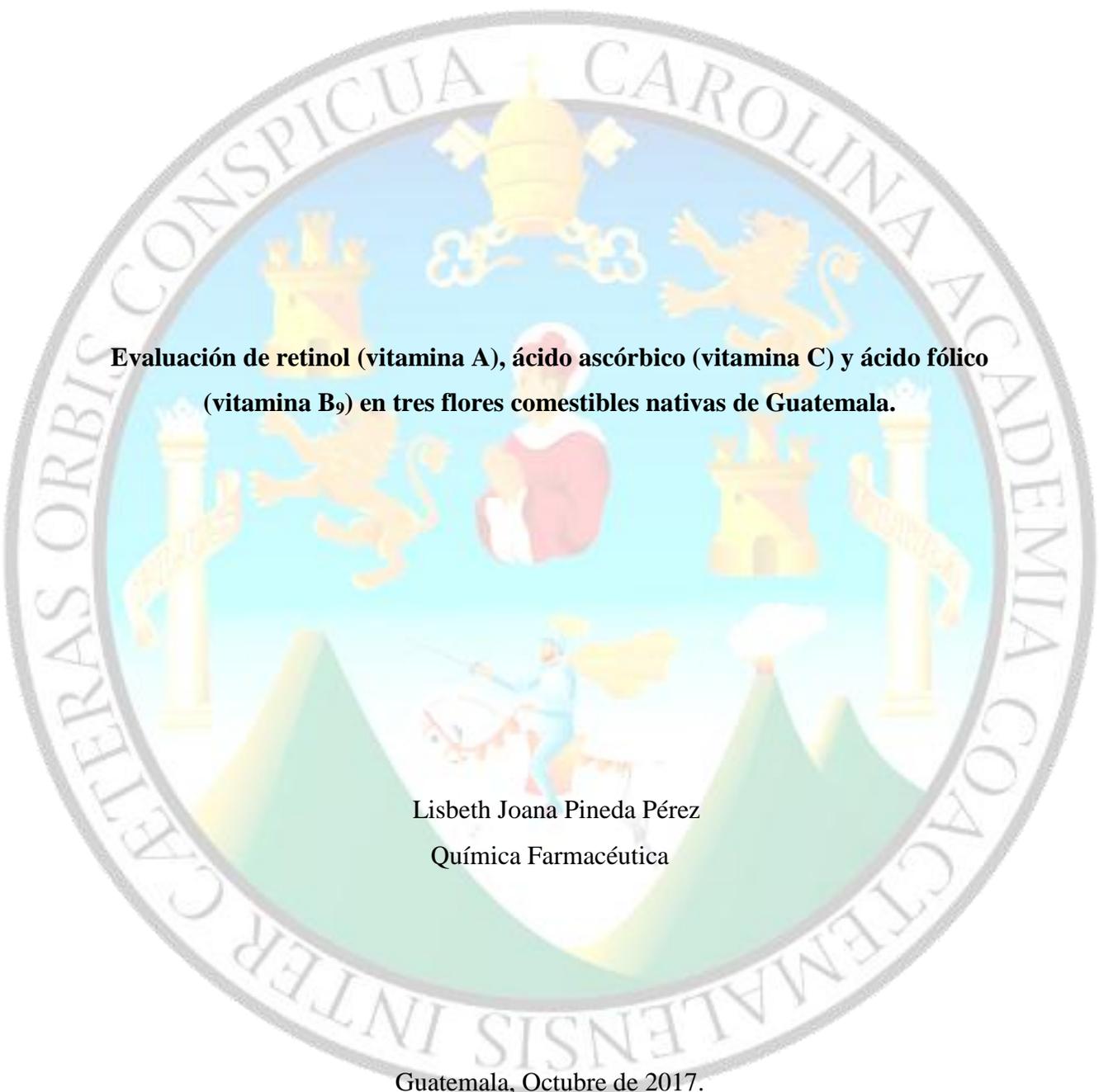


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA

The seal of the University of San Carlos of Guatemala is a circular emblem. It features a central figure of a woman in a red and white dress, likely the Virgin Mary, holding a book. Above her is a golden crown. The seal is surrounded by a Latin inscription: "CETERAS ORBIS CONSPICUA CAROLINA ACADEMIA COACTEMALENSIS INTER".

Evaluación de retinol (vitamina A), ácido ascórbico (vitamina C) y ácido fólico (vitamina B₉) en tres flores comestibles nativas de Guatemala.

Lisbeth Joana Pineda Pérez
Química Farmacéutica

Guatemala, Octubre de 2017.

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

Evaluación de retinol (vitamina A), ácido ascórbico (vitamina C) y ácido fólico (vitamina B₉) en tres flores comestibles nativas de Guatemala.

Informe de Tesis

Presentado por
Lisbeth Joana Pineda Pérez

Para optar al título de
Química Farmacéutica

Guatemala, Octubre de 2017.

JUNTA DIRECTIVA

Dr. Rubén Dariel Velásquez Miranda	Decano
M.A. Elsa Julieta Salazar Meléndez de Arriaza	Secretaria
MSc. Miriam Carolina Guzmán Quilo	Vocal I
Dr. Juan Francisco Pérez Sabino	Vocal II
Lic. Carlos Manuel Maldonado Aguilera	Vocal III
Br. Andreina Delia Irene López Hernández	Vocal IV
Br. Carol Andrea Betancourt Herrera	Vocal V

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad de San Carlos de Guatemala por permitirme la oportunidad de crecer académicamente y desarrollarme como toda una profesional.

A la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, en especial a la Escuela de Química Farmacéutica por brindarme los conocimientos necesarios para mi desempeño profesional.

Al Laboratorio de Productos Naturales – LIPRONAT-, por permitirme trabajar dentro de sus instalaciones y por el préstamo de cristalería y equipo.

Al Proyecto FODECYT 12-2015 por el aporte de las flores de pacaya, loroco y madre cacao y los reactivos.

A los licenciados Julio Gerardo Chinchilla Vettorazzi y Francisco Estuardo Serrano Vives por la donación del estándar de palmitato de retinol.

A mi asesora, Licenciada María Nereida Marroquín Tintí por orientarme en la elaboración del trabajo de investigación y brindarme su apoyo y amistad.

A mi revisora, la Dra. Sully Margot Cruz Velásquez por su colaboración en la elaboración del trabajo de investigación.

A mis catedráticos de la facultad por haberme brindado los conocimientos necesarios con toda su dedicación para prepararme en el desempeño profesional.

Al Departamento De Regulación y Control de Productos Farmacéuticos y Afines por abrirme las puertas y permitirme ampliar los conocimientos en el desempeño profesional durante mi EPS, así como ofrecerme su consejo, apoyo y amistad.

A todas aquellas personas que de una manera u otra han contribuido en la culminación de esta etapa de mi carrera.

DEDICATORIA

A Dios porque con él todo es posible y por permitirme cumplir una meta más.

A mis padres, a quienes les agradezco por su apoyo incondicional, su motivación y por ser el ejemplo de mi vida.

A mi hermano, cuñada y sobrinos por brindarme su apoyo y amistad, llenarme de alegrías y buenos momentos.

A mis abuelitos y abuelitas por ser los grandes ejemplos de mi vida y darme su amor y cariño.

A mi compañero de vida por su apoyo incondicional durante la carrera, por ser mi mejor amigo, mi todo y por su ayuda en el proceso de investigación.

A mis tíos y primos porque de una u otra forma han contribuido animándome a seguir adelante.

A mis amistades, que siempre me han motivado y disfrutado a mi lado en todo este proceso y a lo largo de la carrera.

A quienes ya no están porque desde el cielo cuidan y bendicen mi camino y su recuerdo siempre estará presente en mi corazón, un beso hasta el cielo.

ÍNDICE

	Página
1. Resumen	1
2. Introducción	3
3. Antecedentes	4
4. Marco teórico.....	8
5. Justificación	18
6. Objetivos	19
7. Hipótesis.....	20
8. Materiales y Métodos	21
9. Resultados.....	32
10. Discusión de Resultados	36
11. Conclusiones.....	40
12. Recomendaciones.....	41
13. Referencias	42
14. Anexos	47

1. Resumen

Las vitaminas son nutrientes necesarios para la regulación de muchas funciones diferentes del cuerpo, las mismas pueden ser consumidas dentro de una alimentación adecuada o mediante suplementos vitamínicos; ya que el cuerpo no puede generarlas por sí mismo. Son importantes para la formación de tejidos, células de la sangre, material genético, hormonas y sustancias químicas para el sistema nervioso. Los alimentos de origen vegetal pueden llegar a ser fuentes importantes de vitaminas por lo que es necesario conocer las características y/o propiedades de las plantas nativas de Guatemala que se emplean con fines de alimentación, ya que estas pueden dar un aporte de vitaminas y contribuir a una buena alimentación, así como dar un soporte para la soberanía alimenticia de en el País.

El presente estudio se llevó a cabo con el fin de evaluar la presencia o ausencia de retinol (vitamina A), ácido ascórbico (vitamina C) y ácido fólico (vitamina B9) en tres flores comestibles nativas de Guatemala siendo estas lorooco (*Fernaldia pandurata*), pacaya (*Chamaedorea tepejilote*) y madre cacao (*Gliricidia sepium*); los ensayos efectuados consistieron en pruebas cualitativas así como también cuantitativas permitiendo determinar el aporte nutricional que dichas flores pueden proporcionar.

La vitamina A se utiliza como un nombre genérico para describir al retinol, sus ésteres y los correspondientes isómeros, se encuentra principalmente en productos animales tales como leche, crema, mantequilla, queso, huevos, carne, hígado, riñón y aceite de hígado de bacalao. Se buscó determinarla por medio de la reacción de Carr-Price, tras dar negativa la prueba, se verificó el resultado con una cromatografía de capa fina ya que por lo general, tras realizada la prueba se pudo comprobar la ausencia de dicha vitamina en las muestras. Se comprobó la funcionalidad del método con hierbas y verduras que tiene reportado presencia de vitamina A, con las que se observó un resultado positivo; determinándose que las flores de lorooco, pacaya y madre cacao carecen de dicha vitamina.

La vitamina C o el ácido L-ascórbico es empleada en todos los tejidos vivos como un importante compuesto redox del metabolismo celular. Para su análisis se realizó una reacción cualitativa por medio de lugol y una titulación con yodo para cuantificarla tras su resultado positivo, encontrándose valores entre 0.2 a 0.7 mg/g entre las muestras de infusión se obtuvo para loroco 0.2 mg/g, pacaya 0.3 mg/g y para la flor de madre cacao 0.4 mg/g y en las muestras de harina se obtuvo para loroco 0.5 mg/g, pacaya 0.7 mg/g y para la flor de madre cacao 0.5 mg/g, las muestras trabajadas como las harinas dieron resultados muy parecidos. El requerimiento mínimo diario oscila entre 30 mg a 70 mg, por lo que se sugiere otras fuentes importantes de la vitamina C son las frutas frescas (cítricos, uvas negras, escaramujo, pimiento rojo) y vegetales (repollo, papas, lechuga, tomates entre otros).

El ácido fólico o vitamina B9 es una vitamina esencial para tratar o prevenir las anemias. Para el análisis de ácido fólico se utilizó una identificación por cociente de la absorbancia de dos diferentes longitudes de onda en el espectrofotómetro UV-Visible, encontrando resultados positivos para las harinas con hidróxido de sodio y negativo para las infusiones; se determinaron los valores entre 0.04 y 0.05 miligramos de ácido fólico por cada 25 gramos de materia vegetal.

Las flores de loroco, pacaya y madre cacao no contienen vitamina A pero que si pueden ser un aporte complementario de vitamina C y ácido fólico, siendo un fortalecimiento en la alimentación del guatemalteco.

2. Introducción

Las vitaminas son compuestos heterogéneos imprescindibles para la vida, ya que al ingerirlos de forma equilibrada y en dosis esenciales promueven el correcto funcionamiento fisiológico. En el presente trabajo se llevó a cabo el análisis de vitamina A, C y B₉ en tres flores comestibles nativas de Guatemala, que son el loroco (*Fernaldia pandurata*), madre cacao (*Gliricidia sepium*) y pacaya (*Chamaedorea tepejilote*); dichas flores se cultivan en todo el país.

La vitamina A o retinol tiene dentro del organismo la función de conservar la visión, piel, combatir infecciones, crecimiento normal y reconstrucción de los huesos; su deficiencia produce ceguera, alteraciones en el desarrollo de los huesos, trastornos en las células epiteliales y membranas de la nariz, garganta y ojos. La vitamina C o ácido ascórbico es necesaria para la síntesis del colágeno de la piel y favorece la absorción de hierro; su deficiencia provoca fragilidad capilar, hemorragia frecuente de las encías, pérdida de dientes y trastornos articulares y escorbuto. La vitamina B₉, ácido fólico o folacina juega un papel en la acumulación de proteínas en el cuerpo, incluyendo las células sanguíneas; al igual que la vitamina B₁₂ previene ciertos tipos de anemia, está implicada en la síntesis de los ácidos nucleicos y es sintetizada por microorganismos; su deficiencia genera anemia megaloblástica o hemolítica.

Guatemala contiene varios especímenes comestibles que son utilizadas a nivel gastronómico por su amplia variedad de colores y así lograr una comida con un toque diferente. Se han realizado estudios sobre estas flores, evaluando sus propiedades botánicas, organolépticas, agronómicas y fitoquímicas; sin embargo, a nivel nutricional no ha sido estudiado su valor vitamínico.

El fin del presente estudio fue determinar si las flores nativas que se consumen como alimentos tienen las vitaminas y en qué cantidades, ya que estos alimentos pueden ser fuente de las mismas, con lo que se podría mejorar la calidad de vida de la población al consumirlas, ayudando al buen funcionamiento del organismo.

3. Antecedentes

Se han realizado estudios sobre las flores de loroco (*Fernaldia pandurata*), madre cacao (*Gliricidia sepium*) y pacaya (*Chamaedorea tepejilote*) evaluando sus propiedades botánicas, organolépticas, agronómicas y fitoquímicas; sin embargo, a nivel nutricional no ha sido estudiado su valor vitamínico.

La florifagia contribuye al mejoramiento de la estética de los alimentos además, aportan sustancias biológicamente activas como vitaminas A, C, riboflavina, niacina, minerales como calcio, fósforo, hierro y potasio beneficiando la salud de quien las consume. La revisión realizada por los autores Lara y colaboradores (2013) incluye algunos ejemplos de flores comestibles como las rosas, violetas y capuchinas entre otras, sus usos y aplicaciones como alimento, sus características organolépticas y valor nutrimental por las cuales pueden considerarse un alimento funcional. Según Roldán (2009) no todas las flores pueden consumirse como alimento hay otro grupo de flores que pueden resultar tóxicas e incluso su ingesta puede ser mortal.

En Guatemala existe una diversidad de flores silvestres además de hortalizas que son utilizadas ampliamente en la cocina tradicional guatemalteca y se consumen en regiones específicas según su distribución geográfica, según indican las FAO (Food and agriculture organization) y el MAGA (Ministerio De Agricultura, Ganadería Y Alimentación) (2008). Los estudios de las vitaminas para la mejora de la calidad nutricional y evitar enfermedades viene desde hace años anteriores, hasta la actualidad en la que se utilizan diferentes métodos para su identificación como cuantificación; buscando vitaminas liposolubles como hidrosolubles, tal y como los autores Alegría y Rivera (2012) mencionan en su investigación distintas frutos, flores y hojas comestibles y los nutrientes que estas plantas contienen, entre las plantas de estudio se encuentra el loroco y la pacaya, mostrando que tienen riqueza nutricional para su ingesta.

El loroco (*Fernaldia pandurata*) es una de las más conocidas y abundantes en Guatemala. Su singular aroma y sabor ha permitido que sea de los ingredientes preferidos en la gastronomía guatemalteca, incluyendo la industria de lácteos según estudios de Nuñez (2004). Es una hierba trepadora cuyos pétalos son de un olor fuerte y agradable sabor y alto en vitaminas como lo es la tiamina y riboflabina; así como hierro y otros minerales como lo indica Morton, Álvarez & Quiñonez (1990). En Guatemala se cultiva en Zacapa, Jutiapa, Chiquimula, el Progreso y Baja Verapaz y es una flor exportada a Estados Unidos y Canadá; según lo reportado por Azurdia & Ayala (2010).

El árbol de madre cacao (*Gliricidia sepium*) tiene hojas comestibles y nutritivas, ricas en proteínas; tanto sus hojas como las flores se pueden consumir fritas como una alternativa gastronómica; este árbol es tan versátil que se puede incluir su uso medicinal para infecciones de la piel según Adewuyi & Ayodele (2013). Este árbol florece de diciembre a febrero y acostumbran sembrarlo cerca de colmenas, pues aumenta la producción de miel, la cual es espesa, como fuente de néctar para las abejas; según lo reportado por Girón (2012). Según un estudio de Alzeus & Jacinto (2015) se utilizó un extracto crudo y fraccionamiento contra líneas celulares seleccionadas de cáncer humano.

La pacaya (*Chamaedorea tepejilote*) es una especie de palma que se cosecha en distintas partes de Guatemala, tales como Palín, San Vicente Pacaya, Siquinalá (Escuintla), Cuilapa, Chiquimulilla, Guazacapán (Santa Rosa) y Alta Verapaz, en la que la parte comestible es la inflorescencia masculina en forma de racimo y también se consume la parte interna de los tallos hembra, una especie de palmito con mucha fibra. Contiene calcio, fósforo, hierro y vitaminas. En sus usos medicinales se usa para curar enfermedades respiratorias; según lo reportado por Meléndez, Trabanino & Caballero (2013), al igual que Hidalgo y colaboradores (2009) hacen referencia que las inflorescencias de palmas silvestres bajo cuidadosos cuidados y con una hidratación para poder realizar los análisis químico proximal y el contenido de minerales y fibra dietética, dando como resultado que contienen fibra cruda, cenizas, minerales como hierro, calcio, magnesio, potasio, sodio y un alto porcentaje de proteína cruda.

La espectroscopía Ultravioleta-Visible (UV-Vis), para la determinación de vitaminas y de aminoácidos por lo que es ampliamente utilizada en investigaciones con alimentos, según los autores Gutiérrez, Hoyos & Páez (2013) para este ácido presenta transiciones electrónicas fuertes en la región UV, facilitando su identificación y cuantificación por esta técnica.

En Guatemala la deficiencia de Retinol (vitamina A), ha sido documentada desde 1965 por encuestas nutricionales realizadas por el INCAP; a partir de entonces, se han realizado algunas acciones con el propósito de resolver o minimizar esta desnutrición; según referencia de Méndez (2013). En los países menos industrializados se calcula que cada año pierden la visión 500000 niños en edad preescolar por deficiencia de retinol muchos de estos niños ciegos no pueden sobrevivir, los signos habituales por deficiencia de la retinol son la ceguera nocturna y la xeroftalmía.

Rosales y colaboradores (2014) indican que la vitamina A forma el grupo prostético de la rodopsina, un pigmento fotosensible esencial para la adaptación visual en la oscuridad, así como que rige la integridad estructural y la función de las células epiteliales en todo el organismo, disminuye la queratinización y estimula la diferenciación, producción y secreción mucosa de estas células; participa en la actividad osteobástica y crecimiento de los huesos, además de ser necesaria para la espermatogénesis en los machos y para el mantenimiento de la preñez.

El ácido ascórbico o vitamina C tiene una función como estimulante general del organismo en caso de estrés y se usa para aumentar la resistencia a las infecciones y es útil en la intoxicación de productos tales como arsenicales, sulfonamidas y en intoxicaciones alimentarias de aves, según indica Rosales y colaboradores (2014); siendo la vitamina C es una de las vitaminas mas estudiadas por su capacidad antioxidante como menciona Alegría y Rivera (2012).

Para la identificación de vitamina C, existe una prueba rápida mediante con una reacción colorimétrica en alimentos utilizando como reactivos almidón, lugol y ácido ascórbico; en la que el autor Múnera, R. (2008) identifica en distintas frutas cuál de dichos alimentos empleados contiene mayor cantidad de vitamina C; asimismo se ha estudiado en frutos como la guayaba y brócoli se puede realizar antes y después de escaldado en líquido y al vapor para poder analizar dichas muestras por espectrofotometría UV basado en una curva de calibración y realizar una cuantificación según la ecuación de la recta.

El ácido fólico ha sido estudiado en alimentos que contienen leche y en pocas plantas tales como el melón, soya y lentejas, ya que contienen gran cantidad de dicha vitamina según literatura recabada por Romero & Camargo (2007) y como resultado se obtuvieron que la soya tiene mayor concentración de ácido fólico con relación al melón y las lentejas, el cual se adicionó al yogurt junto con un porcentaje de hierro, siendo una ingesta necesaria para madres gestantes.

Según Salwen (2011) y Mason (2011), ambos investigadores concuerdan en que el folato ayuda en el trabajo celular y en el crecimiento de los tejidos. El hecho de tomar la cantidad correcta de ácido fólico antes y durante el embarazo ayuda a prevenir ciertas anomalías congénitas, incluso la espina bífida. Tomar suplementos de ácido fólico antes de embarazarse y durante el primer trimestre puede disminuir las probabilidades de un aborto.

Según estudios realizados indican que el consumo de suplementos de hierro y ácido fólico una, dos o tres veces por semana, en días no consecutivos, por todas las mujeres en edad de procrear es una alternativa eficaz, inocua y más aceptable que la administración diaria de suplementos de hierro; así como tratamientos de 3 meses para personas con anemia; sin embargo se estima que más del 30% de las mujeres del mundo en edad de procrear sufren anemia y se calcula que el 41,8% de las embarazadas en todo el mundo padecen anemia, en las que se supone que al menos la mitad de los casos son de anemia ferropénica (Álvarez, 2013; OMS, 2012; OMS, 2015).

4. Marco Teórico

4.1. Las vitaminas

Las vitaminas son un grupo de sustancias que son esenciales para el funcionamiento celular, el crecimiento y el desarrollo normales y cada una de las vitaminas que cumplen una función importante en el cuerpo. Una deficiencia vitamínica ocurre cuando no se obtiene suficiente cantidad de cierta vitamina y puede causar problemas de salud (Lara, Osorio, Jiménez & Bautista, 2013).

La mayoría de las vitaminas son sensibles a la luz y algunas se oxidan muy rápidamente. Por lo tanto, debería evitarse la luz solar directa y la luz brillante. La iluminación artificial es mejor proporcionada por tubos fluorescentes dorados. En ciertos casos, las diferentes etapas en el procedimiento deberían realizarse en material de vidrio ámbar para prevenir la degradación. Dado que el calor también contribuye a la isomerización o a una posterior alteración de las vitaminas, debería evitarse el calor innecesario. Por lo tanto, debe tenerse cuidado que, por ejemplo, la evaporación de los solventes se realice lo más suave posible utilizando un equipamiento adecuado como por ejemplo un evaporador rotatorio con un buen control de la temperatura, un enfriamiento adecuado de los condensadores y un vacío óptimo (Schüep, 2012).

4.2. Vitamina A

4.2.1. Generalidades

Las tres formas más relevantes del retinol:

- El retinol es un polvo cristalino amarillo que tiene una fórmula empírica $C_{20}H_{30}O$, con punto de fusión de 62-64°C.
- Acetato de retinol es un polvo cristalino amarillo brillante que tiene una fórmula empírica $C_{22}H_{32}O_2$, con un punto de fusión de 57-60°C.
- Palmitato de retino es un polvo cristalino amarillo o aceite amarillo que tiene una fórmula empírica $C_{36}H_{60}O_2$, con un punto de fusión de 28-29°C.

(Schüep, 2012).

La vitamina A, retinol o antixeroftálmica, es una vitamina liposoluble (es decir que es soluble en cuerpos grasos, aceites y que no se puede liberar en la orina como normalmente lo hacen las vitaminas hidrosolubles) que interviene en la formación y mantenimiento de las células epiteliales, en el crecimiento óseo, el desarrollo, protección y regulación de la piel y de las mucosas (Litwack, 2009).

La vitamina A es un nutriente esencial para el ser humano; se conoce también como retinol, ya que genera pigmentos necesarios para el funcionamiento de la retina. Desempeña un papel importante en el desarrollo de una buena visión, especialmente ante la luz tenue. También se puede requerir para la reproducción y la lactancia. El β -caroteno, que tiene propiedades antioxidantes que ayudan a eliminar radicales libres previniendo el envejecimiento celular, es un precursor de la vitamina A. El retinol puede oxidarse hasta formar el ácido retinoico, un ácido de uso medicinal. Esta vitamina posee 3 vitameros (vitaminas que tienen más de una forma química) son el retinol, el retinal y el ácido retinoico. Se forma a partir de la provitamina betacaroteno y otras provitaminas en el tracto del intestino grueso y se almacena en el hígado (Litwack, 2009).

4.2.2. Estabilidad de la vitamina A

El retinol y sus ésteres son rápidamente destruidos por la luz, el oxígeno y los ácidos. Deben almacenarse en frascos ámbar sellados con gas inerte, como por ejemplo: nitrógeno (Schüep, 2012).

4.2.3. Funciones

El retinol tiene funciones esenciales en la visión, el crecimiento, el desarrollo óseo, el desarrollo y mantenimiento del tejido epitelial, los procesos inmunológicos y la reproducción normal. La vitamina A, es un componente de los pigmentos visuales, y como tal es esencial para la integridad de la fotorrecepción en los bastones y conos de la retina. También la vitamina A es necesaria para el crecimiento y el desarrollo del esqueleto y los tejidos blandos mediante su efecto sobre la síntesis de proteínas y la diferenciación celular ósea normal y para las células epiteliales que forman el esmalte en el desarrollo de los dientes (Méndez, 2008).

4.2.4. Deficiencia de vitamina A

La vitamina A se encuentra en muchos alimentos, incluyendo vegetales de hojas verdes, verduras de color anaranjado (zanahorias, batatas, calabaza), huevos y melones. No tener acceso a una alimentación balanceada con suficiente vitamina A puede llevar a una deficiencia de ésta vitamina (Boyd, 2013).

En las deficiencias de esta vitamina en todas las especies indica, queratizaciones, alteraciones y lesiones de superficies epiteliales, anasarca, disminución del crecimiento y de la ganancia de peso, diarreas, disminución de la deficiencia reproductiva de los sementales, reabsorción fetal y disminución de la fertilidad de la hembra. Retenciones placentarias, desnutriciones y en otras patologías que afecten de una manera u otra la estructura y funciones de las células epiteliales (Rosales, García, Ortiz & Benitez, 2014).

La vitamina A juega un papel importante en la visión. Para ver el espectro completo de la luz, el ojo necesita producir ciertos pigmentos para que las células foto receptoras de la retina funcionen correctamente. Una deficiencia de vitamina A detiene la producción de éstos pigmentos, causando una ceguera nocturna. El ojo también necesita vitamina A para nutrir sus propios elementos, incluyendo la córnea (la capa transparente en la parte frontal del ojo). Sin suficiente vitamina A, sus ojos no pueden producir suficiente humedad para que se mantengan debidamente lubricados (Boyd, 2013).

Una deficiencia de vitamina A en mujeres embarazadas puede causar ceguera nocturna y contribuir a una mortalidad materna. Una deficiencia de vitamina A también compromete el sistema inmunológico, aumentando la posibilidad de muerte por malaria, sarampión y diarrea (Boyd, 2013).

4.3. Vitamina C

4.3.1. Generalidades

También conocido como ácido ascórbico, antiguamente conocido como ácido hexurónico y ácido cevitamínico. La vitamina C tiene una estructura eno-diol en los carbonos 2 y 3, es un compuesto muy inestable y se oxida fácilmente a ácido dehidroascórbico. La falta de la dieta de ácido ascórbico en la especie humana ocasiona la enfermedad carencial denominada ascorbuto (Cea & Palacios, 2011).

El ácido ascórbico puede, al mismo tiempo, activar la enzima ácido fólico reductasa, para formar el ácido tetrahidrofólico, la forma activa del ácido fólico que previene la anemia megaloblástica (Gutiérrez, Hoyos & Páez, 2013).

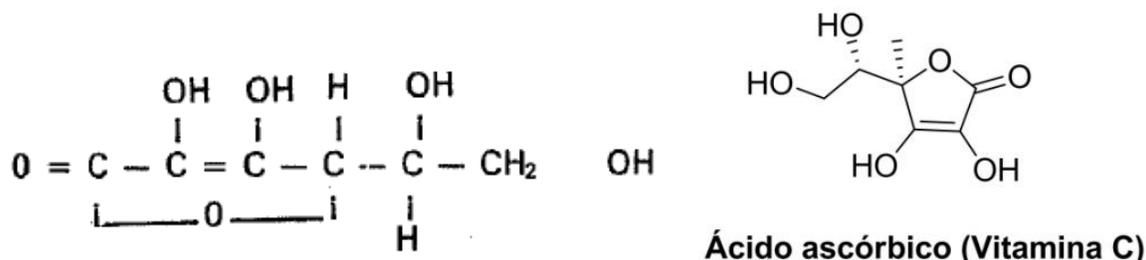
4.3.2. Funciones de la vitamina C dentro del organismo

Es un agente antioxidante, eliminador de radicales libres en el metabolismo celular, actúa como coenzima en la síntesis del colágeno y de la sustancia intercelular cementante de los capilares sanguíneos, estimula las defensas contra las infecciones y es indispensable para el buen funcionamiento de las hormonas antiestrés producidas por las glándulas suprarrenales (Múnera, 2008).

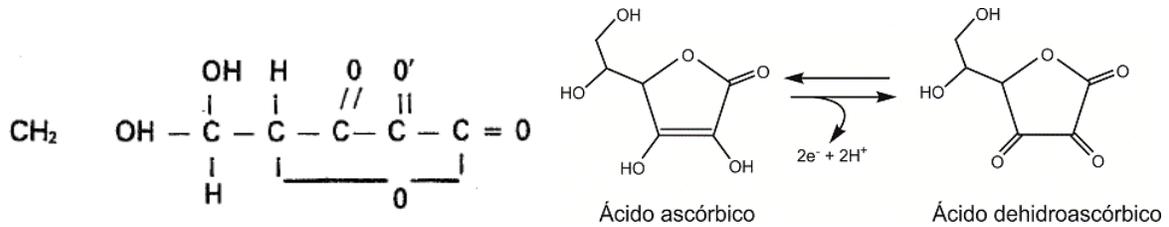
Ejerce una función importante en el metabolismo celular debido a su capacidad como transportador de hidrogeno (Rédox). Es indispensable para la formación de sustancias intercelulares como el colágeno del tejido conjuntivo, cartílago, oseína de los huevos, dentina y cemento intercelular del endotelio vascular. Evita la conversión del hierro ferroso en férrico, por lo que es importante en el tratamiento de la anemia. Favorece la conversión del ácido fólico en folínico y en la corteza adrenal actúa en la síntesis de corticoides. Esta vitamina es sintetizada por la mayoría de los animales, pero en casos de estrés o infecciones, sus requerimientos se incrementan (Rosales *et al.*, 2014)

4.3.3. Formas de la vitamina C

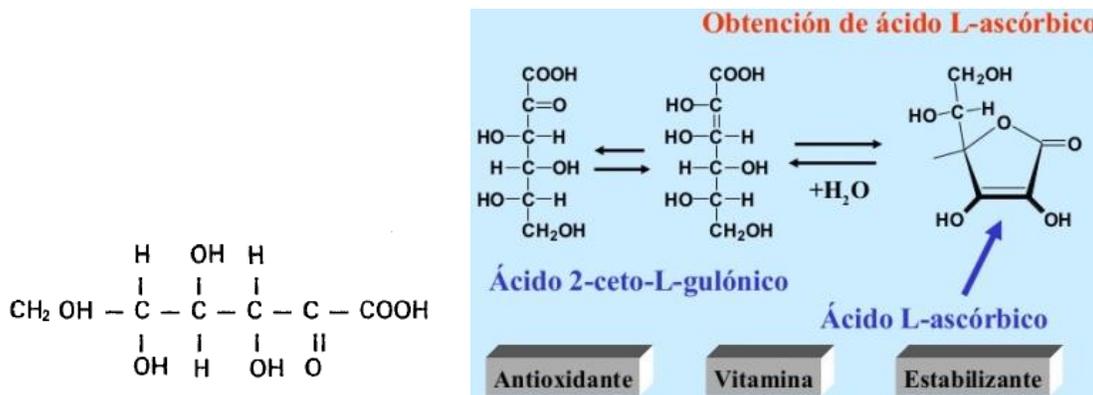
4.3.3.1. Ácido L-ascórbico que es el de más clara actividad antiescorbútica. El aspecto es el de cristales blancos, con sabor ácido, propiedades fuertemente reductoras, sensible a la luz y a ciertos metales pesados y soluble en agua (Cea & Palacios, 2011).



4.3.3.2. Ácido dehidroascórbico y también con actividad antiescorbútica. Por reducción se transforma en ácido ascórbico. Se presenta en forma de cristales blancos solubles en agua (Cea & Palacios, 2011).



4.3.3.3. De ácido 2-ceto-L-gulónico, es el precursor del ácido ascórbico. No tiene actividad antiescorbútica y se presenta en forma de cristales blancos (Cea & Palacios, 2011).



4.3.4. La deficiencia de vitamina C

Se asocia con varias formas de anemia, pero no está claro si esta vitamina (ascorbato) está directamente implicada en la hematopoyesis o si la anemia aumenta indirectamente las interacciones de la vitamina C con el ácido fólico y el metabolismo del hierro (Gutiérrez, Hoyos & Páez, 2013).

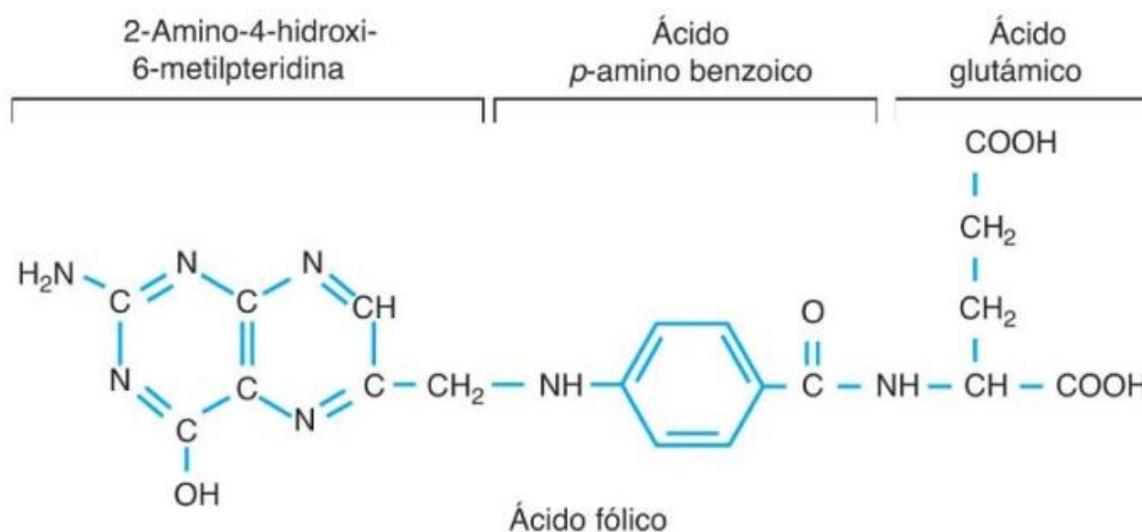
En su papel como agente reductor, la vitamina C puede facilitar la absorción del hierro desde el tracto gastrointestinal y permitir su movilización desde las reservas. El hierro y el ácido ascórbico forman un complejo quelante-hierro que es más soluble en el medio alcalino del intestino delgado y, por lo tanto, más fácil es su absorción. La suplementación con vitamina C puede aumentar la absorción del hierro de la dieta. Sin embargo, el ácido ascórbico debe ser consumido casi a la misma vez que el hierro para ser eficaz (Gutiérrez, Hoyos & Páez, 2013).

4.4. Vitamina B9 o ácido fólico

4.4.1. Generalidades

Es un polvo cristalino de amarillo a naranja amarillento con una fórmula empírica es $C_{19}H_{19}O_6N_7$ y un punto de fusión a $250^{\circ}C$ se oscurece seguido por carbonización y es completamente estable al aire y calor, pero es degradado por la luz y la radiación UV. Las soluciones neutras son relativamente estables; los ácidos, álcalis y agentes oxidantes y reductores tienen un efecto destructivo (Schüep, 2012).

El ácido fólico es un tipo de vitamina B hidrosoluble, lo cual significa que no se almacena en los tejidos grasos del cuerpo y las cantidades sobrantes de vitamina salen del cuerpo en la orina (Benz, Hoffman & Silberstein, 2013). Según la Farmacopea Mexicana indica que la sustancia debe contener una pureza de no menos del 97.0% y no más del 102.0% de ácido fólico, calculado con referencia a la sustancia seca. Y describe que es soluble en ácidos y álcalis diluidos, que es insoluble en alcohol, acetona, cloroformo y éter etílico, muy ligeramente soluble en agua (FEUM, 2008)



El ácido fólico o vitamina B9 es una vitamina esencial para tratar o prevenir las anemias, con su unión al hierro es parte esencial de la sangre y con la vitamina C permite en el organismo que el ácido fólico se active, por lo tanto, un adecuado consumo de esta vitamina también contribuye a prevenir el déficit de ácido fólico (Recinos & López, 2011).

Las estructuras de los compuestos con actividad de ácido fólico siempre contienen ligadas una o más moléculas de ácido glutámico que son esenciales para la actividad biológica. Se encuentra en la naturaleza principalmente como conjugados y se encuentra en el hígado, riñón, músculos, leche, queso, vegetales de hoja oscura, coliflor, legumbres y germen de trigo (Recinos & López, 2011).

4.4.2. Fórmulas y propiedades

El ácido fólico, folacina o ácido pteroil-L-glutámico (la forma aniónica se llama folato), conocida también como vitamina B9; es una vitamina hidrosoluble del complejo de vitaminas B, necesaria para la formación de proteínas estructurales y hemoglobina; y a diferencia de otras vitaminas hidrosolubles, el ácido fólico se almacena en el hígado y no es necesario ingerirlo diariamente. Algunas investigaciones realizadas indican que todas las células de división rápida se ven afectadas por el déficit de folato, en especial los eritrocitos, leucocitos, plaquetas y el epitelio intestinal; las células hematopoyéticas muestran cambios megaloblásticos característicos (Rodríguez, Madero, López, Sáenz, Fuenmayor & González, 2014; OMS, 2015).

El ácido fólico es la sustancia de referencia de un grupo grande de compuestos conocidos como folatos. Químicamente se conoce como ácido pteroilglutámico. Su estructura está constituida por tres partes: una pteridina, una molécula de ácido para-amino-benzoico y una cadena de residuos de ácido glutámico. Esta estructura constituye la forma inerte del folato. El tetrahidrofolato (THF), la forma activa del folato, se produce por la reducción de cuatro hidrógenos del anillo de pteridina. La función del tetrahidrofolato (THF) consiste en transferir unidades de carbono de donadores a aceptores en el metabolismo de los nucleótidos y de los aminoácidos. El ácido fólico es sintetizado por las plantas donde es especialmente abundante (de ahí su nombre: folia = folato) e igualmente sintetizado por microorganismos, por lo que el hombre requiere de la dieta para cubrir las necesidades diarias de esta vitamina (Álvarez, 2013).

La mayor parte del ácido fólico en los alimentos está en forma de poliglutamato conjugado. En el intestino por mediación enzimática pasa a monoglutamato, es absorbido en el yeyuno y reducido a tetrahidrofolato (THF) N5-metilo que es la forma circulante del tetrahidrofolato (THF). El tetrahidrofolato (THF) N5-metilo se distribuye por todo el cuerpo fijándose en las células por receptores específicos. Una vez dentro de las células debe desmetilarse y conjugarse de nuevo para evitar que se libere de la célula. La desmetilación es una reacción que requiere cobalamina, por lo que en el déficit de cobalamina el folato permanece en su forma metilada siendo las células incapaces de retener su folato, disminuyendo así el folato en los tejidos (Álvarez, 2013).

4.4.3. Funciones dentro del organismo

El ácido fólico (vitamina B₉) colabora con la vitamina B12 y la vitamina C para ayudar al cuerpo a descomponer, usar y crear proteínas nuevas. La vitamina ayuda a formar glóbulos rojos y blancos. También ayuda a producir el ADN, el pilar fundamental del cuerpo humano, que porta la información genética (Braquehais, 2010).

4.4.4. Deficiencia de la vitamina B₉ o ácido fólico

Puede causar anemia megaloblástica o hemolítica y en mujeres embarazadas puede causar espina bífida o problemas en el tubo neuronal del feto (Leal, Ortega, Chávez, Romero, Escalona & Medina, 2013). No se almacena en el cuerpo en grandes cantidades, los niveles sanguíneos que usted posee disminuirán después de sólo unas semanas de ingerir una dieta con contenido bajo de folato por lo que se deben consumir verduras de hoja verde y el hígado (Benz, Hoffman & Silberstein, 2013).

4.5. Técnicas de detección de las vitaminas

4.5.1. Espectrofotómetro

Es un instrumento de medición o aparente reflectancia a la luz visible en función de longitud de onda, permitiendo un análisis exacto de color o comparación exacta de intensidad luminosa de dos fuentes a longitud de onda específica (Méndez, 2003).

Los componentes clave son: una fuente que genera una banda ancha de radiación electromagnética, un dispositivo de dispersión que selecciona una longitud de onda particular o una banda de ondas de la radiación de la fuente, un área de muestra y uno o más detectores para medir la intensidad de la radiación (Fajardo & Martínez, 2013).

4.5.2. Espectrofotometría UV-Vis

La espectrofotometría Ultra Violeta- Visible (UV-Vis) es una técnica analítica que se fundamenta en la característica que de los átomos y moléculas de absorber radiación electromagnética en distintas longitudes de onda (200 a 700nm); este fenómeno es resultado de la capacidad de los electrones para pasar a un estado excitado tras la absorción de radiación de diferente energía, dependiendo del orbital o del enlace al que pertenece (Skoog, Holler & Nieman, 2001).

Los compuestos orgánicos son especialmente susceptibles de estudio mediante esta técnica ya que cuentan con los tipos de enlaces y electrones que dan lugar a este fenómeno; un enorme porcentaje de los compuestos orgánicos cuenta con orbitales π (dobles enlaces) los cuales son llamados cromóforos y constituyen los principales tipos de enlaces a los que es aplicable esta técnica ya que los electrones que los constituyen tienen la capacidad de absorber en el rango de los 200 a 700 nm (Skoog, Holler & Nieman, 2001).

4.5.2.1. Espectros de absorción de vitaminas en estudio

4.5.2.1.1. Espectro de absorción del Ácido ascórbico o Vitamina C

Presenta máximos de absorción a distinto pH efecto de la generación de electrones libres en los grupos OH cercanos al doble enlace y ácido carboxílico que la molécula posee; dichos enlaces y grupos funcionales se conjugan proporcionan máximos de absorción a 245nm a un pH de 2; cuando el pH se aumenta alrededor de 6.4 se ionizan el ácido carboxílico de la molécula y los grupos OH dejando pares de electrones libres que estabilizan el doble enlace aumentando la longitud de onda del máximo de absorción hasta llegar a 265nm (Skoog, Holler & Nieman, 2001).

4.5.2.1.2. Espectro de absorción del Vitamina B9 o Ácido Fólico

Posee un espectro de absorción característico ya que está constituido por fuertes grupos cromóforos y una subestructura de didropteridina que forma dos ciclos anidados con enlaces conjugados y sustituyentes nitro que son los que le dan el máximo de absorción a 365; posee otra subestructura constituida por el ácido para amino benzoico que a su vez está conjugado con la última subestructura que conforma al ácido fólico, el glutamato. Estos le confieren los máximos de absorción a 283 y 256 ya que poseen un anillo benzenico junto a una amida y dos ácidos carboxílicos; el pH influye enormemente ya que la especie aniónica que se genera en pH básico presenta un par de electrones libres por cada ácido y amida, permitiendo estabilizar las conjugaciones con lo que se establecen máximos de absorción que requieren menor energía lo que se traduce a mayor longitud de onda (Skoog, Holler & Nieman, 2001). El ácido fólico muestra un espectro de absorción característico que depende del pH de la solución. En NaOH 0,1 N los puntos máximos son a 256, 283 y 365 nm (Schüep, 2012).

4.5.2.1.3. Espectro de absorción de la vitamina A

La vitamina A y los correspondientes ésteres muestran un espectro de absorción característico, la posición del pico máximo depende del solvente; en isopropanol es a 326 nm, en ciclohexano es a 328 nm. El retinol tiene un coeficiente de extinción ($E_{1\% -1cm}$) = 1835 en etanol (5) y de 1826 en n-hexano; este valor es válido sólo para el solvente mencionado; puede cambiar significativamente con otros solventes (Schüep, 2012). El espectro de absorción característico de la vitamina A permite analizarla confiablemente mediante la espectrofotometría UV-Vis; dicho espectro se debe principalmente a su sistema conjugado de enlaces π , constituido por 5 de estos, a lo cual se suma un grupo funcional OH; los cromóforos (enlaces π) que a su vez por estar conjugados actúan como auxóchromos junto con el grupo OH dan como resultado el desplazamiento del máximo de absorción de un típico enlace π de alrededor de 200nm hasta una longitud de onda mayor de alrededor de 328nm. Es importante considerar el efecto del solvente ya que un solvente prótico como el isopropanol puede permitir la generación de puentes de hidrógeno con el grupo OH de la vitamina A, lo cual aumenta la energía del enlace desplazando hacia una menor longitud de onda el máximo de absorción (Skoog, Holler & Nieman, 2001).

5. Justificación

Las vitaminas son primordiales para el correcto desarrollo del organismo humano, éstas cumplen funciones tan esenciales que deben ser incluidas en la ingesta diaria. La vitamina C es muy importante ya que ayuda a la generación de colágeno, elimina radicales libres, pero su deficiencia provoca fragilidad capilar, hemorragia frecuente de las encías, pérdida de dientes y trastornos articulares y escorbuto. La vitamina A ayuda a conservar una buena visión, mantiene la piel sana y ayuda al crecimiento normal y a la reconstrucción de los huesos, así como a combatir las infecciones pero su deficiencia puede causar ceguera, alteraciones en el desarrollo de los huevos, trastornos en las células epiteliales y membranas de la nariz, garganta y ojos. La vitamina B9 es esencial para la formación y crecimiento de glóbulos rojos así como para la formación del tubo neural en edades tempranas; su deficiencia está relacionada con enfermedades coronarias, defectos del tubo neural y anemias de tipo megaloblástica o hemolítica; de éstas últimas, la megaloblástica también dependerá de la vitamina B12.

Guatemala presenta un alto índice de morbilidad debido a la desnutrición, situación que preocupa ya que según datos obtenidos según el sistema de información gerencial de salud, la morbilidad por desnutrición aguda en niños menores de 5 años fue de 15,920 casos en el año 2014 y morbilidad por desnutrición crónica en niños menores de 5 años fue de 58,637 casos en el año 2014. Otra de las preocupaciones que se considera es la anemia, siendo un problema generalizado en el sistema de salud pública, asociado con un mayor riesgo de morbilidad y mortalidad, especialmente en las embarazadas y niños pequeños.

Por todo lo anterior, en el presente trabajo se llevó a cabo el análisis de vitamina A, C y B₉ en tres flores comestibles nativas de Guatemala, que son el loroco (*Fernaldia pandurata*), madre cacao (*Gliricidia sepium*) y pacaya (*Chamaedorea tepejilote*), ya que dichas flores se cultivan en gran parte del territorio nacional y están al alcance de cualquier guatemalteco. Estas vitaminas son esenciales dentro de una dieta ya que la deficiencia de las mismas trae problemas en la salud del individuo, por lo que se propone que si las flores lo contienen, sean de consumo habitual para las personas de escasos recursos por su bajo precio, encontrándose al alcance de la población guatemalteca.

6. Objetivos

6.1. Objetivo general:

6.1.1. Evaluar la presencia o ausencia de retinol (vitamina A), ácido ascórbico (vitamina C) y ácido fólico (vitamina B₉) en tres flores comestibles nativas procedentes de dos localidades de Guatemala.

6.2. Objetivos específicos:

6.2.1. Determinar la presencia o ausencia de las vitaminas A, C y B₉ en cada una de las muestras de estudio para poder conocer su valor nutricional.

6.2.2. Cuantificar las vitaminas que se encuentren presentes dentro de las muestras vegetales de estudio mediante ensayos colorimétricos, cromatográficos, volumétricos y espectrofotométricos.

6.2.3. Comparar la presencia de las vitaminas A, C y B₉ entre cada una de las muestras vegetales en estudio así como según la preparación que se le aplicó a cada una.

7. Hipótesis

Por lo menos una de las especies de estudio contiene vitamina A, C o B₉.

8. Materiales Y Métodos

8.1. Universo:

Las flores de pacaya, loroco y madre cacao de Guatemala.

8.2. Muestra

Las flores de pacaya, loroco y madre cacao de la recolecta hecha por el Proyecto FODECYT 12-2015.

Tabla 1. Colecta de las especies

1	Flor de madre cacao	<i>Gliricidia sepium</i>	Finca Santa Isabel, Pueblo Nuevo Viñas, Santa Rosa	N 14° 12' 59.28" W 090° 26' 48.57" 1,030 msnm
2	Flor de madre cacao	<i>Gliricidia sepium</i>	Aldea Ticanlú, San Juan Ermita, Chiquimula	N 14° 44' 28.8" W 089° 28' 01.6" 672 msnm
3	Flor de loroco	<i>Fernaldia pandurata</i>	El Senegal, Río Hondo, Zacapa	N 15° 01' 57.90" W 089° 37' 51.70" 285 msnm
4	Flor de Loroco	<i>Fernaldiapan durata</i>	Aldea Cerro Blanco, Sanarate, El Progreso	N 14° 51' 18.6" W 090° 21' 07.0" 902 msnm
5	Flor de pacaya	<i>Chamaedorea tepejilote</i>	Cuilapa, Santa Rosa	N 14° 31' 58.7" W 091° 34' 58.6" 333 msnm
6	Flor de pacaya	<i>Chamaedorea tepejilote</i>	San Miguel Panán, Suchitepéquez	N 14° 38' 49.8" W 091° 55' 47.0" 2,107 msnm

Fuente: datos proporcionados por el laboratorio de productos naturales (LIPRONAT)



Fuente: Google Maps, basado en los datos proporcionados por LIPRONAT

8.3. Materiales

- Espectrofotómetro
- Horno
- Matraz
- Balanza Analítica
- Mesh 50
- Procesador o licuadora
- Beaker 50 ml, 250 ml y 500 ml
- Hojas de papel Bond
- Marcadores y resaltadores
- Impresora y tinta de impresora
- Bitácora
- Cubeta de cuarzo
- Pistilo
- Balanza de humedad
- Estufa
- Tubos de ensayo
- Probeta
- Espátula
- Computadora
- Papel filtro
- Lapiceros
- Ampolla de decantación

8.4. Reactivos:

- Agua Destilada
- Cloroformo
- Estándar de Retinol
- Tricloruro de antimonio
- Etanol absoluto y al 96%
- Hexano de alta pureza
- Nitrito de sodio 0,08% en H₂O
- Éter de petróleo
- Azul de metileno
- Ácido fosfomolibdico
- Ácido Sulfúrico 2 N
- Ácido ascórbico
- Ácido fólico
- Metanol
- Hidróxido de potasio
- Hidróxido de sodio 0.1 N
- Almidón
- Lugol
- Beta-caroteno
- Acetona
- Nitrito de sodio
- Yodo 0.1 N

(FEUM, 2008; USP 39, 2016; Torres, 2009; Schüep, 2012; Múnera, 2008).

8.5.Métodos:

8.5.1. Preparación de la muestra

8.5.1.1. Realización de la harina:

- ✓ Se seleccionó la muestra fresca a analizar
- ✓ Se lavó correctamente con agua potable
- ✓ Se procedió a un secado en un horno de convección a 30 grados centígrados.
- ✓ Se molió por medio de una licuadora o una trituradora
- ✓ Se tamizó con un diámetro de grosor de la malla de 50

8.5.1.2. Realización de la infusión:

- ✓ Se seleccionó la muestra de planta seca a analizar
- ✓ Se pesó 100 gramos de muestra vegetal y dejarla cerca del área de trabajo
- ✓ Se colocó en un beaker, 1 litro de agua destilada y se lleva a la estufa para calentó hasta ebullición.
- ✓ Se detuvo el calentamiento e inmediatamente agregar a la muestra vegetal
- ✓ Se esperó 5 minutos

8.5.2. Análisis de Vitamina A

8.5.2.1. Ensayo de identificación (reacción de Carr-Price)

Fundamento: La saponificación polariza los compuestos lipofílicos con grupos funcionales carboxílicos generando moléculas ionizables en agua, facilitando su disolución en la misma, proceso que es clave para la extracción y eliminación en la muestra; ya que lo que se busca son los carotenos que representan la porción insaponificable; el color azul en las soluciones prueba de la reacción de Carr-Price se deben a los dos principios cromógenos distintos, la vitamina A misma y la hepaxantina (Correa, 2010).

❖ Identificación para forma en infusión

- ✓ Se tomó 1.0 mL de infusión en un tubo de ensayo
- ✓ Se agregó 10 mL de SR tricloruro de antimonio al tubo
- ✓ Se observó el resultado

Resultado: Se desarrolla un color azul en forma instantánea (FEUM, 2008).

❖ Identificación para forma en harina

- ✓ Se tomó 1 gramo de harina y moler en un mortero adicionándole 10 mL de SR tricloruro de antimonio al tubo
- ✓ Se observó el resultado

Resultado: Se desarrolla un color azul en forma instantánea (FEUM, 2008).

8.5.2.2. Identificación por Cromatografía en Capa Fina

Fundamento: La vitamina A se encuentra como ésteres de ácidos grasos de cadena larga pero también se encuentra como retinol y en los alimentos son fortificados normalmente con ésteres de retinol tales como acetato, palmitato o propionato utilizando formulaciones especiales que mejoran la estabilidad (Estrella, Nipotti, Orive & Fernández, 2015).

- ✓ Solución Estándar: se disolvió el contenido de 1 ampolla de ER Vitamina A USP en cloroformo para obtener 25.0 mL
- ✓ Solución muestra para la forma líquida de vitamina A: se disolvió un volumen equivalente a 15000 unidades USP, en cloroformo para obtener 10.0 mL de solución.
- ✓ Solución muestra para la forma sólida de vitamina A: Se transfirió una cantidad, equivalente aproximadamente a 15000 unidades USP, a un separador, se le agregó 75 mL de agua y se agitó vigorosamente durante 1 minuto. Se extrajo con 10.0 mL de cloroformo agitando durante 1 minuto y centrifugó para clarificar el extracto.

Sistema cromatográfico del modo TLC:

- ✓ Adsorbente: capa de mezcla de gel de sílice para cromatografía de 0.25 mm.
- ✓ Volumen de aplicación: Solución estándar: 15 µL y solución muestra: 10 µL
- ✓ Fase móvil: una mezcla de ciclohexano y éter (4:1).
- ✓ Solución reveladora: ácido fosfomolibdico SR
- Análisis: Muestras: Solución estándar y solución muestra correspondiente

Se dejó que el frente de la fase móvil recorra una distancia de 10 cm, se retiró la placa y secó al aire. Y roció la placa con solución reveladora.

- ✓ Criterios de aceptación: la mancha verde azulada que se forma indica la presencia de retinol. Los valores Rf aproximados de las manchas predominantes, correspondientes a las diferentes formas de retinol, son 0.1 para la forma del alcohol, 0.45 para el acetato y 0.7 para el palmitato.

(USP 39, 2016).

8.5.2.3. Cuantificación de vitamina A

❖ Realización de Curva de calibración para determinación de vitamina A

- ✓ Solución patrón 1: En éter de petróleo (0.5 mg de carotenos por cc de solución).
- ✓ Solución patrón 2: 2 ml de patrón 1, completar con éter de petróleo hasta 550 ml. Esta solución es igual a 20 mg/ml

- ✓ Preparar los siguientes patrones de trabajo así:

Patrón	Solución patrón 2	Adición	Reactivo	Diluir hasta 10 ml
C1	0.5 ml	+	éter de petróleo	
C2	1 ml	+	-----	
C3	1.5 ml	+	-----	
C4	2.0	+	-----	
C5	2.5	+	-----	
C6	3.0	+	-----	
Blanco (B)		éter de petróleo		

- ✓ Ajustar el cero de Absorbancia A (100% de T), a la longitud de onda de 450 nm.
- ✓ A la misma longitud de onda, leer la absorbancia correspondiente a los patrones de trabajo desde C1 hasta C6.
- ✓ Construir la curva de calibración. (Torres, 2009).

❖ **Beta-carotenos**

- ✓ Se pesó 10 gramos de muestra y triturarlas en mortero adicionando 20 ml de una mezcla de éter de petróleo- acetona (1:1) por 5 minutos.
- ✓ Se decantó y pasó el sobrenadante a una ampolla de decantación que contenía unos 60 ml de agua destilada
- ✓ Se repitió la molienda y extrajo del material que quedó en el mortero con 5 ml de la mezcla éter- acetona, pasando los sobrenadantes al ampolla de decantación
- ✓ Se repitió el procedimiento hasta que el extracto presentó coloración muy clara.
- ✓ Se pasó todos los sobrenadantes a la ampolla de separación.
- ✓ Se agitó bien la ampolla y dejó separar las capas.
- ✓ Se descartó la capa acuosa inferior
- ✓ Se repitió el lavado por dos veces más con porciones agua destilada. Este lavado tiene por objeto remover la acetona y demás sustancias solubles en agua que se encuentren en el extracto.
- ✓ Se dejó decantar y descartó la capa acuosa inferior

- ✓ Se filtró el extracto que quedó en el ampolla de decantación a través del papel filtro cualitativo.
- ✓ Se tomó el filtrado y anotar el volumen obtenido y completar hasta 15 ml con éter de petróleo (Torres, 2009).
- ✓ Se observó el resultado

❖ **Carotenos**

- ✓ Se pesó 10 gramos muestra de material vegetal y colocar en un mortero
- ✓ Se agregó 20 ml de la mezcla éter de petróleo-acetona (1:1).
- ✓ Se dejó decantar y se pasó el sobrenadante a un ampolla de decantación que contenía unos 60 ml de agua destilada
- ✓ Se repitió la molienda y extrajo del material que quedó en el mortero con 2 a 3 porciones de la mezcla éter de petróleo-acetona, pasando los sobrenadantes al ampolla de decantación, hasta que el extracto presente coloración muy clara.
- ✓ Se agitó bien la ampolla y dejó separar las dos capas.
- ✓ Se descartó la capa acuosa inferior
- ✓ Se repitió el lavado por dos veces más con porciones agua destilada. Este lavado tenía por objeto remover la acetona y demás sustancias solubles en agua que se encontraban en el extracto.
- ✓ Aproximadamente 50 cc del extracto requieren porciones de lavado sucesivas que totalicen unos 200 cc de agua destilada.
- ✓ Se filtró el extracto que queda en el ampolla de decantación a través del papel filtro cualitativo.
- ✓ Se completó el filtrado (capa etérea libre de acetona y agua) al volumen de 15 ml
- ✓ Se observó el resultado (Torres, 2009).

❖ **Lectura en el espectrofotómetro**

- ✓ Prueba 1: De ser positiva la prueba de identificación de vitamina A por medio de la reacción de Carr-Price para las diferentes muestras, se lee la muestra directamente al espectrofotómetro a una longitud de 620 nm (Schüep, 2012).

- ✓ Prueba 2: tomar de la prueba de carotenos y betacarotenos a la longitud de onda de 450 nm (Schüep, 2012).

8.5.3. Análisis y cuantificación de vitamina C

Prueba de identificación de vitamina C

Fundamento: El lugol es un reactivo en el que se hace una solución con yodo (I_2) que se disuelve en una disolución de yoduro alcalino; la solución problema se presentaba de transparente y se coloreaba de color azul por medio de la reacción del almidón ante la presencia de yodo, debido a la configuración de la molécula de almidón parece ser helicoidal con un núcleo relativamente largo y tiene dos tipos de moléculas: amilosa y amilopectina; las cadenas de amilosa son moléculas lineales, en las cuales la glucosa está unida por enlaces Y-1,4; y la amilosa forma complejos de inclusión con el yodo en la que se forman iones polinucleares I_3^- que se introducen en la hélice de amilosa dando lugar, del mismo modo, al complejo coloreado y es responsable del color azul característico del complejo almidón-yodo (Fernández, 2016; Maricel & Ramirez, 2016; Paredes, Solbustos, Debiec & Calisaya, 2013).

❖ Prueba 1: identificación por almidón y lugol

- ✓ En un tubo de ensayo se disolvió 0.5 g de almidón en 10.0 mL de agua.
- ✓ Se adicionó 2.0 mL de la solución de almidón y 1.0 mL de lugol.
- ✓ Adicionó 500 mg de vitamina C y observó el cambio (tubo patrón)

Nota: La decoloración de la mezcla es una indicación de la presencia de vitamina C; tener en cuenta este resultado como patrón de referencia.

- ✓ En tubos de ensayo se nombró diferentes muestras vegetales tanto frescas como secas.
- ✓ Se colocó en cada uno 1.0 mL de la solución de almidón y 1.0 mL de lugol
- ✓ Se colocó 1 gramo de muestra vegetal en el tubo correspondiente a la misma
- ✓ Se tapó cada tubo con un tapón de papel parafilm
- ✓ Se homogenizó muestra con los reactivos y observó (Múnera, 2008).

❖ Prueba 2: reconocimiento por azul de metileno

- ✓ En tubos de ensayo se nombró diferentes muestras vegetales tanto frescas como secas.
- ✓ Se colocó 1 gramo de muestra vegetal en el tubo correspondiente a la misma
- ✓ Se adicionó a cada tubo 5 ml – 10 ml de agua destilada
- ✓ Se agregó 1 gota de azul de metileno
- ✓ Se agitó para homogenización

Resultado: cambia de color azul a solución incolora (Alegría y Rivera, 2012).

8.5.3.1. Valoración y cuantificación de Vitamina C

Fundamento: la cuantificación de la vitamina C por medio de un método yodométrico o titulación con yodo como agente oxidante, en dicha reacción entre el yodo y el ácido ascórbico presenta una estequiometría 1:1, en el punto final de la titulación el número de moles de yodo reducido es equivalente a los moles de ácido ascórbico oxidado. Se utiliza almidón como indicador para el yodo, debido a que forma un complejo de color azul intenso con el mismo. Cuando se añade yodo sobre vitamina C reducida desaparecerá pues pasará a yoduro (la vitamina C se oxidará en el proceso). Cuando ya no quedó vitamina C reducida el yodo no desaparece, se une al almidón y aparecerá el color azul indicando el fin de la titulación. El almidón se hidroliza con facilidad y uno de los productos de la hidrólisis es la glucosa, la cual tiene carácter reductor, por tanto, una disolución de almidón parcialmente hidrolizada puede ser una fuente de error en una titulación redox (Spínola, Mendes, Câmara & Castilho, 2013).

- ✓ Muestra: 400 mg de ácido ascórbico
- ✓ Sistema volumétrico:
 - Modo: valoración directa
 - Solución volumétrica: Yodo 0.1 N SV
 - Detección del punto final: visual
 - Blanco: 100 mL de agua y 25 mL de ácido sulfúrico 2N. Más 3 mL de almidón SR

- Análisis: se disolvió la Muestra en una mezcla de 100 mL de agua y 25 mL de ácido sulfúrico 2N. Se agregó 3 mL de almidón SR y se valoró inmediatamente con solución volumétrica hasta obtener un color azul violáceo persistente.

Calcular el porcentaje del ácido ascórbico ($C_6H_8O_6$) por porción de ácido ascórbico tomada:

$$\text{Resultado} = [(V - B) \times N \times F \times 100] / W$$

V = volumen de solución volumétrica consumido por la muestra (mL)

B = volumen de solución volumétrica consumida por el blanco (mL)

N = normalidad de la solución volumétrica (mEq/mL)

F = Factor de equivalencia, 88.06 mg/mEq

W = Peso de la Muestra (mg)

(USP 39, 2016)

8.5.4. Análisis de vitamina B9

8.5.4.1. Identificación por absorción en el ultravioleta

- ✓ Solución muestra:
 - Infusión: se realizó con 1 gramo de material vegetal en 10 ml de agua destilada. Y se tomó en un tubo de ensayo 5 mL de la infusión realizada y 5 mL de hidróxido de sodio 0.1 N y mezcló para homogenizar.
 - Harina: se realizó con 1 gramo de material vegetal en 15 mL de hidróxido de sodio 0.1 N, se mezcló y molió.
- ✓ Criterios de aceptación: cumple con los requisitos. El cociente de absorbancias A_{256}/A_{365} es 2.80-3.00

8.5.4.2. Cuantificación por espectrofotometría UV-visible

- ✓ Si las muestras cumplen con los criterios anteriores, se realizó una curva de calibración con las siguientes concentraciones de 10 $\mu\text{g/mL}$, 20 $\mu\text{g/mL}$, 30 $\mu\text{g/mL}$, 40 $\mu\text{g/mL}$ y 50 $\mu\text{g/mL}$.

- ✓ Se realizó las lecturas con las muestras, verificando que se encuentren dentro de la recta de la curva de calibración de ácido fólico.

8.5.5. Diseño de la investigación:

Se realizó un muestreo al azar por conveniencia de las flores de pacaya en la finca Santa Isabel, Pueblo Nuevo Viñas, Santa Rosa; de loroco en El Senegal, Río Hondo, Zacapa y de madre cacao en Cuilapa, Santa Rosa de Guatemala. Sobre las muestras obtenidas se analizó la presencia de vitaminas A, C y B₉. Para ello se trabajaron las muestras en forma infusión y harina para lo que se llevó a cabo también un análisis estadístico descriptivo mediante el análisis de las medidas de tendencia central, desviación estándar, coeficiente de variación y porcentaje de variación.

9. RESULTADOS

En la cuadro 1 se muestra la identificación cualitativa de vitamina A con tricloruro de antimonio, siendo el resultado negativo para todas las plantas estudiadas en sus distintas preparaciones (infusión, harina y los decantados de carotenos y beta-carotenos). El color positivo para las muestras presentaría un color azul intenso y dicho color no lo presentó ninguna de las muestras de flores evaluadas.

Cuadro 1: Identificación de Vitamina A por reacción de Carr-Price

Característica	Planta	Color	Resultado
Control	Palmitato de Retinol	Azul	Positivo
Para identificar Carotenos	Madre cacao		Negativo
	Loroco	Morado	Negativo
	Pacaya		Negativo
Para identificar Beta-Carotenos	Madre cacao		Negativo
	Loroco	Fucsia	Negativo
	Pacaya		Negativo
Infusión	Madre cacao	Morado con Blanco	Negativo
	Loroco	Café con Blanco	Negativo
	Pacaya	Blanco	Negativo
Harina	Madre cacao	Café con Blanco	Negativo
	Loroco	Amarillo	Negativo
	Pacaya	Blanco	Negativo

Fuente: Datos obtenidos en la facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, USAC, 2016.

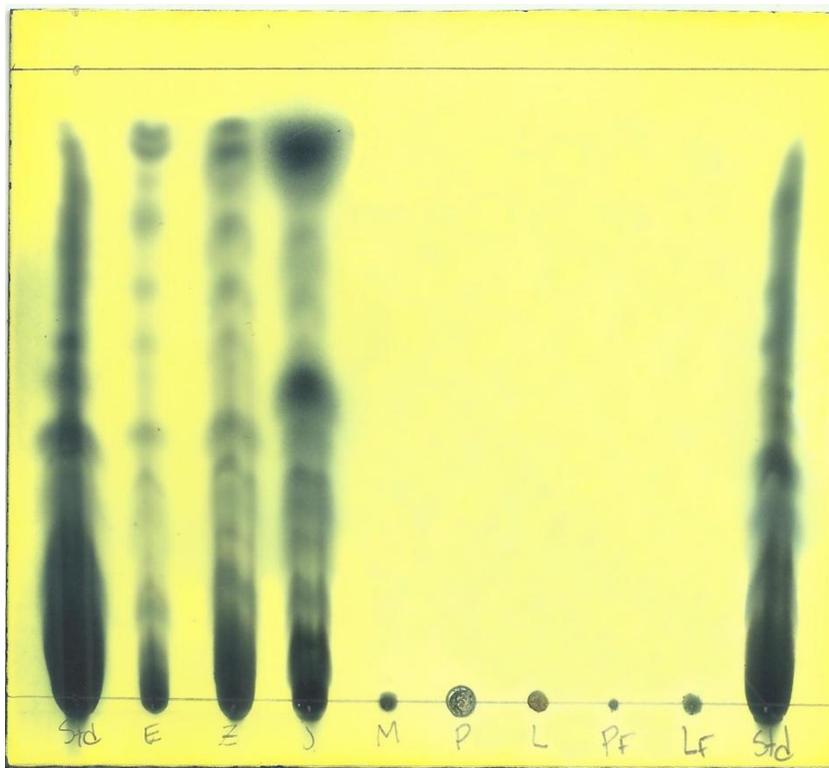
En la cuadro 2 se observan los resultados de la identificación por cromatografía en capa fina de la vitamina A, se determinó que las muestras no tienen dicha vitamina ya que no dieron la coloración azul observada en el estándar y muestras de tienen reportada vitamina A.

Cuadro 2: Identificación de Vitamina A por Cromatografía en Capa Fina

Muestra	Planta	Color	Resultado
Harina	Madre cacao	Ausencia del color	Negativo
	Loroco		Negativo
	Pacaya		Negativo
Controles	Jengibre	Color Azul intenso	Positivo
	Zanahoria		Positivo
	Espinaca		Positivo
Palmitato de Retinol		Color Azul intenso	Positivo

Fuente: Datos obtenidos en la facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, USAC, 2016.

En la figura 1 se observa mediante una cromatografía en capa fina la ausencia de la vitamina A en las plantas estudiadas contrastando con controles positivos tales como zanahoria, espinaca y jengibre confiriéndole validez al método.



Std = estándar (0.275 mg/μL de palmitato de retinol); E= espinaca; Z= zanahoria; J= jengibre; M= madre cacao; P= pacaya; L= loroco; Pf= Pacaya fresca; Lf = Loroco fresco; Std diluido= estándar diluido (0.125 mg/μL de palmitato de retinol)

Figura 1. : Cromatografía de Vitamina A

En el cuadro 3 se presentan los resultados de la prueba cualitativa de vitamina C por medio de lugol, todas las muestras dieron resultados positivos, tanto el preparado de infusión como harina. El resultado positivo se tornaba color azul por lo que todas las muestras cumplieron.

Cuadro 3: Identificación de vitamina C con lugol prueba en tubos

Preparación	Planta	Resultado
Infusión	Madre cacao	Positivo
	Loroco	Positivo
	Pacaya	Positivo
Harina	Madre cacao	Positivo
	Loroco	Positivo
	Pacaya	Positivo
Control	Ácido Ascórbico	Positivo

Fuente: Datos obtenidos en la facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, USAC, 2016.

En la cuadro 4 se encontró que las flores comestibles estudiadas presentan menos del 0.1% en peso de materia cruda, obteniéndose no más de 0.7 mg por cada gramo neto de ácido ascórbico por cada 25 gramos (25,000 mg) para infusión o 10 gramos (10,000 mg) para la harina.

Cuadro 4: Cuantificación de Vitamina C por titulación

Muestra	Planta	% de Vitamina C en la muestra	Cantidad de Vitamina C total (mg/g)
Infusión	Loroco	0.02 ± 0.08	0.2
	Pacaya	0.03 ± 0.09	0.3
	Madre Cacao	0.04 ± 0.11	0.4
Harina	Loroco	0.05 ± 0.08	0.5
	Pacaya	0.07 ± 0.05	0.7
	Madre Cacao	0.05 ± 0.04	0.5

Fuente: Datos obtenidos en la facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, USAC, 2017.

En la cuadro 6 se muestra la identificación de ácido fólico por medio de espectrofotometría UV-visible, realizándose lecturas en 256 nm y 365 nm por tres lecturas promediadas y el cociente de las mismas, determinando que las harinas cumplían y las infusiones no cumplían para una cuantificación.

Cuadro 6: Identificación por absorción para determinación de ácido fólico

Preparación	Muestra	Resultado (Abs_{256nm}/Abs_{365nm})	Rango de aceptación (2.8 - 3.00)
Harina	Loroco	2.8772	Cumple
	Pacaya	2.9057	Cumple
	Madre Cacao	2.9413	Cumple
Infusión	Loroco	1.2501	No Cumple
	Pacaya	1.2163	No Cumple
	Madre Cacao	1.0807	No Cumple
Solución de ácido fólico	Estándar	2.8627	Cumple
	Estándar	2.8548	Cumple

Fuente: Datos obtenidos en la facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, USAC, 2016.

En la cuadro 6 se muestra la cuantificación de ácido fólico, las harinas de las flores contienen menos de 0.05 mg/mL, tras la identificación de ácido fólico por medio del uso del espectrofotómetro UV-visible, siendo estos positivos para las harinas y negativos para las infusiones; se utilizaron dos estándares de ácido fólico a distintas concentraciones.

Cuadro 6: Cuantificación de ácido fólico sobre preparaciones en forma de harina

Harina de la Planta	Cantidad de Vitamina B9 mg/mL (256 nm; 365 nm)
Loroco	0.048 ± 0.0025
Pacaya	0.042 ± 0.00145
Madre Cacao	0.044 ± 0.0053

Fuente: Datos obtenidos en la facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, USAC, 2016.

10. Discusión

Las vitaminas son compuestos heterogéneos imprescindibles para la vida, ya que al ingerirlos de forma equilibrada y en dosis esenciales promueven el correcto funcionamiento fisiológico (Daza, 2014). Cada individuo dependiendo de la edad necesita una dosis diaria recomendada, también conocido como DDR/RDA, que es la dosis mínima que se debe consumir diariamente de un nutriente para mantenerse sano (Recinos & López, 2011).

Los microgramos necesarios de vitamina A oscilan desde 375 μg en infantes hasta 1000 μg en adultos y el pico más elevado es para las mujeres en periodo de lactancia con un valor de 1300 μg diarios (Recinos & López, 2011). Para la determinación de la Vitamina A, se inició con la identificación cualitativa mediante una reacción colorimétrica de retinol con tricloruro de antimonio, conocida como la reacción de Carr-Price (Betancourt, 2012). El proceso de extracción buscaba obtener los carotenos y las provitaminas de la vitamina A, dado que estos compuestos carecen de la capacidad de ser saponificables el proceso que implica saponificación y decantación permite eliminar otros compuestos lipofílicos que puedan ser interferentes (falsos positivos); ya que la reacción colorimétrica se fundamenta en la formación de un coloide de color azul con compuestos lipofílicos, en este caso carotenos y beta-carotenos, por lo que se puede observar en el cuadro 1 que las muestras vegetales problema no cuentan con la conocida presencia de los mismos dando un resultado negativo a la prueba; tras encontrarse negativa la prueba de identificación se realizó una comprobación por medio de cromatografía en capa (ver cuadro 2 y figura 1) con la que se podían identificar también retinol, acetato de retinol y palmitato de retinol, sin embargo tras un resultado negativo, se comprobó la funcionalidad del método por medio de controles positivos con plantas que se sabía contenían la vitamina A, tal fue el caso de la zanahoria, espinaca y jengibre (Estrella, Nipotti, Orive & Fernández, 2015), evidenciando la vitamina A en sus diferentes formas para los controles positivos en color azul intenso, comprobando la ausencia en las flores comestibles de pacaya, loroco y madre cacao.

La vitamina C es una vitamina hidrosoluble, sensible al calor; es un cofactor enzimático implicado en diversas reacciones fisiológicas como en la síntesis del colágeno y de los glóbulos rojos; contribuye al buen funcionamiento del sistema inmunitario y también juega un papel en el metabolismo del hierro (Fernández, 2016). Es importante consumirlo debido a que los humanos carecen de enzimas necesarias para sintetizar (Fernández & Gonzáles, 2009). En la identificación para la vitamina C como se observa en la cuadro 3, se utilizó una reacción con lugol, el cual forma un complejo con la vitamina C, dando una coloración color azul característico del complejo almidón-yodo (Fernández, 2016; Maricel & Ramirez, 2016), con esta prueba sencilla de identificación se determinó que la flores contienen vitamina C. Este método se ha empleado para zumos de frutas y hortalizas tratados por calor o pulsos electrónicos de alta densidad (Torregrosa, 2006) así como en Uvas (Cea & Palacios, 2011) y en zumo de cítricos (Cano & Arnao, 2009).

Para la cuantificación de la vitamina C se realizó un método yodométrico, con yodo como agente oxidante y la vitamina C se reduce por medio de hidrólisis de almidón, obteniendo un complejo color azul como punto final de la titulación (Spínola, Mendes, Câmara & Castilho, 2013). En el caso de las flores comestibles presentaron valores entre 0.2 mg a 0.7 mg por cada gramo de flor comestible y el requerimiento mínimo diario oscila entre 30 mg en infantes hasta 70 mg en adultos y mujeres embarazadas (Recinos & López, 2011), también se encuentra un aporte de vitamina C en las flores de cebollino, violetas y pétalos de rosa (Trowbridge & Mercola, 2010). Debido a que la cantidad de las flores comestibles de estudio es baja se puede usar en conjunto con otros alimentos que aporten vitamina C, con lo que se complementaría el requerimiento diario necesario. Por ejemplo puede complementarse con un jugo natural de zumo de un cítrico tal como naranja, mandarina, limón y lima que contienen aproximadamente 31 mg/100mL, tomate aguaymanto con 43.3 mg/100g, papaya del monte con 31.41 mg/100g, tomate de árbol 16.09 mg/100g y tuna roja con 22.75 mg/100g (Carrasco & Encina, 2008; Cano & Arnao, 2009). Se puede observar en la cuadro de anexos en la estadística de la vitamina C, la media, mediana y moda son iguales para diferentes muestras analizadas, lo que significa que tienen una distribución simétrica de los datos. La desviación estándar cumple al ser

menor a 1 sin embargo el coeficiente de variación y su respectivo porcentaje pudieron verse afectados porque dentro del proceso se tuvo que tener en cuenta que la vitamina C es oxidada fácilmente por el aire, por tanto, las disoluciones que contienen vitamina C deben ser preparadas inmediatamente antes de ser tituladas, con el fin de obtener resultados fiables (Quevedo, 2011).

El ácido fólico, folacina o ácido pteroil-L-glutámico (la forma aniónica se llama folato), conocida también como vitamina B9, trabaja junto con la vitamina B12 y la vitamina C para ayudar al cuerpo a descomponer, utilizar y crear nuevas proteínas. La vitamina ayuda a formar glóbulos rojos y a producir ADN, el pilar fundamental del cuerpo humano, que transporta información genética (Salwen, 2011; Mason, 2011). Algunas investigaciones realizadas indican que todas las células de división rápida se ven afectadas por el déficit de folato, en especial los eritrocitos, leucocitos, plaquetas y el epitelio intestinal; las células hematopoyéticas muestran cambios megaloblásticos característicos (Rodríguez, Madero, López, Sáenz, Fuenmayor & González, 2014; OMS, 2015). Es necesario tanto para las mujeres en edad fértil como para las mujeres embarazadas para prevenir anomalías congénitas (Salwen, 2011; Mason, 2011).

La identificación y la cuantificación se llevaron a cabo por espectrofotometría UV-Visible, se encontraron valores entre 0.04 mg/mL y 0.05 mg/mL en comparación con 1 ración de espinacas (200 g en crudo y neto) aportan unos 280 mg de fólico (Carbajal, 2013) y la cantidad mínima es 25 mg en infantes hasta 200 mg en adultos, y en el caso de embarazadas 400 mg (Recinos & López, 2011). Por lo que es necesario suplir la necesidad con alimentos altos en ácido fólico como por ejemplo arroz 1.8 mg/kg, harina de trigo 1.5 mg/kg, harina de maíz 1.3 mg/kg o leche ganado vacuno 40 µg/250ml (Barboza & Umaña, 2011).

Como se puede observar en la cuadro de anexos en la estadística del ácido fólico que las medias obtenidas se encuentran cercanas entre las tres plantas al igual que la mediana, y da una idea de la dispersión de los datos; tras ser menor la media que la mediana en el loroco y la madre cacao, se dice que la distribución de los datos es asimétrica

con la cola a la izquierda o sesgada a la izquierda y para la pacaya es una distribución asimétrica con la cola a la derecha o sesgada a la derecha. La moda no se pudo aplicar ya que las mediciones son pocas y se manejan varios decimales y la variación es relativamente elevada por lo que dificulta obtener un dato repetido de moda. La desviación estándar se observó que el loroco fue la más alta, luego pacaya y por último madre cacao; se observa que la variación es considerable en el loroco, medianamente en la pacaya y en un valor más aceptable en la madre cacao, sin embargo es el que tiene mayor desviación estándar. Dichos datos pueden estar influenciados por otros metabolitos que pueden extraerse por medios básicos del hidróxido de sodio y pudiesen interferir con un dato más verídico (Quevedo, 2011).

Las flores de loroco, pacaya y madre cacao no han sido estudiadas a nivel nutricional y en el estudio presentado se encontró por las concentraciones de vitaminas C y ácido fólico que poseen, se clasifican como complementos, ya que podrían ayudar a prevenir problemas de salud debidos a deficiencias vitamínicas.

11. Conclusiones

- 11.1.** Las flores de madre cacao, loroco y pacaya tienen concentraciones por debajo de 2 partes por billón (ppb) de vitamina A, ya que este es el límite de detección de la prueba.
- 11.2.** Las muestras dieron un resultado positivo en la identificación de vitamina C y ácido fólico, siendo esto importante ya que pueden contribuir en los requerimientos diarios de estas dos vitaminas.
- 11.3.** En la cuantificación de vitamina C se obtuvo un porcentaje menor al 0.1% en relación peso/peso obteniendo valores entre 5 mg a 10 mg y el requerimiento mínimo diario oscila entre 30 mg a 70 mg, por lo que es necesario el consumo de otras fuentes importantes de la vitamina C, empleándose las flores comestibles como un complemento en la alimentación.
- 11.4.** En la cuantificación del ácido fólico para las harinas de las flores se obtuvieron las cantidades de 0.048 mg/mL en el loroco, 0.042 mg/mL en la pacaya y 0.044 mg/mL en la madre cacao.

12. Recomendaciones

- 12.1.** Realizar el estudio para otras flores comestibles, frutas o verduras nativas de varias regiones de Guatemala para determinar el aporte de vitaminas de cada uno de los alimentos, para determinar cuáles pueden contribuir en la salud de la población y así buscar la soberanía alimenticia.

- 12.2.** Realizar un estudio con las otras vitaminas del complejo B, y las vitaminas liposolubles K, E y D para las flores comestibles loroco, pacaya y madre cacao; para tener todos los datos de aportes vitamínicos de las mismas.

- 12.3.** Para contrastar resultados y comparar metodologías, se recomienda utilizar el método microbiológico para determinación de ácido fólico y HPLC para vitamina A.

13. Referencias

- Adeyemi, A. & Ayodele, R. (2013). Lipids Classes, Fatty Acids, Fat Soluble Vitamins, and Molecular Species of the Triacylglycerol of *Baphia nitida* and *Gliricidia sepium* Seed Oils. Nigeria: International Journal of Food Properties.
- Alegría, C. & Rivera, J. (2012). Estudio gastronómico y nutricional de frutas y hortalizas salvadoreñas. San Salvador, Salvador: Facultad de agricultura e investigación agrícola, Universidad Dr. José Matías Delgado.
- Álvarez, F. (2013). Biblioteca de pruebas Bioquímica Clínica. 2da. Ed. España: Comité de publicaciones de la SEQC.
- Alzeus, O. & Jacinto, S. (2015). Cytotoxic activity of crude extracts and fractions from *Premna odorata* (Blanco), *Artocarpus camansi* (Blanco) and *Gliricidia sepium* (Jacq.) against selected human cancer cell lines. Philippines: *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 11-16.
- Azurdia, C. & Ayala, H. (2010). Loroco (*Fernaldia pandurata*, Apocynaceae), a Mesoamerican species in the process of domestication. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Barboza, M. & Umaña, L. (2011). Impacto de la fortificación de alimentos con ácido fólico en los defectos del tubo neural en Costa Rica. Costa Rica: Rev Panam Salud Publica.
- Benz, E., Hoffman, R. & Silberstein, L. (2013). Hematology: Basic Principles and Practice. Chap. 37: Megaloblastic anemias. 6th Ed. Philadelphia: *Elsevier Saunders*.
- Betancourt, N. (2012). Bromatología: Procedimiento para determinar vitaminas por el método UV-Visible y HPLC para Vitamina A. Nicaragua: SERFIQ-CETEAL.
- Boyd, K. (2013). Salud Ocular: Deficiencia de Vitamina A. San Francisco, Estados Unidos: American Academy of ophthalmology (AAO).
- Braquehais, F. (2010). Estabilidad de vitaminas, vida comercial y bioaccesibilidad de folatos-hierro en fórmulas infantiles de continuación y crecimiento. España: Universidad de Murcia.

- Carbajal, A. (2013). Manual de Nutrición y dietética: Cap.14: Los alimentos. Madrid, España: Departamento de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid
- Carrasco, R. & Encina, C. (2008). Determinación de la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos de frutas nativas peruanas. Lima, Perú: *Revista de la Sociedad Química del Perú*.
- Cea, P. & Palacios. (2011). Vitamina C (ácidos ascórbicos y dehidroascórbico), azúcares y proteínas en zumo natural de uvas de variedades autóctonas de La Rioja. España: Editoriales REMONDO.
- Cano, A. & Arnao, M. (2009). Lipophilic and hydrophilic antioxidant activity and vitamin c content of commercial orange juices: correlation with organoleptic parameters. Murcia, España: *Journal of food*. DOI: 10.1080/11358120409487759
- Correa, O. (2010). El test fotométrico en la hipovitaminosis A. Chile: *Presse med*.
- Daza, C. (2014). Malnutrición de micronutrientes. Estrategias de prevención y control. Colombia: Editora Médica del Valle.
- Estrella, V., Nipotti, J., Orive, M. & Fernández R. (2015). La piel y sus nutrientes. Buenos Aires, Argentina: *Revista argentina dermatología*. vol.96 no.2. Disponible en: <http://ref.scielo.org/3384ht>
- Fajardo, A. & Martínez, F. (2013). Determinación de ácido de ascórbico en pastillas de vitamina C por espectrofotometría UV/visible. Colombia: Universidad de Santiago de Cali.
- FAO & MAGA. (2008). El Estado de los recursos fitogénicos. Guatemala: Conservación y utilización sostenible para Agricultura y Alimentación.
- Fernández, L (2016). Evaluación de la concentración de ácido ascórbico en Cocona (*Solanum sessiliflorum dunal*), por fotometría. Chachapoyas, Perú: Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.
- Fernández, N. & Gonzáles, C. (2009). Cuantificación de macronutrientes, calcio, hierro, fósforo y vitamina C e identificación de vitaminas liposolubles presentes en la semilla de *Sesamun indicum* “ajonjolí”. Perú: Universidad Nacional de Trujillo.

- Girón, L. (2012). Madrecacao, un árbol nutritivo. Guatemala: Editorial Los Ángeles.
- Gutiérrez, Hoyos & Páez. (2013). Estudio químico y actividades antioxidante y bactericida de *Ganoderma applanatum*. Popayán, Colombia: *Revista Bioagro*. vol.11, 1 y 6.
- Hidalgo, D., Chávez, A., Moreno, E., García, G., Solano, M. & Matu, P. (2009). Contenido nutricional de inflorescencias de palmas en la Sierra del Estado de Tabasco. México: Universidad y Ciencia publicaciones.
- Lara, E., Osorio, P., Jiménez, A. & Bautista, S. (2013). Contenido nutricional, propiedades funcionales y conservación de flores comestibles. Vol. 63 N° 3. Morelos, México: Instituto Politécnico Nacional-Centro de Desarrollo de Productos Bióticos.
- Leal, J., Ortega, P., Chávez, C., Romero, T., Escalona, C. & Medina, Y. (2013). Coexistencia de anemia, depleción de las reservas de hierro y deficiencia de vitamina A en niños con síndrome de Down. Año 3 N° 6. Venezuela: *Revista de la Universidad del Zulia* , 50.
- Litwack, G. (2009). Vitamins and Hormones. España: *Elsevier Academic Press*.
- Maricel, Y. & Ramirez, L. (2016). Evaluación del método de secado por ventana de refractancia TM en pulpa de guayaba (*Psidium guajava*). Cali, Colombia: Universidad del Valle.
- Mason J. (2011). Vitamins, trace minerals, and other micronutrients. 24th ed. Philadelphia: *Elsevier Saunders*.
- Meléndez, G., Trabanino, F. & Caballero, A. (2013). Tres perspectivas en torno al uso comestible de las inflorescencias de las palmas pacay(a) y chapay(a) en Chiapas, México: enfoques paleoetnobotánico, nutricional y lingüístico. *Revista Estudio cultural Maya*. vol.41. México: Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, 22-27, 34.
- Méndez, C. (2013). Validación del método analítico para cuantificación del retinol en azúcar fortificada de consumo nacional. Guatemala: Editorial universitaria.
- Morton, J., Álvarez, E. & Quiñonez, C. (1990). Loroco, *Fernaldia pandurata* (Apocynacea): A popular Edible Flower of Central America. New York: *Economic Botany Journal*, 301-310.

- Múnera, R. (2008). Guía para prácticas de laboratorio de Bioquímica. Palmira, Colombia: UNAD, Escuela de Ciencias Básicas tecnología e ingeniería.
- Nuñez, F. (2004). Perfil orgánico del cultivo de Loroco *Fernaldia pandurata* (Woodson). México: TexCoco.
- Organización Mundial de la Salud (OMS). (2012). Administración diaria de suplementos de hierro y ácido fólico en el embarazo. Suiza: Departamento de Nutrición para la Salud y el Desarrollo (NHD).
- Organización Mundial de la Salud (OMS). (2015). Administración intermitente de suplementos de hierro y ácido fólico a mujeres menstruantes. Suiza: Departamento de Nutrición para la Salud y el Desarrollo (NHD).
- Organización Mundial de la Salud (OMS). (2015). Administración periconceptiva de suplementos de ácido fólico, con o sin preparados multivitamínicos, para prevenir los defectos del tubo neural. Suiza: Departamento de Nutrición para la Salud y el Desarrollo (NHD).
- Paredes, C., Solbustos, A., Debiec, M. & Calisaya, J. (2013). Determinación de diferentes tipos de almidón en *Solanum tuberosum*, papa proveniente del altiplano de la paz. La Paz, Bolivia: *Bolivian Journal of Chemistry*.
- Quevedo, F. (2011). Estadística Aplicada a la Investigación en Salud: Measures of central tendency and dispersion. *Revista Biomédica*. doi: 10.5867/medwave.2011.03.4934
- Recinos, E. & López, S. (2011). Norma Técnica 14-2011: Registro sanitario de los suplementos dietéticos. Guatemala: Departamento de Regulación de Productos Farmacéuticos y Afines.
- Rodríguez, A., Madero, J., López, R., Sáenz, K., Fuenmayor, G. & González, F. (2014). Niveles de ácido fólico en mujeres con antecedentes de abortos y/o recién nacidos con anomalías congénitas. Quito, Ecuador: *Revista de la Facultad de Ciencias Médicas*, Universidad Central del Ecuador.
- Roldán, I. (2009). Flores comestibles: La gastronomía guatemalteca es rica y variada e incluye, entre sus ingredientes, pétalos de varios colores. Semanario de Prensa Libre No. 141. Guatemala: *Revista D*, Prensa Libre.

- Romero, C. & Camargo, J. (2007). Determinación por cromatografía Líquida (HPLC) el contenido de ácido fólico y hierro en una bebida láctea fermentada tipo yogurt enriquecida a partir de materias primas naturales. Vol. 5. No. 2, Colombia: BISTUA. Pág 42 -48
- Rosales, K., García, M., Ortiz, O. & Benitez, T. (2014). Vademécum de LABIOFAM por la excelencia. La Habana, Cuba: Impresiones MINAG.
- Salwen, M. (2011). Vitamins and trace elements. 22nd ed. Philadelphia: *Elsevier Saunders*.
- Schüep, W. (2012). Producción y manejo de datos de composición química de alimentos en nutrición: análisis de vitaminas en alimentos. FAO.
- Secretaria de Salud & Comisión Permanente de la Farmacopea de los Estados Unidos Mexicanos (FEUM). (2008). Farmacopea de los Estados Unidos Mexicanos. Novena Edición. Volumen I y II. México: FEUM.
- Spínola, V., Mendes, B., Câmara, J. & Castilho, P. (2013). Effect of time and temperature on vitamin C stability in horticultural extracts. UHPLC-PDA vs iodometric titration as analytical methods. Funchal, Portugal: *Elsevier (LWT - Food Science and Technology)*.
- Skoog, D., Holler, F. & Nieman, T. (2001). Principios de Análisis Instrumental (5ª ed.). Madrid, España: McGraw-Hill/Interamericana de España.
- Torregrosa, F. (2006). Determinación de vitamina C y carotenoides en zumos de frutas y hortalizas frescos, tratados por calor o por pulsos eléctricos de alta intensidad (PEAI). Departamento de medicina preventiva y salud.
- Torres, G. (2009). Determinación de vitamina C en frutos como guayaba y brócoli, betacarotenos en espinacas y carotenos en brócoli; antes y después de escaldado en líquido y al vapor. Bogotá, Colombia: UNAD.
- Trowbridge, P. & Mercola, J. (2010). Edible Flowers History. España: Masson.
- United States Pharmacopeial Convention. (2016). Monografías USP 39 – FN 34. Estados Unidos: USP 39 – FN 34.

14. Anexos

14.1. Fotografías

Plantas utilizadas en su forma seca y en forma de harina

Pacaya



Madre Cacao



Loroco



Preparación de infusiones de Loroco, Madre Cacao y Pacaya

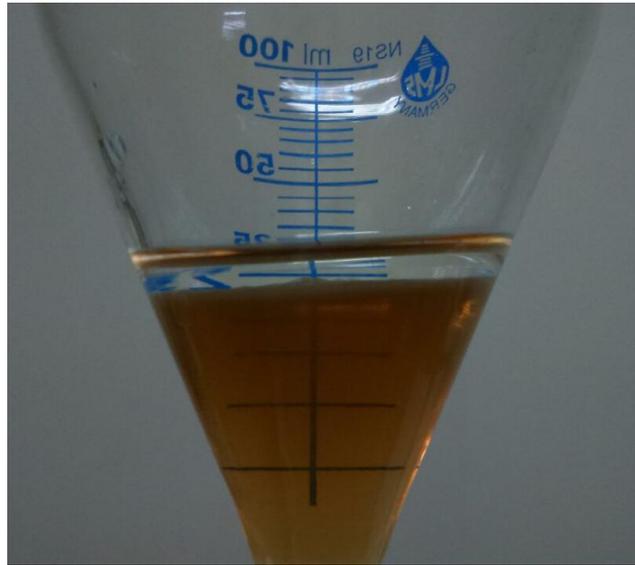


Vitamina A

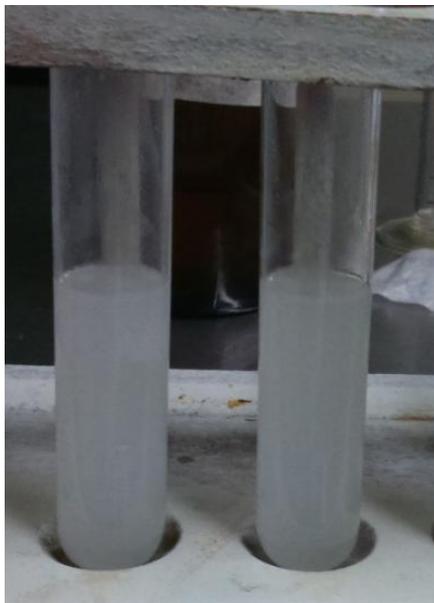
Identificación de Vitamina A con tricloruro de antimonio

	Infusiones y harinas de las plantas
	Infusiones y harinas de las plantas tras la adición del tricloruro de antimonio

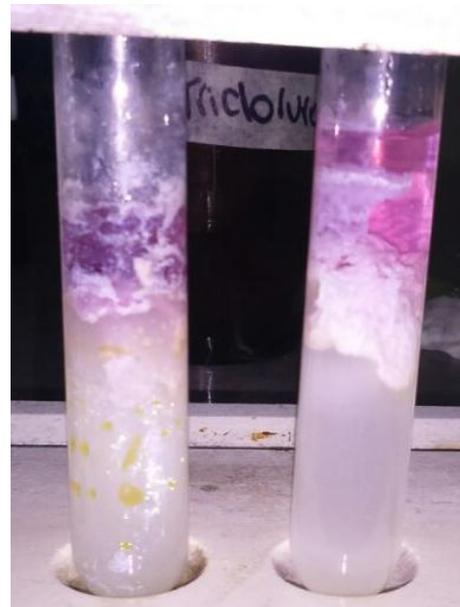
Decantación de Carotenos y Beta-Carotenos



Identificación de Vitamina A con tricloruro de antimonio para Carotenos y Beta-Carotenos



Decantado



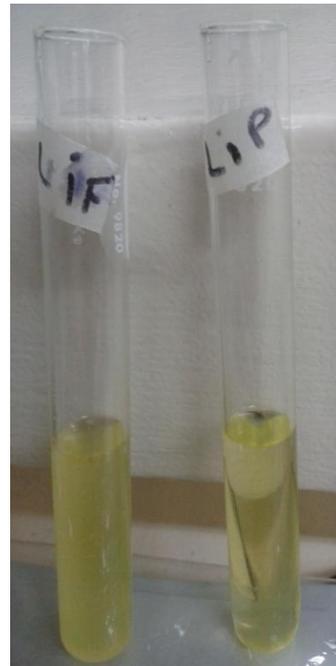
Decantado con Tricloruro de Antimonio

Plantas extraídas con cloroformo



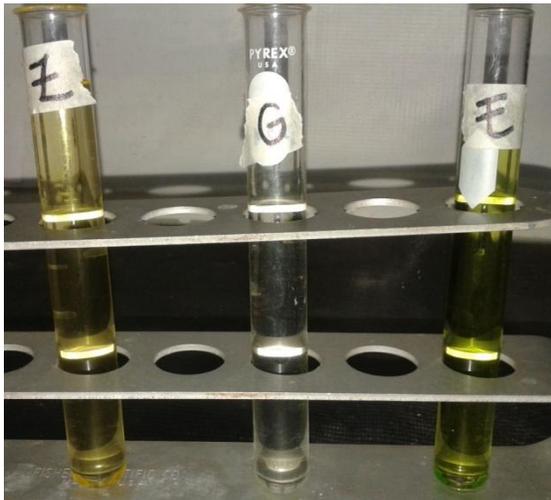
M= madre cacao
P= pacaya
L= loroco

Extracto de plantas con cloroformo
(pacaya, loroco y madre cacao)



Extracto de plantas en fresco con
cloroformo (pacaya y loroco)

Muestras de plantas positivas para Vitamina A para cromatografía



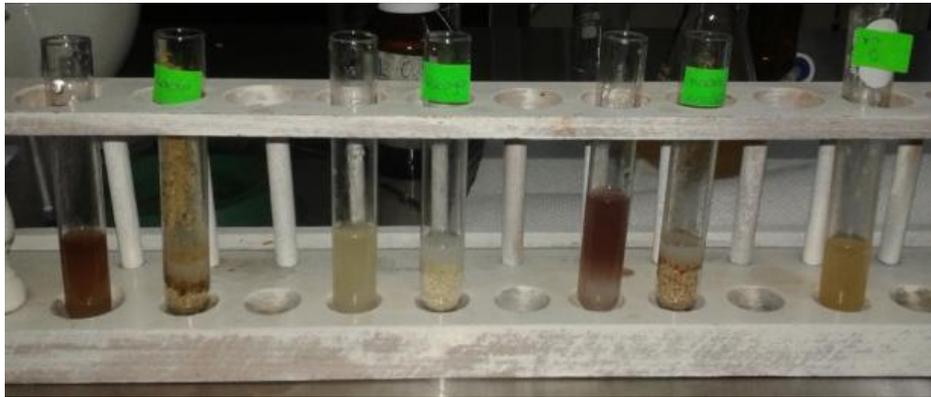
Plantas positivas=
zanahoria, jengibre y espinaca



Todas las plantas= positivas (zanahoria,
jengibre y espinaca) y negativas (loroco,
madre cacao y pacaya)

Vitamina C

Identificación de Vitamina C por medio de Lugol



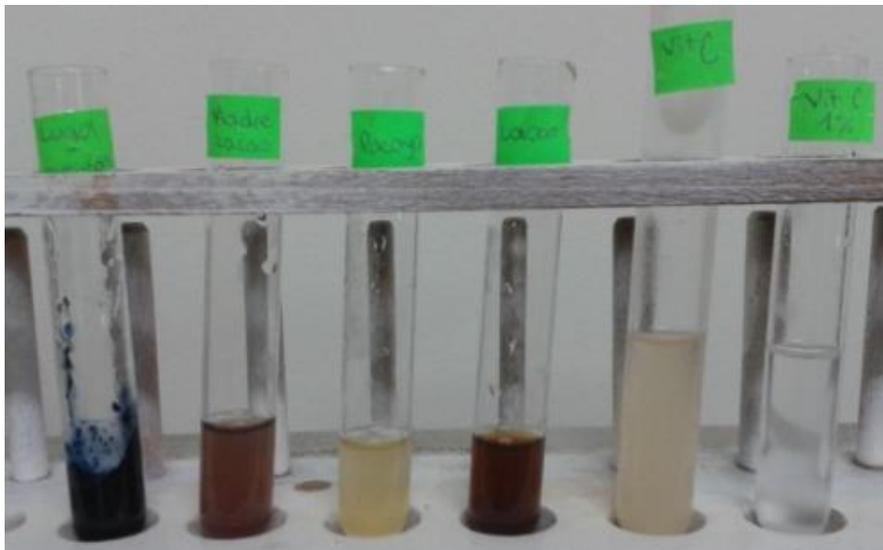
Loroco

Pacaya

Madre Cacao

Estándar

Infusiones y
harinas de
las plantas



Control
Positivo

Madre
Cacao

Pacaya

Loroco

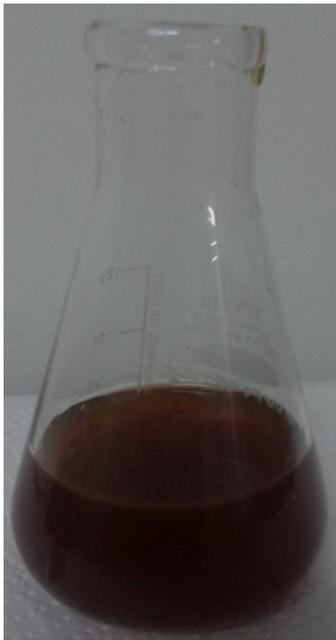
Estándares
de Vitamina C

Infusiones y
harinas de
las plantas
tras la
adición del
lugol

Titulación de Vitamina C para loroco, pacaya y madre cacao



Cambio de de coloración de las plantas en la titulación de vitamina C



Color de la muestra de la planta para titulación



Color de la muestra tras adición del ácido clorhídrico de la planta



Color del punto final tras la titulación

Mediciones de la titulación de yodo para cuantificación de Vitamina C

Muestra	Planta	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Promedio
Infusión	Loroco	0.7	0.5	0.6	0.7	0.6	0.5	0.6	0.7	0.6	0.6
	Pacaya	0.6	0.7	0.8	0.6	0.7	0.8	0.7	0.6	0.8	0.7
	Madre Cacao	1	1.2	1	1.3	1.1	1.1	1.1	1.2	1	1.1
Harina	Loroco	0.6	0.4	0.45	0.6	0.5	0.4	0.5	0.6	0.5	0.5
	Pacaya	0.7	0.8	0.7	0.8	0.7	0.7	0.7	0.8	0.7	0.7
	Madre Cacao	0.6	0.5	0.5	0.6	0.55	0.5	0.5	0.6	0.55	0.5

Fuente: datos obtenidos en el LIPRONAT, USAC, Guatemala

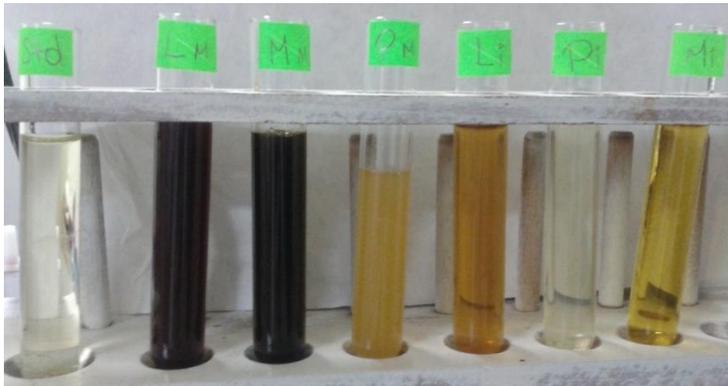
Medidas de tendencia central y dispersión de la determinación de vitamina C

Planta	Media	Mediana	Moda	Desviación estándar	Coefficiente de variación	porcentaje de variación
Loroco harina	0.60	0.60	0.60	± 0.08	0.13	13 %
Pacaya harina	0.70	0.70	0.60	± 0.09	0.12	12 %
Madre Cacao harina	1.10	1.10	1.00	± 0.11	0.09	9 %
Loroco infusión	0.50	0.50	0.60	± 0.08	0.16	16 %
Pacaya infusión	0.70	0.70	0.70	± 0.05	0.07	7 %
Madre Cacao infusión	0.50	0.55	0.60	± 0.04	0.08	8 %

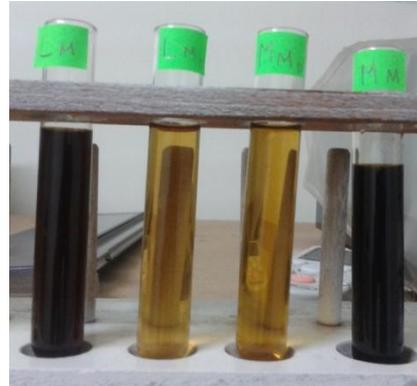
Fuente: Datos obtenidos en la facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, USAC, 2016.

Ácido Fólico

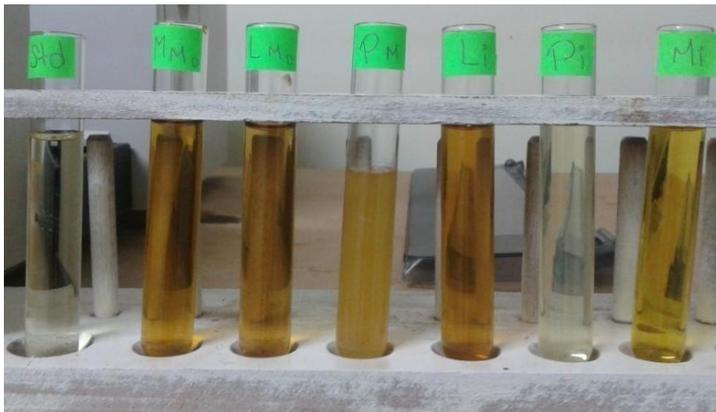
Muestras para lectura del espectrofotómetro



Std LM MM PM Li Pi Mi



LM LMD MMD MM



Std MM LM PM Li Pi Mi

Std = estándar

MM= madre cacao harina

LM= loroco harina

PM= pacaya harina

Li= loroco infusión

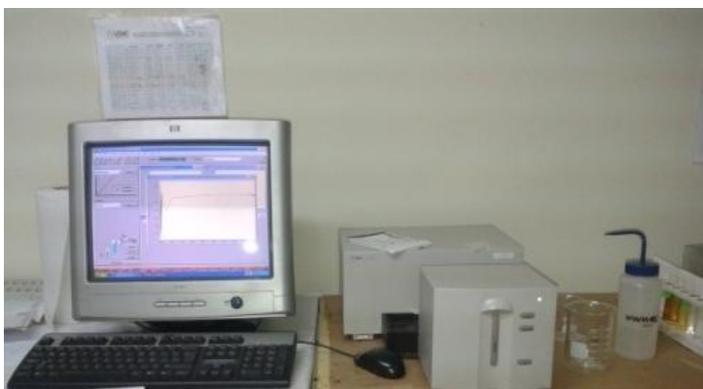
Pi= pacaya infusión

Mi= madre cacao infusión

LMD= loroco harina diluido

MMD= madre cacao harina diluido

Uso del espectrofotómetro



Espectrofotómetro



Muestras

Identificación por absorción para determinación de ácido fólico

Preparación	Muestra	Promedio	Promedio	Resultado	Rango de aceptación
		256 nm	365 nm	(Abs _{256nm} /Abs _{365nm})	(2.8 - 3.00)
harina	Loroco	2.6103	0.9072	2.8772	Cumple
	Pacaya	2.2658	0.7798	2.9057	Cumple
	Madre Cacao	2.4085	0.8188	2.9413	Cumple
Infusión	Loroco	3.8153	3.0521	1.2501	No Cumple
	Pacaya	3.7776	3.1058	1.2163	No Cumple
	Madre Cacao	3.7390	3.4597	1.0807	No Cumple
Solución de ácido fólico	Estándar	0.3182	0.1112	2.8627	Cumple
	Estándar	0.6329	0.2217	2.8548	Cumple

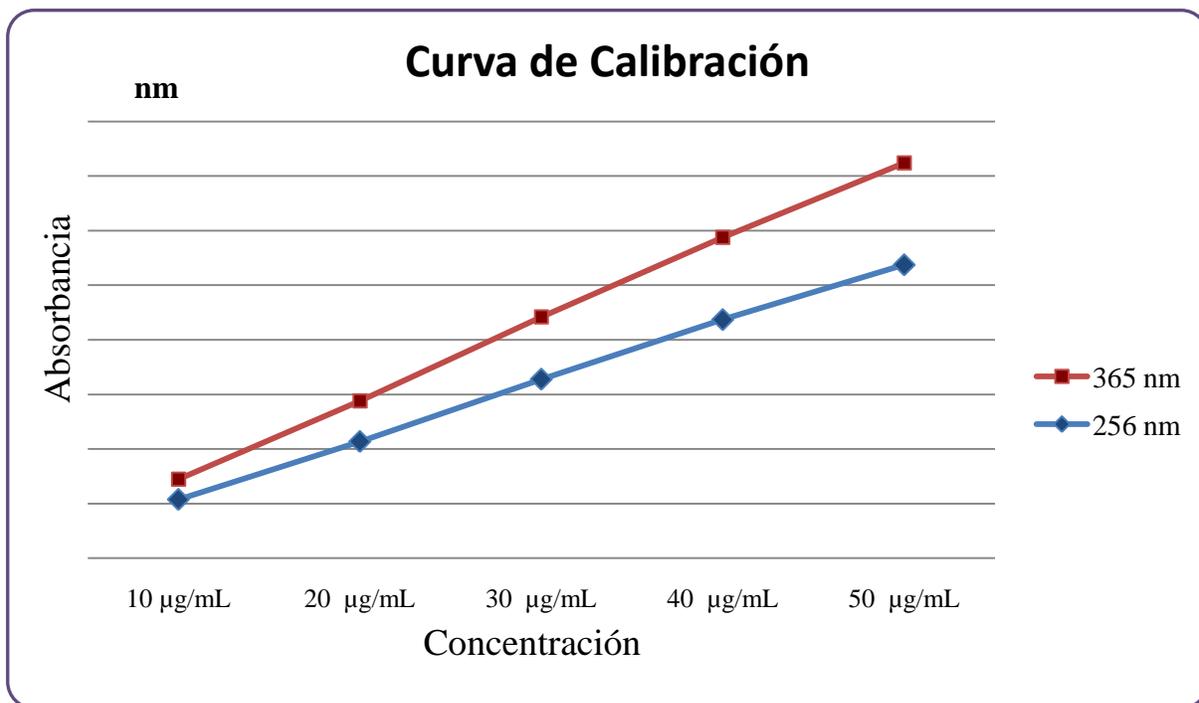
Fuente: Datos obtenidos en la facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, USAC, 2016.

Curva de calibración para determinación de ácido fólico

Concentración	256 nm	365 nm	Resultado
10 µg/mL	0.5370	0.1876	2.86
20 µg/mL	1.0680	0.3741	2.85
30 µg/mL	1.6390	0.5716	2.87
40 µg/mL	2.1846	0.7545	2.90
50 µg/mL	2.6870	0.9340	2.88
Ecuación de la recta 256 nm	$y = 0.054166 x - 0.00186$		
Coefficiente de correlación de Pearson 256 nm	$r = 0.99979$		
Coefficiente de determinación 256 nm	$r^2: 0.99959$		
Ecuación de la recta 365 nm	$y = 0.018732 x + 0.0024$		
Coefficiente de correlación de Pearson 365 nm	$r = 0.99986$		
Coefficiente de determinación 365 nm	$r^2: 0.99972$		

Fuente: Datos obtenidos en la facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, USAC, 2016.

Absorbancia vs Concentración



Fuente: Datos obtenidos en la facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, USAC, 2016.

Medidas de tendencia central y dispersión de la determinación de vitamina B₉

Lectura de 256 nm						
Planta	Media	Mediana	Moda	Desviación Estándar	Coficiente de variación	porcentaje de variación
Loroco Harina	48.2251	48.8472	No Aplica	2.5454	0.0528	5 %
Pacaya harina	41.8650	41.4958		1.4535	0.0347	3 %
Madre Cacao harina	44.4989	47.2762		5.3071	0.1193	11 %

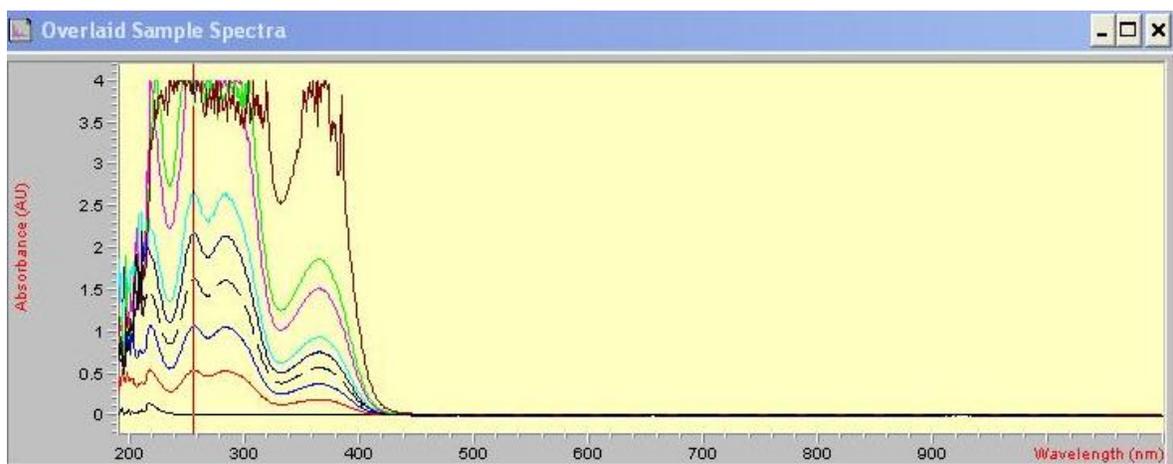
Fuente: Datos obtenidos en la facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, USAC, 2016.

Lecturas obtenidas para las muestras y el estándar

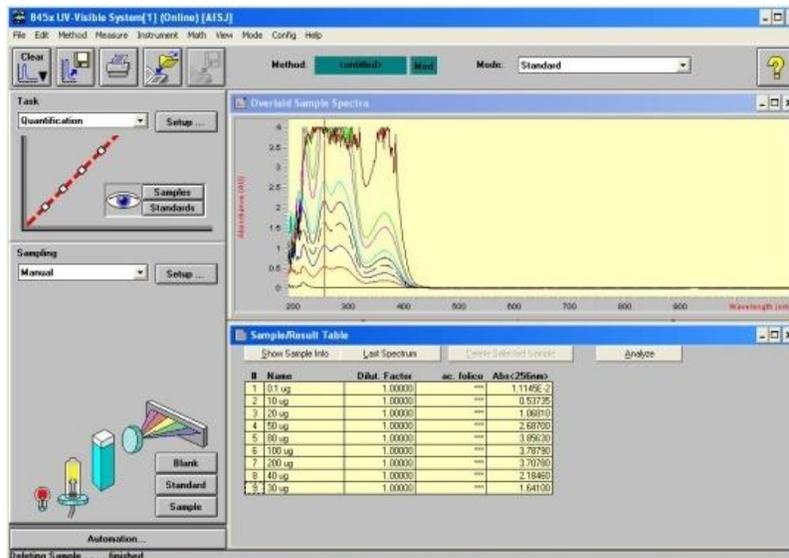
Planta	256 nm			Promedio	365 nm			Promedio	Resultado
Harina Loroco	2.6440	2.7282	2.4587	2.6103	0.6530	0.5098	1.5589	0.9072	2.8772
Harina Pacaya	2.2458	2.3526	2.1990	2.2658	0.8863	0.5685	0.8845	0.7798	2.9057
Harina Madre Cacao	2.5589	2.0770	2.5895	2.4085	0.8419	0.8600	0.7546	0.8188	2.9413
Infusión Loroco	3.4460	4.0000	4.00000	3.8153	1.5540	3.7370	3.86540	3.0521	1.2501
Infusión Pacaya	3.4540	3.9214	3.95730	3.7776	1.7410	3.6516	3.92470	3.1058	1.2163
Infusión Madre Cacao	3.2603	4.0000	3.95680	3.7390	2.8526	3.9749	3.55170	3.4597	1.0807
Estándar	0.5370	0.1790	0.2387	0.3182	0.1876	0.0625	0.0834	0.1112	2.8627
Estándar	1.0680	0.3560	0.4747	0.6329	0.3741	0.1247	0.1663	0.2217	2.8548

Fuente: datos obtenidos en el LIPRONAT, USAC, Guatemala

Espectro simple de la curva de calibración



Programa Uv system con la curva de calibración



14.2.FICHAS TÉCNICAS:

MADRECACAO

Gliricidia sepium (Jacq.) Steud.

- **Familia:** Papilionaceae / Leguminosae

- **Sinonimia:** *Robinia rosea* Mill.; *R. maculata* HBK; *R. variegata* Schlecht; *R. sepium* Jacq.; *Lonchocarpus maculatus* DC; *Gliricidia maculata* Steud.; *G. lambii* Fernald.

- **Otros nombres populares:** Kante, Kansim, Madriado, Matasarna, Sacyab, Yaite.



(Añasco & Picado, 2009).

- **Partes usadas medicinalmente:** hojas y tallos tiernos (Rodríguez, 2008).

- **Descripción botánica:** árbol de 10 m de alto, copa extendida, tronco de 30 cm de diámetro, corteza café oscuro; ramas puberulentas de jóvenes, luego glabras. Hojas deciduas, lanceoladas, 3-7 cm de largo, pinnadas, 2-15 foliolos. Flores en racimos, 5-10 cm de largo, densamente floreados; cáliz puberulento o glabro, corola rosada a blanca. Vaina café oscuro, glabra, plana, 10-22 cm de largo. Semillas lenticulares, café oscuro.

- **Hábitat:** Nativo de la América tropical, crece en laderas hasta 1600 msnm, se ha introducido y se cultiva en todo el mundo tropical. Se ha descrito en la mayoría de regiones cálidas del país (Cáceres, 2006). En Guatemala se encuentra en: Alta y Baja Verapaz, Chiquimula, Escuintla, Huehuetenango, Izabal, Jalapa, Jutiapa, Petén, Retalhuleu, Sacatepequez, Santa Rosa, Suchitepequez y Zacapa (Rodriguez, 2008).

- **Obtención:** crece en clima tropical cálido, húmedo, se utiliza en reforestación, no tiene mayores exigencias de suelos. Suele sembrarse como sombra de café y cacao. Se propaga por semillas o por estaca. La siembra por semillas se practica poco, ya que las estacas enraízan faculmente. Se usan estacas de 40-5 cm de largo de 6-12 meses de edad, cortadas en chaflán, se entierran directamente en el sitio hasta 15-30 cm de profundidad en la estación lluviosa. Las hojas se colectan en cualquier época del año, aunque se prefiere la época de lluvia y se secan a la sombra (Cáceres, 2006).

- **Usos y propiedades medicinales:** Árbol muy apreciado desde tiempos remotos. Autores refieren su uso contra el ardor de las fiebres, así como indican su uso como sombra de los cacaotales, donde viene su nombre, ya que en esta asociación el cacao crece mejor por su capacidad fijadora de nitrógeno y actividad rodenticida de sus raíces. Se usa desde la era precolombina y fue importante su uso en el principio de la colonia española en las labranzas agrícolas rudimentarias (Cáceres, 2006).

El conocimiento de hojas y corteza se usa por vía oral para tratar afecciones gastrointestinales, respiratorias y de la piel (erupciones, erisipela, impétigo, gangrena, granos, jiote, gonorrea, quemaduras, picaduras de insectos, úlceras), paludismo y paperas. La decocción de sus hojas se usa en el tratamiento de hipertensión. El conocimiento de las raíces se toma para aliviar el dolor de garganta, afecciones del riñón, ictericia y edema.

Tópicamente las hojas y corteza, frescas o cocidas, se aplican como lavados, compresas, emplastos o sobados sobre empeines, erisipela, impétigo, intertrigo, jiote, granos, raspones, salpullido, sarna, úlcera y otras enfermedades de la piel; como baños se aplica para el tratamiento de alergias (Cáceres, 2006).

Se atribuye propiedad antihistamínica, antimalárica, antiséptica, antifúngica, cicatrizante, diurética, expectorante, febrífuga e hipotensora.

- **Farmacología experimental y clínica:** la tintura de hojas es activa contra *N. gonorrhoea*; la decocción contra *M. canis*, y *T. mentagrophytes* con actividad fungicida y fungistática; los órganos más activos son la corteza, flor y raíz; el mejor disolvente es el etanol; el extracto clorofórmico y metanólicos son antifúngicos. Las semillas y raíces tienen actividad insecticida, repelente y rodenticida (Cáceres, 2006).

El extracto etanólico de la corteza es antiaterogénico e inhibe la liberación de histamina, no tiene actividad diurética, antimicrobiana, antiinflamatoria y endocrina (anabólica y androgénica). La decocción de hojas es expectorante. El extracto acuoso de corteza y hojas disminuye la actividad motora, tono muscular y reactividad, produce piloerección y ptosis parpebral. La administración IP al ratón del extracto hidroalcohólico de hojas demostró actividad antiinflamatoria, en ratas en un modelo inducido por carragenina y es diurética con carga salina, es hipotérmica en ratón y espasmolítica en ileón de cobayo, no es antionvulsivante ni hipoglicémica. Los extractos de corteza inhiben la liberación de histamina (Cáceres, 2006).

- **Composición química y principios activos:** El tamizaje fitoquímico de las hojas indica la presencia de alcaloides no cuaternarios, saponinas, esteroides insaturados, flavonoides y polifenoles. Las hojas y corteza contienen flavonoides (2'-o-metilsepiol, sepiol, robenetina), carbohidratos (pinitol), cumarinas y ácidos o-cumarínicos y melilótico (Cáceres, 2006).

Las hojas contienen ácido orto-coumarico, ácido melilótico, caumarina, bitartrato de potasio, kaempferol 3-orto ramnogalactosido, saponinas, esteroides insaturados, flavonoides y polifenoles. La corteza contiene isoflavona, flavonoides. El duramen contiene isoflavones, 2 butin (flavanona), isoflavan fenólico, isoflavona (gliricidin 6a), dehidroflavonol (sepinol 7a), y B-hidroxidihidrochacona (gliricidol 9a) (Rodríguez, 2008).

Todo el árbol es rico en flavonoides, compuestos que se sabe tienen múltiples actividades farmacológicas. La canavanina de las semillas posee una potente actividad inhibidora del crecimiento de varios organismos (Cáceres, 2006).

- **Toxicología:** El extracto acuoso de semillas no es tóxico a peces dorados; la canavanina es tóxica en mamíferos, la L-canavanina induce ciertos cambios hematológicos y anormalidades serológicas en monos que asemejan el lupus eritematoso sistémico. El extracto hidroalcohólico de partes aéreas no coagula el semen ni tiene actividad espermicida. La corteza, raíz y semillas son tóxicas a ratones pero no a ratas, se acostumbra hacer una masa de maíz como veneno para roedores; se dice que la corteza y hojas son tóxicas a caballos, vacunos y cabras. La DL₅₀ del extracto etanólico por vía IP en ratón es 0.75 g/kg.

- **Contraindicaciones:** No se han reportado.

- **Precauciones y reacciones adversas:** no se han reportado. No administrar oralmente por tiempo prolongado ni a dosis elevadas (Cáceres, 2006).

- **Indicaciones terapéuticas:** no es de uso oficial, por lo que no se encuentra en ninguna farmacopea. Se comercializan productos fitoterapéuticos como infusión, polvo y tintura.

Por su uso popular, los datos experimentales que demuestran su actividad antifúngica y antiinflamatoria y la falta de toxicidad al aplicarse tópicamente, las hojas y corteza están indicadas en el tratamiento de diversas afecciones de la piel, como abscesos, llagas, raspones y tinea. La administración oral de las hojas contribuye a mejorar la tos rebelde (Cáceres, 2006).

Las hojas tienen propiedades medicinales y se emplean para curar úlceras, afecciones de la piel, el cocimiento de las hojas sirve de expectorante para la tos (Miranda, 2012).

- Formas galénicas/posología: Aplicar tópicamente 2-3 veces/día durante 1 a 2 semanas en dosis de:

- ✓ 10-15 g/L de la decocción en lavados o compresas
- ✓ 2-5 ml de tintura diluida 1:10 aplicada en baños o compresas.

Aplicar oralmente en gargarismos o beber 2-3 tazas al día de una decocción o tintura 1:10 (Cáceres, 2006).

Referencia bibliográfica:

Añasco, A. & Picado, A. (2009). La salud en la finca orgánica y su relación con la nutrición de las plantas: Control y prevención de insectos y enfermedades. San José, Costa Rica: Corporación Educativa para el Desarrollo Costarricense S.C. (CEDECO).

Cáceres, (2006). A. Vademécum nacional de plantas medicinales. Guatemala: Editorial Universitaria.

Miranda, S. (2012). Guía Metodológica nutricional, consejo en salud y recetario. El Salvador: FUNDESA.

Rodriguez, R. (2008). Estudio de las plantas medicinales conocidas por la población de la comunidad de primavera, del municipio de Ixcán, Quiché, utilizando técnicas etnobotánicas. Guatemala: Editorial Universitaria.

Loroco

Fernaldia pandurata (A. DC.) Woodson

- **Familia:** Apocynaceae

- **Sinonimia:** *Echites pandurata* A.D.C., *Urechites karwinskii* Muell., *Mandevillea velutina*, K. Sch., *Mandevilla potosina* Brandeg, *Echites pinguifolia* Stand. Field Mus (Nuñez, 2004).



- **Otros nombres populares:** Loroco, oloroso, quiliete (Chizmar, 2009).

(Morales, 2006).

- **Descripción botánica:** Es una enredadera delgada (tipo liana), débil y pubescente, tiene una base leñosa que persiste. Las hojas son oblongas, elípticas, opuestas, bastantes acuminadas, con bordes externos un poco ondulados, con dimensiones de 4 a 22 cm de largo y de 1,5 a 12 cm de ancho. La inflorescencia se da en racimos y cada uno de ellos posee de 10 a 32 flores, dando un promedio de 25 por racimo. El fruto es un folículo cilíndrico, alargado, recto o curvado hacia adentro pudiendo alcanzar hasta 34 centímetros de longitud y entre 5 y 6 mm de diámetro. Dentro de cada folículo pueden hallarse desde 25 hasta 190 semillas, dependiendo de su longitud, encontrándose diferentes tipos de tamaño; cuando tierno es de color verde y luego maduro es café oscuro. Las semillas tienen un diámetro entre 2 y 3 mm; posee gran cantidad de vilanos (pelos algodonoso) en el extremo, que facilitan su dispersión por el viento (López, 2005).

- **Hábitat:** en Guatemala el loroco se localiza a una altura sobre el nivel del mar de igual o menor de 900 metros, distribuyéndose en los departamentos de Izabal, Zacapa, Chiquimula y Jutiapa, encontrándose ampliamente distribuido en la zona semiárida del oriente, la cual puede encontrarse en forma silvestre en la parte sur de la sierra de Las Minas, y además en forma domesticada para su explotación comercial, y muy utilizada en la comida tradicional popular de los municipios del norte del departamento de El Progreso (López, 2005).

- **Obtención:** La mejor época de siembra para la producción de loroco es al inicio de la estación lluviosa; cuando exista riego se puede sembrar en cualquier época del año. El periodo que tarda en germinar es de 10 a 15 días, aunque en zonas con temperaturas mayores de 30 °C, puede germinar de 5 a 8 días.

- **Usos y propiedades medicinales:** Las flores se comen cocidas para estimular la producción de leche materna (Pardo, Burgos & Cruz, 2012).

- **Composición química y principios activos:** La raíz de loroco no es fibrosa y posee sustancias con ciertas características alcaloides conocidas como “Lorocina” y Loroquina” con principios activos que afectan la presión arterial (López, 2005).

- **Toxicología:** se ha reportado por análisis químico que la raíz es de potencial venenoso, y al ser muy tóxicas se han sido empleadas algunas veces para matar animales nocivos como algunos roedores (López, 2005).

- **Precauciones y reacciones adversas:** Toda la planta, pero en especial las flores poseen sustancias que al ser ingeridas pueden causar náuseas, vómitos, diarrea, dolor abdominal, cefalea, fiebre, astenia, alucinaciones, deshidratación, shock, trastornos hepáticos, depresión neurológica, debilidad, temblores musculares, convulsiones, coma y depresión respiratoria. Se reporta que la raíz es muy venenosa (Pardo, Burgos & Cruz, 2012).

Referencia bibliográfica:

Chízmar, C. (2009). Plantas comestibles de Centroamérica. Costa Rica: Editorial INBio. P44.

López, C. (2005). Búsqueda y caracterización in situ del cultivo del loroco (*Fernaldia ssp.* Woodson) en la región sur occidental de Guatemala. Guatemala: PRUNIAN.

Morales, J. (2006). Estudios en las Apocynaceae Neotropicales XXVIII (Apocynoideae, Rauvolfioideae). El Salvador: Darwiniana. pp: 453-489.

Pardo, P., Burgos, C. & Cruz, H. (2012). Catálogo de plantas medicinales y comestibles de la reserva natural de usos múltiples Monterrico-RNUMM, Taxisco, Santa Rosa. Guatemala: Editorial Universitaria.

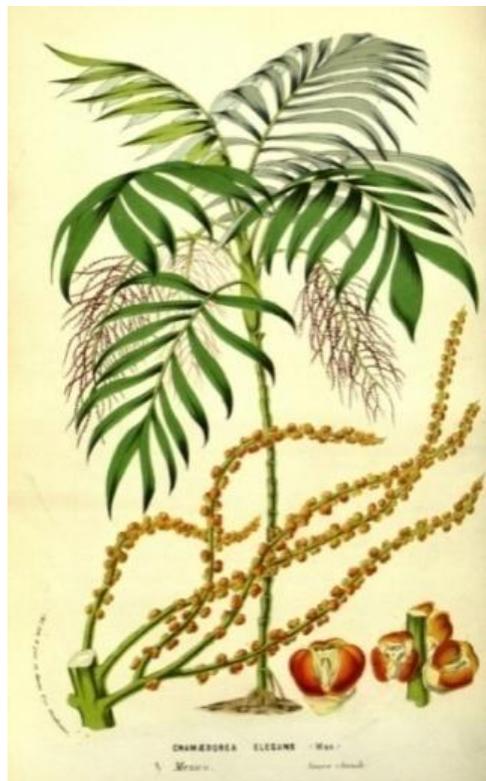
Pacaya

Chamaedorea tepejilote Liebm

- **Familia:** Arecaceae

- **Sinonimia:** *Chamaedorea deppeana* Klotzsch, *Chamaedorea elegans* var. *angustifolia* M.Martens & Galeotti, *Chamaedorea helleriana* Klotzsch, *Chamaedorea humilis* (Liebm. ex Oerst.) Mart. *Chamaedorea pulchella* Linden, *Collinia deppeana* Klotzsch, *Collinia elegans* (Mart.) Liebm. ex Oerst., *Collinia humilis* Liebm. ex Oerst., *Kunthia deppii* Zucc., *Neanthe bella* O.F.Cook, *Neanthe elegans* (Mart.) O.F.Cook, *Neanthe neesiana* O.F.Cook, *Nunnezharia elegans* (Mart.) Kuntze, *Nunnezharia humilis* (Liebm. ex Oerst.) Kuntze, *Nunnezharia pulchella* (Linden) Kuntze (CONABIO, 2009).

- **Otros nombres populares:** Camaedorea, pacaya o palmera de salón.



(Molina, 2010).

- **Partes usadas medicinalmente:** inflorescencias masculinas (Riquett & Solórzano, 2012).
Hojas

- **Descripción botánica:** Es una pequeña palmera que crece hasta los 2 m de altura con tallos delgados como la caña de azúcar. Sus flores surgen del tronco como brotes laterales y se abren en forma de racimos de pequeñas bolitas, sin pétalos ni un colorido especial. En los ejemplares usados como decoración, estos brotes comúnmente se cortan ya que se consideran carentes de atractivo (CONABIO, 2009).

- **Hábitat:** Prefiere moderada a alta humedad. Puede ser cultivada con poca luz, pero crece mejor con luz brillante indirecta (CONABIO, 2009).

Distribución geográfica: De las 37 especies de *Chamaedorea* reportadas para Guatemala, 25 son compartidas con México, 12 con Honduras, 9 con Belice, 5 con El Salvador, 5 con Nicaragua, 7 con Costa Rica y 6 con Panamá, y el número de especies compartidas disminuye mucho más para el Sur y Ecuador. Comparado con Guatemala México tiene 21 especies únicas, Honduras 4, El Salvador y Belice ninguna, Nicaragua 2, Costa Rica 25 y Panamá 21. Guatemala solamente tiene 12 especies únicas con México (Oliva, 2004).

- **Usos y propiedades medicinales:** efecto hipoglicemiante (Riquett & Solórzano, 2012).

- **Farmacología experimental y clínica:** se estudió el efecto sobre la glicemia de ratones normales. Se midió el efecto hipoglicemiante que tiene la administración IP de diferentes dosis del extracto de la especie (100, 200 y 300 mg/kg) en muestras de sangre extraídas de la vena caudal a las 2, 6 y 24 h de haber sido administrado; tras la administración de 300 mg/kg del extracto y liofilizado en ratones normoglucémicos redujo la glucosa sanguínea en 29,77 % por lo que se confirma la actividad hipoglicemiante de esta planta (Riquett & Solórzano, 2012).

- **Formas galénicas/posología:** Las hojas de pacaya son maceradas y posteriormente se ponen a hervir en agua, se deja reposar por dos días y el agua conteniendo el extracto de pacaya se aplica tres veces al día, lavándose con éste extracto la cara, el tratamiento anterior sirve para curar el “pañó de la cara” (Oliva, 2004).

Referencia bibliográfica:

CONABIO. (2009). Catálogo taxonómico de especies de México. México: CONABIO.

Oliva, J. (2004). Estudio etnobotánico de la pacaya (*Chamaedorea tepejilote* Liebm.), en la comunidad El Cangrejal, San Luis, Petén. Guatemala: Editorial Universitaria.

Riquett, D. & Solórzano, E. (2012). Actividad hipoglucemiante de *Chamaedorea tepejilote* Liebm (pacaya). Colombia: Universidad del Atlántico.

Molina, R. (2010). Enumeración de las plantas de Honduras. Honduras: Editoriales La Ceiba.



Lisbeth Joana Pineda Pérez

Estudiante



Licda. María Nereida Marroquín Tintí

Asesora



Dra. Sully Margot Cruz Velásquez

Revisora



Licda. Raquel Azucena Pérez Obregón

Directora de Escuela



Dr. Rubén Dariel Velásquez Miranda

Decano