

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE CALKINÍ

“
**DETERMINACION DE METALES POR ABSORCION ATOMICA EN
PAPAYA MARADOL TRATADA CON MIEL”**

TESIS PARA TITULACIÓN INTEGRAL

INGENIERÍA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

**EGRESADO:
JUAN ANDREY CHE CHAN**

**ASESORES
DR. YASSER ALEJANDRO CHIM CHI
DR. JORGE CARLOS CANTO PINTO**

Calkiní, Campeche, México 2024

**INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE CALKINÍ EN EL ESTADO DE
CAMPECHE**

**“DETERMINACIÓN DE METALES POR ABSORCIÓN ATÓMICA EN
PAPAYA MARADOL TRATADA CON MIEL”**

**TESIS PROFESIONAL
PARA TITULACIÓN INTEGRAL**

INGENIERÍA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

**EGRESADO:
JUAN ANDREY CHE CHAN**

**ASESORES
DR. YASSER ALEJANDRO CHIM CHI
DR. JORGE CARLOS CANTO PINTO**

Calkiní, Campeche, México 2024



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



Instituto Tecnológico Superior
de Calkiní
Subdirección de Planeación y Desarrollo

Instituto Tecnológico Superior de Calkiní
Departamento de Administración y
Apoyo al Estudiante

Calkiní, Campeche **45463**
P/06/24/555

INGENIERÍA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

CONSTANCIA DE NO INCONVENIENCIA

MODALIDAD: TESIS

C. JUAN ANDREY CHE CHAN 6790
PASANTE DE LA CARRERA DE
INGENIERÍA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS.
PRESENTE

Con relación a lo establecido en el Reglamento de Estudios de Licenciatura, capítulo VII, fracción I, vigente en este Instituto, y una vez emitido el fallo favorable por el director DR. YASSER ALEJANDRO CHIM CHI, y el co-director DR. JORGE CARLOS CANTO PINTO, respectivamente, este Instituto consta de no tener inconveniencia para la realización del acto protocolario de titulación integral de su trabajo profesional titulado: **"DETERMINACIÓN DE METALES POR ABSORCIÓN ATÓMICA EN PAPAYA MARADOL TRATADA CON MIEL"**.

ATENTAMENTE

Excelencia en Educación Tecnológica®
Sabiduría, Fortaleza de Nuestra Cultura®

Dr. Jorge Alfonso Hau Puc.
Departamento de Administración y
Apoyo al Estudiante.



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR
DE CALKINÍ

DEPARTAMENTO DE ADMINISTRACIÓN
ESCOLAR Y APOYO A
ESTUDIANTES

CLAVE: 04MSU0013P
CALKINÍ, CAMPECHE, MÉXICO

C.c.p. Archivo



Av. Ah Canul S/N por Carretera Federal, Calkiní, Campeche, C.P. 24900 Tel. 996-8134870,
e-mail: XXXX. tecnm.mx | itescam.edu.mx



2024
Felipe Carrillo
PUERTO

Dedicatoria.

Primeramente, le doy las gracias a Dios.

Posteriormente con cariño y con dedicatoria a mis padres: mi madre Elizabeth Chan Cocón y a mi padre Juan Esteban Che Dzib, quienes son parte fundamental y con su inigualable amor han sabido impulsarme para conseguir cada objetivo en mi vida, lo cual cada día con cada gota de sudor y esfuerzo soy lo que soy.

De igual manera a mis hermanos: Carlos Damián Che Chan y Nidia Liceth Che Chan que siempre estuvieron día a día, a mis abuelos, tíos, tías, primos y a mi prometida Leslie Michelle Caamal Escalante que creyeron en mí y que no dejaron de alentarme para conseguir este objetivo.

Al Lic. Amin Rodrigo Chan Chan quien considero un amigo, de los pocos que creyó en mí y nunca faltó un consejo y amistades que fueron fundamentales en cada etapa académica.

Agradecimientos.

Estoy muy agradecido con mi asesor externo Yasser Alejandro Chim Chi quien me ha proporcionado cada uno de sus conocimientos, de su tiempo y por ser paciente en cada proceso de trabajo siendo muy disciplinado para cumplir mis objetivos, así como un buen consejero en los momentos de los días grises, lo cual me motiva para conseguir grandes cosas.

A mi asesor interno Jorge Carlos Canto Pinto, le agradezco por darme la oportunidad de confiar en mí y abrirme las puertas para realizar mi residencia profesional.

De igual manera a mi compañero, Javier Alexis Caamal Xequieb por ser parte de cada día de trabajo.

A todos los maestros que en su momento fueron parte del proceso académico, a la administración, intendencia que de igual manera son parte del proceso, a mis compañeros que fueron pieza clave cada día, a los laboratoristas que nos apoyaban en cada practica de investigación.

Igualmente estoy agradecido con la Instituto Tecnológico Superior De Calkiní por ser una gran institución teniendo todo lo necesario para prepararse profesionalmente, pues cumple con todo lo que un alumno requiere para poder desarrollarse, pues tiene instalaciones de primera.

Le agradezco a mis padres Juan Esteban Che Dzib y Elizabeth Chan Cocon por confiar en mí quienes son mi motor de cada día para salir adelante, por esforzarse y darme lo necesario para continuar con mis estudios, agradezco cada consejo y aliento para enfrentar la vida, a mis abuelos quienes son mi motivación.

Índice

Introducción.....	10
Resumen.....	11
Antecedentes.....	12
3.1 Historia de la papaya.....	14
3.2 Variedades de la papaya maradol.....	14
3.3 Características de la papaya maradol.....	15
3.4. Composición química y aspectos nutrimentales de la papaya maradol.....	16
3.4.1 Vitamina c.....	18
3.4.2 Minerales.....	18
3.4.3 Metales y minerales.....	18
3.5 Generalidades de la miel de abeja.....	19
3.6 Composición química de la miel.....	20
3.6.1 Agua.....	21
3.6.2 Proteínas y aminoácidos.....	21
3.6.3 Vitaminas y minerales.....	22
3.6.4 Enzimas.....	22
3.6.5 Efectos adversos de la miel contaminantes y compuestos tóxicos.....	23
3.7 Espectro de absorción atómica	24
Justificación.....	25
Objetivos.....	26
5.1 Objetivo general.....	26
5.2 Objetivos específicos.....	26
Materiales y métodos.....	27
Resultados y discusión.....	31-34
Conclusión.....	35
Bibliografía.....	37

Índice de tablas

Tabla 1.....	21
Tabla 2.....	28
Tabla 3.....	31
Tabla 4.....	32
Tabla 5.....	32
Tabla 6.....	33
Tabla 7.....	34

Índice de figuras

Figura 1.....	14
Figura 2.....	15
Figura 3 y 4.....	19
Figura 5.....	24
Figura 6 y 7.....	27
Figura 8.....	29
Figura 9.....	30

1 INTRODUCCIÓN

El programa de papaya Maradol en Yucatán nace a fines de 1995, considerando los antecedentes de la introducción de esta variedad en Chiapas, Oaxaca y Guerrero desde 1989 y algunos ensayos durante 1993 y 1994 en Yucatán. De acuerdo con las estadísticas de FAOSTAT (2007) y de SIAP (2007), en 1996 solamente en cuatro estados de la república mexicana se produjo papaya Maradol.

Por la importancia de este fruto, se determinó en papayas tratadas con miel y con diferentes estados de madurez (maduras e inmaduras), el contenido de minerales en la espectroscopia de absorción atómica, los minerales que fueron de suma importancia, como los son el Fe, K, Ca, Na, con el fin de determinar la calidad de las frutas, y la influencia de la miel como posible agente protector ante plagas, como sustituyente de agentes químicos.

Posteriormente se recolectaron las papayas por diferentes patrones de códigos divididas en maduras e inmaduras para analizarlas en el laboratorio del Itescam, con el objetivo de evaluar los cambios en los minerales por la aplicación de miel, para poder ofrecer un producto comercial para satisfacer las necesidades de las personas, impactando positivamente en su balance nutrimental.

2 RESUMEN

La papaya maradol es la tercera fruta tropical más consumida en el mundo y representa el 15.36% de la producción de frutas tropicales a nivel mundial, siendo México el sexto productor a nivel global de este fruto (Evans & Ballen, 2012). Con los pasos de los años han surgido varias plaguicidas los cuales se usan con el fin de evitar las plagas de insectos. Posteriormente muchos agricultores optan el desarrollo de la papaya con químicos como las plaguicidas o fertilizantes que son nocivos para la salud humana.

La miel es un producto natural alimentario de alto valor nutritivo que ha sido utilizado en la medicina tradicional de todo el mundo por sus propiedades curativas, antibacterianas y antiinflamatorias. Diversos estudios indican que la miel posee propiedades quimiopreventivas e inmunorreguladoras, así como fuente potencial para servir como antioxidante natural alimenticio (Fauzi et al., 2011).

Se identificó el cambio mínimo de los metales de papayas maduras e inmaduras tratadas con tres concentraciones de miel, más un control. Se encontró que las papayas son aptas para ser consumidas considerando sus tratamientos con miel.

3 ANTECEDENTES

La papaya es uno de los cinco principales frutales de México, en los últimos años ha sostenido mayor crecimiento en las zonas costeras de México. Se cultiva en todos los países tropicales y en muchas regiones subtropicales del mundo. Aunque el área exacta de origen es desconocida, es probable que se haya originado de las tierras bajas de Centroamérica, desde México hasta Panamá (Campostrini y Glenn, 2007; Nakasone y Paull, 1998).

La familia Caricaceae comprendía 31 especies en tres géneros (Carica, Jacaratia y Jarilla) de América tropical y un género (Cylicomorpha) de África ecuatorial (Nakasone y Paull, 1998). Sin embargo, una revisión reciente propone que algunas especies que estaban en el género Carica se clasificaron en el género Vasconcel/a. De acuerdo con esta clasificación, Carica papaya es la única especie del género Carica (Badillo, 2002).

En México se cultivan diferentes variedades, que se han nombrado en función del tamaño, forma, apariencia y procedencia de la fruta. En las plantaciones comerciales se utilizaban semilla de tipos criollos, entre los que destacan "Cera", "Coco" y "Mamey", también se utilizaban algunos cultivares del grupo Solo originados en Hawai e incluso cultivares provenientes de Taiwán como Tainung 11 y Red Lady (De los Santos et al., 1997) 15 La variedad Maradol fue obtenida en Cuba a través de selecciones realizadas durante más de 10 años por Adolfo Rodríguez Rivera.

El nombre Maradol se formó de los nombres María y Adolfo, nombres del fitomejorador y de su esposa. En 1978 la CONAFRUT introdujo las primeras semillas de la variedad Maradol a Xalapa, Veracruz. Comercialmente la papaya Maradol se ha cultivado en México desde 1988 y fue desplazado paulatinamente a los tipos criollos. En 2006, la papaya Maradol representó la mayor producción con 690,638.98 t. En segundo lugar, quedó la papaya denominada como "roja" con 30,867 t, muy por detrás quedaron las papayas amarillas, hawaianas y las criollas con 1,598, 1,272 y 90 t. El consumo de papaya ha cobrado mayor importancia en la última década debido al interés de los consumidores por las características de este fruto, lo que ha propiciado la expansión de su producción. La superficie cultivada en el mundo en 1996 fue de 288,568 ha que arrojaron una

producción de 4'536,718 t. Para 2006 la superficie cultivada fue de 391 ,073 ha con 6'590,141 t, lo que representa incrementos del 35 y 45% respectivamente. En este mismo periodo, en México se tuvo un incremento del 60% en la producción de papaya al pasar de 496,849 t a 805,672 t (FAOSTAT, 2007).

En Yucatán la papaya era un cultivo tradicional, las áreas plantadas de papayas criollas antes de 1995 alcanzaban unas 150 ha, casi todas ellas manejadas como cultivo secundario, su producción tenía como objetivo los mercados locales y algunos centros turísticos por lo que no se usaban tecnologías avanzadas (Gobierno del Estado de Yucatán, 1999).

El programa de papaya Maradol en Yucatán nace a fines de 1995, considerando los antecedentes de la introducción de esta variedad en Chiapas, Oaxaca y Guerrero desde 1989 y algunos ensayos durante 1993 y 1994 en Yucatán. De acuerdo con las estadísticas de FAOSTAT (2007) y de SIAP (2007), en 1996 solamente en cuatro estados de la república mexicana se produjo papaya Maradol. Yucatán ocupó el segundo lugar con 6,813 t procedentes de 138 ha. Esta producción representó el 26 % de la producción nacional, la cual fue de 26,099 t. A nivel nacional la variedad Maradol apenas representó el 6.6 % del total de la producción de papayas en general. 16 cinco años después, en 2000, 11 estados produjeron papaya Maradol y entre ellos Yucatán ocupó el cuarto lugar con 22,335 t, procedentes de 457 ha. La producción de ese año representó el 8% de la producción nacional de Maradol que llegó a 277,728 t que a su vez representó el 41 % del total de papayas producidas en México.

En 2004, la producción de papaya Maradol en Yucatán alcanzó 69,495 t, con lo cual volvió a ocupar el cuarto lugar nacional participando con el 9 % del total de las 768,967 t que se produjeron en 21 estados de México. La producción nacional de papayas en general fue de 955,690 t, por lo que el 80% de esta producción correspondió a la variedad Maradol Para 2006, Yucatán volvió a ser el cuarto estado productor de papaya Maradol con 53,947 t que representan el 7 % de 764,760 t que se produjeron en 20 estados de México. El 95% de las 799,589 t que se produjeron correspondió a la variedad Maradol. Estas cifras muestran la importancia que ha cobrado la variedad Maradol, su producción se ha extendido de cuatro estados, hace unos 12 años, a 20 estados en 2006. Aunque el estado de Yucatán pasó de ser el segundo al cuarto productor, esto no se debe a que

se haya reducido la superficie sino por el contrario. La superficie y la producción de papaya Maradol en Yucatán crecieron aproximadamente tres veces de 2000 a 2004 y se mantuvo en 2006. La producción nacional se ha incrementado en forma similar. México ha ocupado del segundo al cuarto lugar dentro de los países productores de papaya en el mundo y se consolida como el principal país exportador de papaya hacia los Estados Unidos (FAOSTAT, 2007; SIAP, 2007).

3.1 Historia de la papaya maradol

La papaya es originaria de América Tropical, donde ya era cultivada antes del descubrimiento de América. Desde allí fue llevada a otras zonas por los españoles, y actualmente se cultiva en zonas tan alejadas como Australia, África y América. Desde allí los navegantes españoles expandieron su cultivo a otras zonas. En la actualidad es ampliamente cultivada en diferentes regiones como Hawái, Australia y Sudáfrica. (Christian Mendoza P, Tuxtla Gutiérrez, enero 2022)

La papaya (*maradol papaya* L.) es la tercera fruta tropical más consumida en el mundo y representa el 15.36 % de la producción de frutas tropicales a nivel mundial, siendo México el sexto productor a nivel global de este fruto (Evans & Ballen, 2012). La *Carica papaya* L. es uno de los productos hortofrutícolas más importantes del Estado de Colima. Se estima que se producen cerca de 128,000 toneladas de papaya al año en el Estado (SAGARPA, 2017).



Figura 1. Papaya maradol en Tizimín, Yucatán, México, 2023

3.2 -. Variedades de la papaya maradol.

Gracias a que el papayo se reproduce por semilla, se han desarrollado un gran número de variedades, empleándose en cada zona de cultivo las mejores

adaptadas a sus condiciones climáticas (INFOAGRO 2015). En países como Cuba, Brasil, Taiwán y otros del África del Sur se han desarrollado variedades e híbridos que han podido adaptarse a diferentes países de condiciones climáticas similares (SAGARPA 2014). Destacan las variedades Solo, Bluestem, Graham, Betty, Fairchild, Rissimee, Puna, Hortusgred, Higgins, Wilder, Hortus Gold, Petersen, Zapote, Pusa y Maradol (INFOAGRO 2015).

3.3 Características de la paya maradol.

El fruto tiene forma ovalada, es verde o anaranjado en el exterior, y dependiendo del tipo de papaya, su interior puede ser amarillo o anaranjado. En su interior tiene una textura suave, pulposa y con brillantes semillas negras. Se abre con un corte longitudinal. Por lo tanto, ni la cáscara ni las semillas son comestibles.

La piel de la fruta es lisa y delgada, de color verde y no se torna amarilla conforme va madurando. La pulpa es de color roja o amarilla que se atribuye a la presencia de criptoxantina β , licopeno y caroteno ζ y β (Sañudo-Barajas y col 2008) y su sabor es dulce, aunque no es tan intenso como las variedades Hawaianas. Resultan muy sensibles a enfermedades postcosecha como la antracnosis. (Chan y Paull 2008).



Figura 2- Papaya maradol obtenida en los campos del Instituto Tecnológico Superior de Calkiní.

El color de la cáscara es la característica más utilizada para evaluar el estado de maduración de los frutos de papaya. Las recomendaciones para la cosecha se

basan en el cambio del color verde oscuro a verde claro y la aparición de tonos amarillos en el extremo distal (Kader, 2004). La comercialización se realiza desde el estado de rompimiento del color verde a $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$ y $\frac{3}{4}$ de madurez, mientras que el consumo se recomienda cuando la cáscara de los frutos presenta 75% o más de color amarillo (Zhou *et al.*, 2004).

Las escalas subjetivas se continúan usando en papaya como en los cultivares Tainung (Rocha *et al.*, 2005), Caliman (De Moraes *et al.*, 2007) y en la descripción de nuevos híbridos derivados de maradol (Alonso *et al.*, 2008). Se reportan también mediciones objetivas del color del fruto de papaya Golden en valores L^* , a^* , b^* (De Oliveira *et al.*, 2002) y el ángulo del tono de la cáscara (Bron y Jacomino, 2006). Con las mediciones objetivas de color se evitan subjetividades, ya que el número de franjas amarillas y los porcentajes de coloración en la cáscara puede crear dificultades en la interpretación del observador.

Por otra parte, el patrón de coloración en papaya no está restringido a las franjas amarillas y pueden aparecer sitios de color amarillo en casi cualquier parte de la cáscara del fruto (Peleg y Gómez-Brito, 1975). En México, la principal variedad de papaya cultivada es maradol.

La norma mexicana NMX-FF-041-SCFI-2007, describe el color externo de esta variedad con base en la designación de rayas y porcentajes de color verde, amarillo o naranja, de acuerdo con siete grados de maduración que incluyen a los frutos en madurez fisiológica y en madurez de consumo. Los trabajos que describen las características del fruto con variables objetivas están enfocados al efecto de la antracnosis (Acosta *et al.*, 2001), o describen los cambios de color en las etapas iniciales o finales de la maduración (Pérez-Carrillo y Yahia, 2004; Hernández *et al.*, 2007).

3.4.- Composición química y aspectos nutrimentales de la papaya maradol.

La papaya es un fruto sumamente alimenticio, y es muy solicitado por los consumidores que tienen preferencia por las frutas que además de agradable sabor poseen un contenido alto de nutrientes (Arango-Wiesner 2012).

El contenido de vitaminas, minerales y proteínas, hacen sobresalir esta fruta por sus características medicinales, debido a su contenido en carotenos, que son las

13 sustancias precursoras de la vitamina A; y por su contenido en vitaminas B1, B2, C y D, además de minerales como el calcio, potasio, sodio y magnesio (CONAFRUT-FAO 2012; Arango-Wiesner 2012).

Su valor nutritivo es alto: cien (100) gramos de pulpa suministra los requerimientos mínimos diarios de vitamina C y la mitad de la vitamina A. El contenido de vitamina C se incrementa gradualmente durante el desarrollo y maduración de las frutas a diferencia de las demás frutas cuyos niveles de vitamina C disminuyen a medida que estas maduran (Arango-Wiesner 2012). La papaya es baja en calorías (Teixeira-daSilva y col 2007; CONAFRUT-FAO 2012). Además, prácticamente no contiene almidón (Chávez-Sánchez 1996). 100 g de pulpa contiene entre 2000 a 3000 unidades de vitamina A y 33 a 55 mg de vitamina C, y cantidades variables de vitamina B.

El contenido de azúcar en la papaya varía considerablemente, dependiendo de la variedad y las condiciones de cultivo. La composición de azúcares en la papaya madura es de 48.13% de sacarosa, 29.8% de glucosa y 21,9% de fructosa. Contiene unos 106 compuestos volátiles siendo el linalol el compuesto mayoritario el causante del olor característico de la papaya fresca (Ceballos-Chan 2005).

3.4.1 Vitamina C

La vitamina C es un compuesto de seis carbonos que estructuralmente está relacionado a la glucosa. Está conformado de dos compuestos: L-ácido ascórbico, el cual es un fuerte agente reductor, y el ácido dehidroascórbico que es su forma oxidada. Ambas presentan actividad biológica y son interconvertibles por reacciones de óxido-reducción (Basu y Dickerson, 1996). La vitamina C también reduce radicales superóxidos, peróxido e hidroxilo, ácido hipocloroso y otras especies reactivas oxidantes que se pueden presentar en forma intracelular o extracelular y que pueden ser producidos por varios mecanismos (Rumsey y col, 1999).

La vitamina C juega un papel importante en muchas reacciones que involucran oxigenasas. Estas reacciones también requieren oxígeno molecular y Fe^{+2} o Cu^{+2} como cofactores. El ácido ascórbico interviene en ambos roles, ya sea que puede actuar como fuente directa de electrones para reducir el oxígeno

molecular, o como agente protector para el mantenimiento del hierro y cobre en la reducción de sus estados químicos (Leong y Shui, 2002).

3.4.2 Minerales

Los minerales se requieren para la función celular normal, y son fundamentales para la activación de la enzima, la formación ósea, la composición de la hemoglobina, la expresión génica, y aminoácidos, lípidos y metabolismo de los carbohidratos (Instituto de Medicina 2004). Muchos minerales son obtenidos como iones inorgánicos a excepción de N, S y P, los cuales son obtenidos predominantemente de aminoácidos y otras moléculas orgánicas para el caso de los dos primeros, mientras que para el último se obtiene de nucleótidos, ácidos nucleicos y fosfolípidos (Grusak, 2002).

3.4.3 Metales y minerales

Todas las plantas contienen ciertos niveles de cada uno de los siguientes elementos para su correcto funcionamiento: N, S, P, K, Ca, Mg, Cl, Fe, Zn, Mn, Cu, B, Mo y Ni. De los cuales, todos han sido confirmados de ser esenciales para el organismo humano, a excepción del B y Ni, que, aunque existen reportes que los atribuyen como tal, se necesita más investigación para tener una mejor idea (Nielsen, 1996). En el caso del Na, Cr, I y Se también son requeridos como esenciales por el organismo humano, pero no en el caso de las plantas. Afortunadamente para los humanos, estos minerales “faltantes” pueden ser adquiridos por parte de los organismos vegetales a través de procesos metabólicos que se llevan a cabo en sus raíces (Kabata-Pendias, 1992).

Los minerales son necesarios para la vida humana y juegan papeles muy importantes en varias funciones metabólicas como el mantenimiento del pH, presión osmótica, conducción nerviosa, contracción muscular, producción de energía, entre otros (Barroso y col., 2009). Dependiendo de las cantidades a necesitar en el consumo, los minerales pueden ser divididos en dos grupos principales: macrominerales (g o mg/día) y micro minerales (mg o µg/día). Fisiológicamente, los macrominerales más importantes son el Ca, K, Na y Mg, los cuales son necesarios en cantidades mayores de 100 mg por día, mientras que, dentro de los 22 micro minerales, los más importantes son Fe, Cu, Mn y Zn que son necesitados en cantidades muy pequeñas (Silvera y Rohan, 2007).

En general, los alimentos son fuente de minerales los cuales desempeñan un papel importante en cuatro tipos de funciones en los animales, como estructurales, fisiológicas, catalíticas y regulatorias (Suttle, 2010).

Por otro lado, existen elementos denominados metales pesados que, dependiendo de sus concentraciones, son nocivos para el ambiente y la salud del ser humano, como son Pb, Cd, Se, Hg, Al, As, Ba, Be, Ni, Cr, Sn y V (Salma *et al.*, 2015). Los macrominerales fueron detectados en un rango de 157 a 2,741 mg kg⁻¹ de fruta fresca con una tendencia K>Na>Ca>Mg>P; el contenido de los elementos traza presentó el siguiente orden de concentración descendente Fe>Cu>Li>Ni>Zn>Ba>Mn>Be.

3.5 GENERALIDADES DE LA MIEL DE ABEJA

La miel es un producto natural alimenticio de alto valor nutritivo que ha sido utilizado en la medicina tradicional de todo el mundo por sus propiedades curativas, antibacterianas y antiinflamatorias. Diversos estudios indican que la miel posee propiedades quimiopreventivas e inmunorreguladoras, así como fuente potencial para servir como antioxidante natural alimenticio (Fauzi *et al.*, 2011).

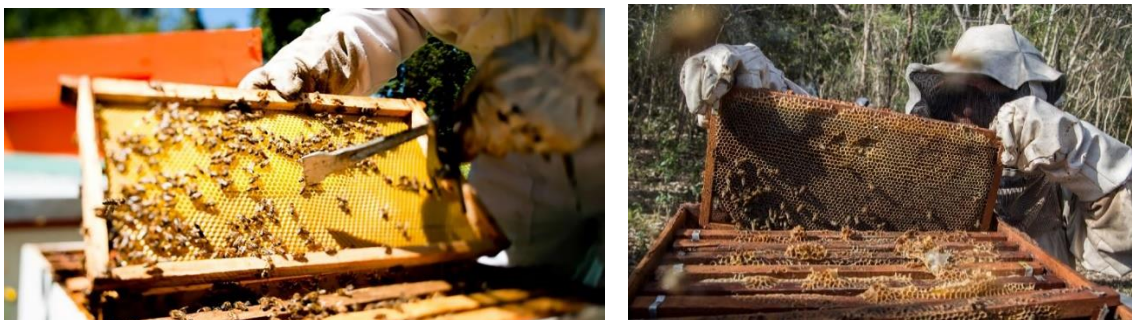


Figura 3 y 4- Miel en Sinanché, una comunidad al oriente de Yucatán

La miel es una compleja mezcla de carbohidratos y de compuestos mínimos producidos en la naturaleza. Se produce en casi todos los países del mundo y se considera un importante alimento energético; sin embargo, no se puede considerar como un alimento completo para los estándares nutricionales humanos, sino que constituye más bien un suplemento dietético potencial (Rodríguez *et al.*, 2004). Biológicamente entendemos por miel a “La sustancia producida por las abejas y otros insectos sociales, a partir del néctar o melazas

que ellas recolectan sobre plantas vivas y que transforman o elaboran mediante evaporación de agua y acción de enzimas, segregadas por ellas, quedando almacenada en los alveolos o celdillas de los panales” (Ulloa *et al.*, 2010).

3.6 Composición química de la miel

Hasta ahora, los reportes químicos de la miel se concentran a la de *Apis mellifera*, y solo unos pocos reportan poca información acerca de la composición química de las abejas sin aguijón, a pesar, del número estimado de 500 especies Neotropicales (Ramos, 2005).

En general, los azúcares y el agua representan los componentes químicos principales de la miel (> 95%); entre los primeros, fructosa (38%) y glucosa (31%) son los constituyentes principales.

Los azúcares representan la porción más grande de la composición de la miel (95-99% de sólidos de la miel) mientras que las proteínas, aldehídos aromáticos, ácidos carboxílicos aromáticos y sus ésteres, carotenoides degradados, terpenoides, flavonoides y otros contribuyen al sabor de las mieles (Mendes *et al.*, 1998).

La composición química de la miel es dependiente en gran medida de los tipos de flores utilizadas por las abejas, así como también, por las condiciones regionales y climáticas. La cotización de una miel en el mercado internacional está determinada en gran parte en base a su color, sabor y densidad. Una amplia gama de constituyentes menores, está presente en la miel, mucho de los cuales se sabe presentan propiedades antioxidantes. Estudios iniciales sobre la composición físico-química de la miel de abejas sin aguijón, son reportados para las especies de la subtribu Trigonini (*Tetragonisca angustula*, *Plebeia droryana* y *Cephalotrigona capitata*) y Meliponini (*Melipona quadrifasciata* y *M. scutellaris*) (Marchini *et al.*, 1998; Rodríguez *et al.*, 1998; Almeida, 2002; Oliveira *et al.*, 2005).

Calorías de la miel de abeja; La miel de abeja proporciona 326 calorías por cada 100 gramos. En la tabla I se observan los componentes químicos (Codex Alimentarius, 2001; Hernández, 2013). Específicamente, la composición química de la miel de *M. beecheii* presenta valores altos de humedad, pero sumamente bajos para sacarosa aparente y minerales (Tabla II) (Mendieta, 2002).

Tabla I		
Composición química de la miel de abeja		
Componente	Valor medio (%)	Limites (%)
Componentes principales (>99%)		
Agua	17.0	13.4 - 26.6
Fructosa	39.3	21.7 - 53.9
Glucosa	32.9	20.4 - 44.4
Sacarosa	2.3	0.0 - 7.6
Componentes secundarios (<1%)		
Acidos	0.57	0.17 – 1.17
Minerales	0.17	0.02- 1.03
Nitrógeno (proteínas y aminoácidos)	0.4	0.00 – 0.13

Fuente: Mendieta (2000)

3.6.1 Agua

El contenido de humedad es una de las características más importantes de la miel y está en función de ciertos factores tales como los ambientales y del contenido de humedad del néctar.

La miel madura tiene normalmente un contenido de humedad por debajo del 18.5% y cuando se excede de este nivel, es susceptible a fermentar, particularmente cuando la cantidad de levaduras osmofílicas es suficientemente alta. (Ulloa et al., 2010). En comparación con *A. Mellifera*, las diferencias más relevantes con la miel de meliponinos, previamente reportada, son los valores altos en contenido de agua, acidez libre, conductividad eléctrica, maltosa y nitrógeno, así como bajos valores de Distasa en miel de especies de *Melipona*, pero no en otros géneros de Meliponini (Vit et al., 1994, 1998; Bogdanov et al., 1996).

3.6.2 Proteínas y Aminoácidos

La miel contiene aproximadamente 0.5% de proteínas, principalmente como enzimas y aminoácidos. Los niveles de aminoácidos y proteínas en la miel son el reflejo del contenido de nitrógeno, el cual es variable y no supera el 0.04%. Entre el 40-80% del nitrógeno total de la miel es proteína. Cerca de 20 proteínas

no enzimáticas se han identificado en la miel, muchas de las cuales son comunes a distintas mieles (Ulloa et al., 2010).

Las proteínas se encuentran en muy pequeñas cantidades (0.38% aproximadamente), en donde se han identificado algunas enzimas, como la invertasa, la amilasa y la glucosidasa (Crane, 1985; Piana et al., 1989; Prior, 1989).

De los aminoácidos, la prolina es el más abundante de todos, le siguen la lisina, el ácido glutámico y el ácido aspártico (Davies, 1975; Davies y Harris, 1982).

3.6.3 Vitaminas y Minerales

La cantidad de vitaminas en la miel y su contribución a la dosis recomendada diaria de este tipo de nutrientes es despreciable. La miel de abeja contiene vitaminas C, B1, B2, y niacina (Davies, 1975; Davies y Harris, 1982). El contenido mineral de la miel es altamente variable, de 0.02 a 1.0%, siendo el potasio cerca de la tercera parte de dicho contenido; la cantidad de potasio excede 10 veces a la de sodio, calcio y magnesio.

Los minerales menos abundantes en la miel son hierro, manganeso, cobre, cloro, fósforo, azufre y sílice. Entre las vitaminas comúnmente encontradas en la miel están: Riboflavina, Ácido pantoténico, Niacina, Tiamina, Piridoxina y Ácido ascórbico (Ulloa et al., 2010).

3.6.4 Enzimas

Son añadidas principalmente por las abejas, aunque algunas pocas proceden de las plantas. Las abejas añaden enzimas a fin de lograr el proceso de maduración del néctar a miel y éstas son en gran parte las responsables de la complejidad composicional de la miel. El proceso involucrado en la conversión de los tres azúcares básicos del néctar a por lo menos 25 azúcares adicionales de gran complejidad es difícil de entender.

La enzima más importante de la miel es la α -glucosidasa, ya que es la responsable de muchos de los cambios que ocurren durante la miel; también se conoce como invertasa o sucrasa y convierte el disacárido sacarosa de la miel en sus constituyentes monosacáridos fructosa y glucosa (Ulloa et al., 2010).

3.6.5 Efectos adversos de la miel Contaminantes y compuestos tóxicos

A pesar de las incontables propiedades curativas y/o nutritivas de la miel como producto natural característico de muchos hogares, tanto de hoy como de décadas pasadas, puede llegar a contener propiedades toxicológicas, que pueden ocasionar serios trastornos corporales así como problemas gastrointestinales, cardíacos, respiratorios o neurológicos (Becerra, 2008). El estudio sobre mieles tóxicas ha sido abordado y estudiado por pocos especialistas. A pesar de esto, se conocen algunos casos históricos reportados antes de la era cristiana. Las familias botánicas relacionadas a las visitas florales y la consiguiente producción de miel tóxica ya sea permanentemente o en determinadas épocas del año son Bignoniaceae, Ericaceae y Solanaceae. De las tres podemos encontrar a *Rhododendron ponticum* L., *R. luteum* Sweet, *R. albiflorum* Hook, *R. macrophyllum*, *Azalea* sp., *Kalmia angustifolia* L. o *Ledum palustre* de la familia Ericaceae las cuales se han reportado como las más tóxicas en países de Europa, Brasil, Sudáfrica o Nepal principalmente, seguidas de especies botánicas de algunas solanáceas como como *Datura stramonium* L., *D. metel* L. o *Hyoscyamus niger* L (Klaassen y Watkins, 2001).

3.6 Espectro de absorción atómica

Los principios teóricos de la absorción atómica fueron establecidos en 1840 por Kirchhoff y Bunsen en sus estudios del fenómeno de auto absorción en el espectro de los metales alcalinos y alcalino térreos.



Figura. 5.- Espectro de absorción atómica, localizado en el laboratorio de instrumentación analítica, Itescam.

La espectroscopia de absorción atómica con llama es el método más empleado para la determinación de metales en una amplia variedad de matrices. Su popularidad se debe a su especificidad, sensibilidad y facilidad de operación (Schrenk, W.G. 1986).

En este método la solución muestra es directamente aspirada a una llama de flujo laminar. La llama tiene como función generar átomos en su estado fundamental, de los elementos presentes en la solución muestra. Temperaturas cercanas a los $1,500\text{--}3,000^{\circ}\text{C}$ son suficientes para producir la atomización de un gran número de elementos, los que absorberán parte de la radiación proveniente de la fuente luminosa. La base de la espectroscopia de absorción atómica (EAA) la entregó Kirchhoff al formular su ley general: cualquier materia que pueda emitir luz a una cierta longitud de onda también absorberá luz a esa longitud de onda.

El significado práctico de esto fue recién desarrollado en 1955 por el australiano Walsh, apareciendo los primeros instrumentos comerciales a principios de 1960. El átomo consiste de un núcleo y de un número determinado de electrones que llenan ciertos niveles cuánticos. La configuración electrónica más estable de un átomo corresponde a la de menor contenido energético conocido como “estado fundamental”.

4 JUSTIFICACIÓN

La papaya maradol es la tercera fruta tropical más consumida en el mundo y representa el 15.36% de la producción de frutas tropicales a nivel mundial, siendo México el sexto productor a nivel global de este fruto (Evans & Ballen, 2012). Posteriormente muchos agricultores optan el desarrollo de la papaya con químicos como las plaguicidas o fertilizantes que son nocivos para la salud humana.

La demanda global de alimentos hace que cada vez se disponga de más tierras para el cultivo sin considerar las actividades cercanas como industrias metalúrgicas, plantas químicas, plantas nucleares y rellenos sanitarios, y que pueden ser fuente de contaminación de distintos metales pesados (Zhuang *et al.*, 2009; Salazar *et al.*, 2012; Ogunmodede *et al.*, 2016).

De este modo en el presente investigación de estudio se obtuvieron papayas tratadas con miel los cuales han sido tratadas por 4 tipo de concentraciones clasificándolos por maduras e inmaduras así como por códigos para poder garantizar que el fruto tratado con miel sea orgánico y factible para el consumo humano, evitando implementar productos químicos como fuente de desarrollo de la papaya y con la cuantificación de minerales y metales en el espectroscopia de absorción atómica indicara los resultados si se mantiene apto para el consumo humano y será el beneficio para las futuras cosechas.

5 OBJETIVOS

Objetivo general:

- Determinar la cantidad de metales en papayas maduras e inmaduras tratadas con miel.

Objetivos específicos:

- Determinar el pH en las papayas maduras e inmaduras como parámetro de calidad.
- Acondicionar las frutas inmaduras y maduras mediante la determinación de cenizas.
- Obtener curvas de calibración confiables para la cuantificación de cada mineral.
- Determinar los metales (Na, K, Ca y Fe) que contienen las papayas maradol maduras e inmaduras al incorporar diferentes concentraciones de miel.

6 MATERIALES Y MÉTODOS

En junio del 2023, con el apoyo del Instituto Superior Tecnológico de Calkini, en sus parcelas se obtuvieron los frutos de la papaya maradol tratada con miel a concentraciones de 0, 10, 15 y 20 ppm, los cuales fueron seleccionados por medio de sus respectivos códigos. Las papayas seleccionadas fueron las maduras e inmaduras, de acuerdo a los objetivos de los análisis. Es importante destacar el trabajo en campo de los Dres. Ben Hur Chuc y Felipe González en esta parte agrícola, quienes se encargaron de supervisar las aspersiones de miel una vez a la semana durante todo el ciclo de vida de la planta. Una vez llegado el tiempo de cosecha, se obtuvo el peso de las papayas y para poder conservarlas se resguardaron en el congelador para garantizar su conservación.



Figura 6 y 7: Proceso de obtención de muestras de la papaya maradol.

En la siguiente tabla 2, se observan los resultados de cada peso que contiene la papaya madura e inmadura.

Tabla 2.- Contenido del peso de las papayas maradol maduras e inmaduras obtenidas en el Itescam.

Fruto madura	Peso (g) Madura	Fruto inmaduro	Peso (g) Inmadura
2 T0-R1 P1 F1	1630 g	3T0-R1 P4 F1	1860.1 g
2T1-R1 P1 F1	1908.7 g	3T1-R1 P1 F1	1841.1 g
2T2-R2 P2 F2	1988.7 g	3T2-R3 P2 F1	1674,4 g
2T3-R1 P5 F1	1564.3 g	3T3-R1 P5 F1	1951.5 g

6.1.2. Determinación de pH

Esta determinación se realizó en el laboratorio de Análisis Químico Biológicos del Itescam durante septiembre de 2023. De acuerdo con los objetivos generales del proyecto se realizaron la recolecta de la fruta con el que se trabajará (papaya maradol), de acuerdo a su madurez y el tipo de código lo cual será útil para clasificarlos en madura e inmadura. A continuación, se solicitaron los materiales y equipos que se ocuparían para así. empezar con la determinación del pH. De acuerdo al procedimiento, con la balanza analítica se pesó 1gr de la pulpa de la papaya para que con un mortero se triture la pulpa y vaciarlo en un tubo de ensayo de muestras diluyéndolo con 10 ml de agua destilada. Por cada papaya se realizará de la misma manera. Teniendo las muestras listas, es tiempo de identificar con el equipo llamado “medidor de pH”.



Figura 8: medidor de pH, ubicado en el laboratorio del Itescam

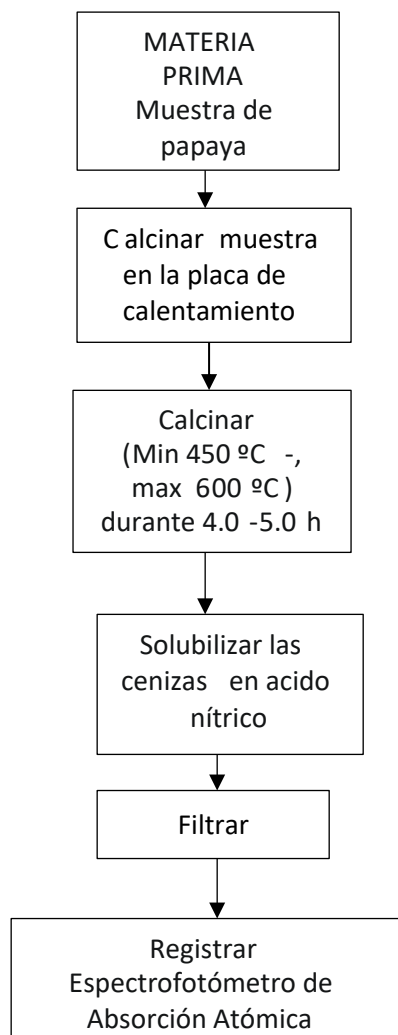
6.1.3.- Determinación de metales en espectroscopia de absorción atómica.

Se pesó aproximadamente 1.4 g de la pulpa preparada de cada muestra sometiéndola gradualmente a temperaturas de 50 °C hasta 315 °C, para eliminar el contenido de agua, luego se carboniza y se lleva a calcinar a la mufla a temperaturas de 450 °C- 600 °C, durante 4 a 5 horas, para convertirlas en cenizas

Tratamiento de cenizas

- a) Se adiciona ácido nítrico al 5% para solubilizarla, se filtra y se transfiere a los tubos de ensayo de 50 mL, se enrasa con ácido nítrico.
- b) Se preparan estándares de calcio, sodio potasio y hierro a partir de las soluciones estándares stock de 1000 ppm.
- c) Se realizan las lecturas de los estándares y muestras (Véase Diagrama)
- d) El equipo empleado fue el espectrofotómetro de Absorción Atómica AAnalyst modelo 200.

9 figura de bloques de las etapas del proyecto.



7 resultados y discusión

Los resultados de la medición de pH se encuentran en la tabla 3. Con los datos obtenidos durante la medición y la papaya madura teniendo como resultado con el pH es 5.59 el más alto, 5.38 el más bajo y en las inmaduras 6.02 en pH el más alto y el más bajo es 5.72 pH. Estos resultados son debido al tipo de suelo y el clima en el que fueron plantadas las papayas.

Tabla. 3. identificación de pH de la papaya maradol (madura e inmadura)

pH. Papaya madura e inmadura					
PAPAYA MADURA	pH	PESO DE MUESTRA	PAPAYA INMADURA	pH	PESO DE MUESTRA
2 T0-R1 P1 F1	5.53 pH	1 gr	3T0-R1 P4 F1	6.02 pH	1.1 gr
2T1-R1 P1 F1	5.59 pH	1.4 gr	3T1-R1 P1 F1	5.85 pH	1 gr
2T2-R2 P2 F2	5.46 pH	1.2 gr	3T2-R3 P2 F1	5.91 pH	1 gr
2T3-R1 P5 F1	5.38 pH	1.3 gr	3T3-R1 P5 F1	5.72 pH	1 gr

Posteriormente, se realizaron las mediciones de los minerales en el equipo de absorción atómica. Los resultados obtenidos son los siguientes:

Datos experimentales en el análisis de calcio

Tabla N.º 4.

Datos experimentales en el análisis de calcio en papayas inmaduras y maduras.

	Inmaduras	maduras
	ppm Ca	ppm Ca
0 ppm	0	0
5 ppm	7.17 ± 0.13	4.25 ± 0.18
10 ppm	7.06 ± 0.22	13.05 ± 3.03
15 ppm	7.65 ± 0.03	4.88 ± 0.26

En la tabla N.º 4. Se observan los resultados de calcio en la papaya inmadura, se puede identificar que el más alto es el de 15 ppm con 7.65 y el más bajo es el de 10 ppm con 7.06 de calcio, lo cual los cambios al tratarlo con miel no cambian en nada. Es decir que es beneficioso aplicar la miel como insecticida orgánico.

En la tabla N.º 4. Se observan los resultados de calcio en la papaya madura en calcio, lo cual se puede identificar que el más alto es el 10 ppm con 13.05 y el más bajo es el de 5 ppm con 4.5 de calcio. Cada resultado es diferente al otro, pero los beneficios son buenos para el consumo y se puede aplicar como insecticida orgánico.

Datos experimentales en el análisis de sodio en papayas inmaduras y maduras

Tabla N.º 5. Datos experimentales en el análisis de sodio en papayas Inmadura y madura

	Ppm Na	
	Inmaduras	Maduras
0 ppm	7.13 ± 0.14	1.40 ± 0.03
5 ppm	7.17 ± 0.13	1.38 ± 0.03
10 ppm	7.06 ± 0.22	1.43 ± 0.06
15 ppm	7.65 ± 0.02	1.49 ± 0.04

En la tabla N.º 5. Muestra los resultados obtenidos de las papayas inmaduras después del análisis; siendo con mayor cantidad es el de 15 ppm con 7.65 y con menor ppm es el 10 con una cantidad de 7.06. indicando que es un excelente resultado ya que no cambia al tratarlo con miel.

En la tabla N.º 5. Los resultados de la papaya madura han tenido un resultado enormemente favorable los cuales indican que el resultado más alto es el de 15 ppm con la cantidad de 1.49 y el más bajo es 5 ppm con la cantidad de 1.38.

Datos experimentales en el análisis de hierro en papayas inmaduras y maduras

Tabla N.º 6. Datos experimentales en el análisis de Hierro en papayas Inmadura y madura

	Inmaduras Ppm Fe	Maduras Ppm Fe
0 ppm	0	0
5 ppm	2.41 ± 0.23	0.122 ± 0.07
10 ppm	0.51 ± 0.03	0.175 ± 0.05
15 ppm	0.35 ± 0.37	0.122 ± 0.02

En la tabla N.º 6. Se observaron los resultados de hierro en la papaya inmadura y se puede identificar que el más alto es el de 5 ppm con 2.41 y el más bajo es el de 15 ppm con 0.35 de hierro, lo cual los cambios al tratarlo con miel no cambian en nada. Es decir que es beneficioso aplicar la miel como insecticida orgánico evitando utilizar las insecticidas elaborados con sustancias químicas.

En la tabla N.º 6. Se observan los resultados de Hierro en la papaya madura, lo cual se puede identificar que el más alto es el 10 ppm con 0.175 y el más bajo es el de 5 ppm con 0.122 y el 15 ppm con 0.122 de hierro, estos resultados fueron debido a los cambios del clima, pero no afecta en ningún momento su aplicación para las siguientes producciones de insecticidas. Cada resultado es diferente al otro, pero los beneficios son buenos para el consumo y se puede aplicar como insecticida orgánico.

Datos experimentales en el análisis de potasio en papayas inmaduras y maduras.

Tabla N.º 7. Datos experimentales en el análisis de Potasio en papayas Inmadura y madura

	Inmaduras Ppm k	Maduras Ppm k
5 ppm	2883.125	3101.8750
10 ppm	3364.375	2533.1250
15 ppm	3189.375	2095.8000
20 ppm	3626.875	2686.2500

En la tabla N.º 7. Se observaron los resultados de potasio en la papaya inmadura y se puede identificar que el más alto es el de 20 ppm con 3626.875 y el más bajo es el de 15 ppm con 2883.125 de potasio, lo cual los cambios al tratarlo con miel no cambian en nada. Es decir que es beneficioso aplicar la miel como insecticida orgánico evitando utilizar las insecticidas elaborados con sustancias químicos.

En la tabla N.º 7. Se observan los resultados de potasio en la papaya madura, lo cual se puede identificar que el más alto es el 5 ppm con 3101.8750 y el más bajo es el de 55 ppm con 2095.8000. Cada resultado es diferente al otro, pero los beneficios son buenos para el consumo y se puede aplicar como insecticida orgánico.

8 Conclusión

En la tabla N.º 5. Se observan los resultados de calcio en la papaya inmadura, se puede identificar que el más alto es el de 15 ppm con 7.65 y el más bajo es el de 10 ppm con 7.06 de calcio, lo cual los cambios al tratarlo con miel no cambian en nada. Es decir que es beneficioso aplicar la miel como insecticida orgánico. En la tabla N.º 5. Se observan los resultados de calcio en la papaya madura en calcio, lo cual se puede identificar que el más alto es el 10 ppm con 13.05 y el más bajo es el de 5 ppm con 4.5 de calcio. Cada resultado es diferente al otro, pero los beneficios son buenos para el consumo y se puede aplicar como insecticida orgánico. En la tabla N.º 6. Muestra los resultados obtenidos de las papayas inmaduras después del análisis; siendo con mayor cantidad es el de 15 ppm con 7.65 y con menor ppm es el 10 con una cantidad de 7.06. indicando que es un excelente resultado ya que no cambia al tratarlo con miel.

En la tabla N.º 6. Los resultados de la papaya madura han tenido un resultado enormemente favorable los cuales indican que el resultado más alto es el de 15 ppm con la cantidad de 1.49 y el más bajo es 5 ppm con la cantidad de 1.38. En la tabla N.º 7. Se observaron los resultados de hierro en la papaya inmadura y se puede identificar que el más alto es el de 5 ppm con 2.41 y el más bajo es el de 15 ppm con 0.35 de hierro, lo cual los cambios al tratarlo con miel no cambian en nada. Es decir que es beneficioso aplicar la miel como insecticida orgánico evitando utilizar las insecticidas elaborados con sustancias químicas.

En la tabla N.º 7. Se observan los resultados de Hierro en la papaya madura, lo cual se puede identificar que el más alto es el 10 ppm con 0.175 y el más bajo es el de 5 ppm con 0.122 y el 15 ppm con 0.122 de hierro, estos resultados fueron debido a los cambios del clima, pero no afecta en ningún momento su aplicación para las siguientes producciones de insecticidas. Cada resultado es diferente al otro, pero los beneficios son buenos para el consumo y se puede aplicar como insecticida orgánico. En la tabla N.º 8. Se observaron los resultados de potasio en la papaya inmadura y se puede identificar que el más alto es el de 20 ppm con 3626.875 y el más bajo es el de 15 ppm con 2883.125 de potasio, lo cual los cambios al tratarlo con miel no cambian en nada. Es decir que es beneficioso aplicar la miel como insecticida orgánico evitando utilizar las insecticidas elaborados con sustancias químicas.

En la tabla N.º 8. Se observan los resultados de potasio en la papaya madura, lo cual se puede identificar que el más alto es el 5 ppm con 3101.8750 y el más bajo es el de 55 ppm con 2095.8000. Cada resultado es diferente al otro, pero los beneficios son buenos para el consumo y se puede aplicar como insecticida orgánico.

9 Referencias bibliográficas

- NMX-FF-041-SCFI-2007. 2007. Productos alimenticios no industrializados para consumo humano fruta fresca - papaya (*Carica papaya* L.) - Especificaciones (Cancela a la NMX-FF-041-SCFI-2003).
- Peleg, M. y Gómez-Brito, L. 1975. The red component of the external color as a maturity index of papaya fruits. *Journal of Food Science*.
- Pérez-Carrillo, E. y Yahia, E. M. 2004. Effect of postharvest hot air and fungicide treatments on the quality of 'maradol' papaya (*Carica papaya* L.) *J. Food Qual.* 27:127-139.
- Rocha, R. H. C.; De Carvalho, N. S. R.; Menezes, J. B.; De Souza, N. G. H. y De Oliveira, S. E. 2005. Qualidade pós-colheita do mamão formosa armazenado sob refrigeração. *Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal* 27.
- Baker A.S., Smith R.L., Yur Agriculture Food. Chemical 22-103, Preparation of solution for atomic absorption of in the plant tissue, 1974.
- Wilbraham/Matta. Introducción a la química orgánica y biológica, Editorial Addison.Wesley Ibero americana.
- Scrimshaw, N.S. & Young V.R., The requirements of human nutrition *Scientific American*, agosto, 1976.
- Jones, C. L., Hodge, V. F., Schoengold, D. M., Biesiada, H. and Starks, T. H. (1988). An Interlaboratory study of inductively coupled plasma atomic emission spectroscopy method 6010 and digestion method 3050. *U.S. Environmental Protection Agency*.
- Kamal, A. K., Islam, M. R., Hassan, M., Ahmed, F., Rahman, M. and Moniruzzaman, M. (2016). Bioaccumulation of Trace Metals in Selected Plants within Amin Bazar Landfill Site, Dhaka, Bangladesh. *Environmental Processes*.
- Basulto F, Díaz R, Sauri D, Espadas GF, Santamaría JM y Larqué A. 2009. Características de calidad de frutos de papaya maradol en la madurez de consumo. *Agricultura técnica en México*
- Ceballos-Chan GE. 2005. Estudios en papaya mínimamente procesada por deshidratación osmótica. Directores Chirlat-Boix MA, Talens-Oliag P. [Tesis doctoral]. Universidad Politécnica de Valencia. Departamento de

Tecnología de alimentos. Consultado en febrero del 2015. Disponible en: <http://riunet.upv.es/bistream/handle/10251/1885/tesisUPV2366>.

- Ferrer, A.; Remón, S.; Negueruela, A. and Oria, R. 2005. Changes during ripening of the very late season spanish peach cultivar calanda feasibility of using CIELAB coordinates as maturity indices. *Scientia Horticulturae*
- Gobierno del estado de Yucatán. 1997. Experiencias obtenidas en el cultivo de papaya maradol en el estado. Secretaría de Desarrollo Rural. Editorial DAHEMONT, Mérida, Yucatán.
- Codex Alimentarius. Norma para la miel de abeja (en línea). 2001; Disponible <http://www.codexalimentarius.net/search/advancedsearch.do>
- Kuskoski EM, Asuero AG, Troncoso AM, Mancini-Filho J, Fett R. Aplicacion de diversos metodos quimicos para determinar actividad antioxidante en pulpa de frutos. *Ciência e Tecnologia de Alimentos* 2005; 25: 726-732.