducen 5g de muestra molida (Pm) en cada crisol. Se carbonizo sobre la parrilla de calentamiento hasta que dejara de liberar humo (se cuida que no se incendia), se toma la muestra carbonizada y se incinero en la mufla a una temperatura entre 500 a 600°C. Se mantuvo la temperatura de la mufla hasta que las cenizas adquirieran un color BLANCO a GRIS-BLANCO (aproximadamente de 2 a 3 horas). Llegado el tiempo indicado se retiraron los crisoles de la mufla colocándolos en la estufa de secado (10 a 15 minutos), se sacó y colocó en el desecador hasta que se enfriaran (5 a 10 minutos) y se pesó (Pf), sin tocarlo con las manos.

La determinación de ceniza nos indica el porcentaje de minerales que contiene cualquier tipo de alimento.

### **Determinación de grasa**

La determinación de grasa se realiza por el método de SOXHLET. Se colocan los matraces balón con boquilla esmerilada en la estufa de secado a una temperatura entre 50 a 60°C, hasta llegar al peso constante (Po), aproximadamente 6 a 8 horas. Se pesó 5g de muestra seca (Pm) dentro del cartucho de celulosa colocando un tapón de algodón en la boquilla del cartucho para impedir que se tire la muestra. Posteriormente se coloca en la cámara o trampa del extractor añadiendo de 2 a 3 sifonadas de hexano. Se embono al refrigerante cerciorando que las mangueras de agua estuvieran conectadas correctamente, y así mismo no haya fuga, se abre la llave de agua y se enciende la fuente de calor. Se extrae por 12 a 16 horas la grasa de la muestra.

Después de la extracción: se retira el cartucho con la muestra sin grasa de la trampa de extractor y se colocó en la estufa de secado hasta evaporar el hexano (se guardó para ocupar la muestra en las posteriores pruebas). Posteriormente se destila el hexano sucio, sin desmontar el equipo de extracción, terminado este paso, se colocan los matraces de balón con muestra de grasa en la estufa de secado hasta la obtención del peso constante, evaporado el solvente y se pesó (Pf).

Esta técnica se aplica a muestras de alimentos para obtener la grasa de un alimento homogeneizado mediante una extracción directa con disolventes en frío.

### **Determinación de proteína**

La proteína de la harina de semilla de mamey y maíz, así como las mezclas de harinas citadas anteriormente fue obtenida por el método de Micro-kjeldahl en tres partes.

Parte 1. Digestión de la muestra: se pesa 0.05g de muestra seca y libre de grasa; y se adicionó a un matraz Micro-kjeldahl agregando 2g de catalizador Micro-kjeldahl, 2ml de ácido sulfúrico, perlas de vidrio y se colocó en el digestor de 1 a 1.5 horas (cuando la muestra se vuelve transparente, calentar 1 hora más).

Parte 2. Destilación de la muestra: se transfirió la solución diferida al aparato de digestión lavando el matraz Micro-kjeldahl con agua destilada de 5 a 6 veces con agua destilada, agregando 10ml de la solución Sosa-Tiosulfato. En una probeta se depositó 5ml de ácido bórico al 5% y se adiciono 3 gotas de indicador Micro-kjeldahl, posteriormente se coloca debajo de la salida del refrigerante. Se colectó entre 50 a 60ml de destilado.

Parte 3. Titulación: se titula una alícuota de 50ml del destilado con ácido clorhídrico 0.05 N hasta la aparición de un cambio de color.

### **Determinación de Fibra Cruda**

Antes de la determinación de fibra cruda se pone peso constante ( $P_o$ ) el papel filtro. Llegando el peso constante se pesó 1 g de muestra ( $P_m$ ), transferir al vaso de Berselius y adicionar 30ml del reactivo S-K. Posteriormente se colocó el vaso en el Condensador de Fibra Cruda y se llevó a ebullición (agitar cada 5 minutos), hervir por 30 minutos. Llegado el tiempo se filtró en caliente a través del embudo (utilizando el papel filtro llevado a peso constante). Se lavó el residuo con agua caliente y acetona (hasta obtener la decoloración). Se colocó a peso constante el papel filtro y se pesó ( $P_1$ ).

**ANEXO 3. RESULTADO DE ANOVA DEL ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL DE HARINA DE SEMILLA DE MAMEY Y MAÍZ TOSTADO Y MOLIDO.**

**One-way Analysis of Variance**

Analysis of Variance for Humedad

Source	DF	SS	MS	F	P
Harina	1	1,2060	1,2060	49,90	0,002
Error	4	0,0967	0,0242		
Total	5	1,3027			

Level	N	Mean	StDev	Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev			
1	3	2,3067	0,1550	+-----+-----+-----+----- (-----*-----)			
2	3	1,4100	0,1559	+-----+-----+-----+----- (-----*-----)			
Pooled StDev =		0,1555		1,20	1,60	2,00	2,40

Tukey's pairwise comparisons

Family error rate = 0,0500  
Individual error rate = 0,0500

Critical value = 3,93

Intervals for (column level mean) - (row level mean)

	1	
2	0,5442	1,2491

## One-way Analysis of Variance

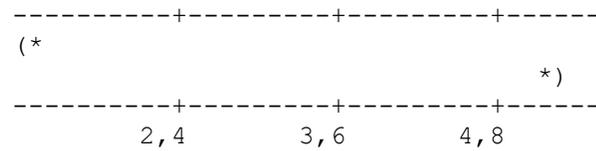
Analysis of Variance for Ceniza

Source	DF	SS	MS	F	P
Harina	1	23,01042	23,01042	2,2E+04	0,000
Error	4	0,00427	0,00107		
Total	5	23,01468			

Level	N	Mean	StDev
1	3	1,2700	0,0265
2	3	5,1867	0,0379

Pooled StDev = 0,0327

Individual 95% CIs For Mean  
Based on Pooled StDev



Tukey's pairwise comparisons

Family error rate = 0,0500  
 Individual error rate = 0,0500

Critical value = 3,93

Intervals for (column level mean) - (row level mean)

	1	
2	-3,9907	
	-3,8426	

## One-way Analysis of Variance

Analysis of Variance for Grasa

Source	DF	SS	MS	F	P
Harina	1	22,7760	22,7760	416,13	0,000
Error	4	0,2189	0,0547		
Total	5	22,9950			

Level	N	Mean	StDev	Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev			
1	3	5,947	0,246	---+-----+-----+-----+---			
2	3	9,843	0,221	(-*-)			
				-----+-----+-----+-----+---			
				6,0	7,5	9,0	10,5

Tukey's pairwise comparisons

Family error rate = 0,0500  
Individual error rate = 0,0500

Critical value = 3,93

Intervals for (column level mean) - (row level mean)

	1	
2	-4,4270	
	-3,3663	

## One-way Analysis of Variance

Analysis of Variance for Proteina				
Source	DF	SS	MS	
Harina	1	72,45	72,45	F 31,90
Error	4	9,08	2,27	P 0,005
Total	5	81,54		

				Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev			
Level	N	Mean	StDev	-----+-----+-----+-----+			
1	3	7,580	0,813	(------*-----)			
2	3	14,530	1,970	(-----*-----)			
Pooled StDev = 1,507				7,0	10,5	14,0	17,5

Tukey's pairwise comparisons

Family error rate = 0,0500  
 Individual error rate = 0,0500

Critical value = 3,93

Intervals for (column level mean) - (row level mean)

	1	
2	-10,366	
	-3,534	

## One-way Analysis of Variance

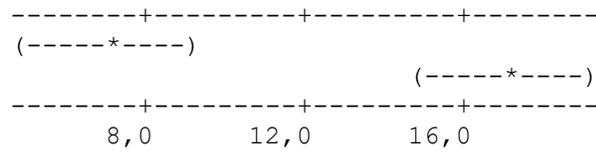
Analysis of Variance for Fibra

Source	DF	SS	MS	F	P
Harina	1	148,60	148,60	82,62	0,001
Error	4	7,19	1,80		
Total	5	155,80			

Level	N	Mean	StDev
1	3	7,140	1,746
2	3	17,093	0,742

Pooled StDev = 1,341

Individual 95% CIs For Mean  
Based on Pooled StDev



Tukey's pairwise comparisons

Family error rate = 0,0500  
 Individual error rate = 0,0500

Critical value = 3,93

Intervals for (column level mean) - (row level mean)

	1	
2	-12,994	-6,913

**ANEXO 4. RESULTADO DE ANOVA DEL ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL DE LAS FORMULACIONES 1, 2 Y 3.**

**One-way Analysis of Variance**

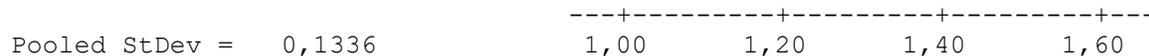
Analysis of Variance for humedad

Source	DF	SS	MS
C1	2	0,1155	0,0577
Error	6	0,1071	0,0179
Total	8	0,2226	

F                  P  
3,23              0,111

Level	N	Mean	StDev
1	3	1,1400	0,0954
2	3	1,4167	0,1365
3	3	1,2967	0,1607

Individual 95% CIs For Mean  
Based on Pooled StDev



Tukey's pairwise comparisons

Family error rate = 0,0500  
Individual error rate = 0,0220

Critical value = 4,34

Intervals for (column level mean) - (row level mean)

	1	2
2	-0,6115 0,0582	
3	-0,4915 0,1782	-0,2148 0,4548

## One-way Analysis of Variance

Analysis of Variance for cenizas

Source	DF	SS	MS	F	P
C3	2	1,8780	0,9390	48,71	0,000
Error	6	0,1157	0,0193		
Total	8	1,9937			

Level	N	Mean	StDev	Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev
1	3	2,1200	0,0361	(---*---)
2	3	2,7400	0,2272	(---*---)
3	3	3,2367	0,0702	(---*---)

Pooled StDev = 0,1388

2,00      2,50      3,00      3,50

Tukey's pairwise comparisons

Family error rate = 0,0500

Individual error rate = 0,0220

Critical value = 4,34

Intervals for (column level mean) - (row level mean)

	1	2
2	-0,9679	-0,2721
3	-1,4646	-0,8446
	-0,7688	-0,1488

## One-way Analysis of Variance

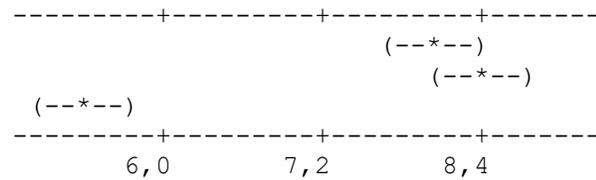
Analysis of Variance for grasa

Source	DF	SS	MS	F	P
C5	2	16,7750	8,3875	145,11	0,000
Error	6	0,3468	0,0578		
Total	8	17,1218			

Level	N	Mean	StDev
1	3	8,0567	0,1361
2	3	8,4267	0,2272
3	3	5,3633	0,3213

Pooled StDev = 0,2404

Individual 95% CIs For Mean  
Based on Pooled StDev



Tukey's pairwise comparisons

Family error rate = 0,0500

Individual error rate = 0,0220

Critical value = 4,34

Intervals for (column level mean) - (row level mean)

	1	2
2	-0,9724 0,2324	
3	2,0909 3,2957	2,4609 3,6657



## One-way Analysis of Variance

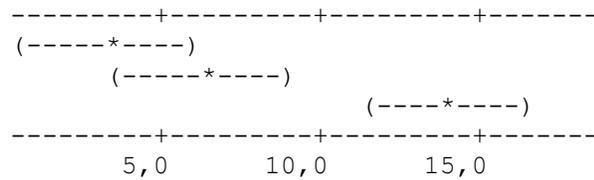
Analysis of Variance for fibra

Source	DF	SS	MS	F	P
C9	2	179,97	89,99	25,62	0,001
Error	6	21,07	3,51		
Total	8	201,04			

Level	N	Mean	StDev
1	3	3,377	1,203
2	3	6,363	1,275
3	3	13,997	2,732

Pooled StDev = 1,874

Individual 95% CIs For Mean  
Based on Pooled StDev



Tukey's pairwise comparisons

Family error rate = 0,0500

Individual error rate = 0,0220

Critical value = 4,34

Intervals for (column level mean) - (row level mean)

	1	2
2	-7,682 1,709	
3	-15,316 -5,924	-12,329 -2,938

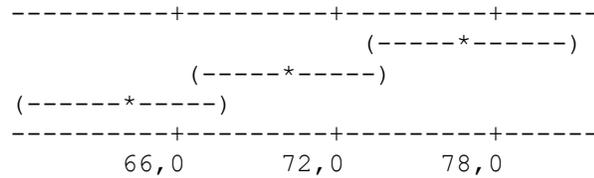
## One-way Analysis of Variance

Analysis of Variance for carbohid					
Source	DF	SS	MS	F	P
C11	2	250,77	125,39	17,55	0,003
Error	6	42,86	7,14		
Total	8	293,63			

Level	N	Mean	StDev
1	3	76,970	3,303
2	3	70,153	1,352
3	3	64,047	2,949

Pooled StDev = 2,673

Individual 95% CIs For Mean  
Based on Pooled StDev



Tukey's pairwise comparisons

Family error rate = 0,0500

Individual error rate = 0,0220

Critical value = 4,34

Intervals for (column level mean) - (row level mean)

	1	2
2	0,119 13,514	
3	6,226 19,621	-0,591 12,804

**ANEXO 5. ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL DE LAS MEZCLAS DE HARINAS. PRUEBA DE SABOR**

**One-way Analysis of Variance**

Analysis of Variance for Formulac

Source	DF	SS	MS	F	P
Jueces	2	37,633	18,817	19,38	0,000
Error	57	55,350	0,971		
Total	59	92,983			

Individual 95% CIs For Mean  
Based on Pooled StDev

Level	N	Mean	StDev
1	20	3,8000	0,7678
2	20	2,2000	0,9515
3	20	2,0500	1,1910

Pooled StDev = 0,9854

Tukey's pairwise comparisons

Family error rate = 0,0500  
Individual error rate = 0,0195

Critical value = 3,40

Intervals for (column level mean) - (row level mean)

	1	2
2	0,8508	2,3492
3	1,0008	-0,5992
	2,4992	0,8992

**ANEXO 6. PREPARACIÓN DE LA SEMILLA DE MAMEY.**



**Figura 13. Preparación para obtener la harina de la semilla de mamey.**

## ANEXO 7. EXTRACCIÓN DE GRASA DE LA SEMILLA DE MAMEY



Figura 14. Extracción de grasa de la semilla de mamey.

## ANEXO 8. DETERMINACIÓN DE COLOR.



Figura 15. Determinación de color a testigo y dos tipos de tratamiento de la Harina.

## ANEXO 9. ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL



Figura 16. Determinación de Análisis Químico Proximal