



SUBSECRETARÍA DE EDUCACIÓN SUPERIOR
DIRECCIÓN GENERAL DE EDUCACIÓN SUPERIOR TECNOLÓGICA
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ

SECRETARÍA DE
EDUCACIÓN PÚBLICA

SEP

INFORME TÉCNICO DE RESIDENCIA PROFESIONAL INGENIERÍA BIOQUÍMICA

**PRESENTA:
NATARÉN AGUILAR CARLOS FABIÁN**

NOMBRE DEL PROYECTO:

**DETERMINACIÓN DE VITAMINAS “A” Y “C” EN DIFERENTES
FUENTES VEGETALES NO CONVENCIONALES.**

ASESOR: ING. EVARISTO JULIO BALLINAS DÍAZ

PERIODO DE REALIZACIÓN:

AGOSTO-DICIEMBRE DE 2012

CONTENIDO

CONTENIDO	i
LISTA DE FIGURAS	iii
LISTA DE TABLAS	iv
INTRODUCCIÓN	1
JUSTIFICACIÓN	3
CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA	4
Políticas y normas.....	4
Objetivos de la institución	4
Servicios que presta la institución	5
Descripción de la Licenciatura en Nutrición	6
Objetivo de la Licenciatura en Nutrición.....	6
PROBLEMAS A RESOLVER	7
OBJETIVOS	8
Objetivo General	8
Objetivos Específicos.....	8
ALCANCES Y LIMITACIONES	9
Alcances	9
Limitaciones	9
FUNDAMENTO TEÓRICO	10
METODOLOGÍA	14
1. Determinación de carotenoides precursores de vitamina A	14
1.1.Tratamiento de la muestra	14
1.2. Deshidratación de la pulpa.....	14
1.3. Determinación de carotenoides.....	15
2. Determinación de ácido ascórbico	16
2.1. Tratamiento de la muestra	16
2.2. Deshidratación de la pulpa.....	16
2.3. Estandarización de la solución DFI	17

2.4. Determinación del contenido de ácido ascórbico	17
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	19
1. Vitamina A.....	19
2. Vitamina C.....	24
CONCLUSIÓN	26
BIBLIOGRAFÍA.....	27
ANEXOS.....	28
Anexo A. Determinación de carotenoides.....	28
Anexo B. Determinación de ácido ascórbico.....	29

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Estructura de la vitamina A	11
Figura 2. Estructura de la vitamina C	12
Figura 3. Chincuya (<i>Annona purpurea</i>).....	12
Figura 4. Zapote amarillo (<i>Pouteria campechiana</i>)	13

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Contenido de carotenoides en pulpa fresca	20
Tabla 2. Equivalencias en vitamina A	21
Tabla 3. Contenido de carotenoides en pulpa deshidratada con calor seco (Horno Felisa®).....	22
Tabla 4. Equivalencias en vitamina A.	22
Tabla 5. Contenido de carotenoide en pulpa deshidratada con recirculación de aire (Horno UFE-500 Memmert®).....	23
Tabla 6. Equivalencias en vitamina A.....	23
Tabla 7. Contenido de ácido ascórbico en pulpa fresca.....	24
Tabla 8. Contenido de ácido ascórbico en pulpa deshidratada con calor seco (Horno Felisa®).....	24
Tabla 9. Contenido de ácido ascórbico en pulpa deshidratada con recirculación de aire (Horno UFE-500 Memmert®).....	25

INTRODUCCIÓN

Las vitaminas son sustancias orgánicas necesarias para el desarrollo normal de humanos y animales, requeridas en cantidades mínimas (Lehninger, 2003). Estas sustancias se clasifican en dos grandes grupos de acuerdo a su solubilidad: vitaminas hidrosolubles (incluyen a las vitaminas del complejo B y a la vitamina C) y vitaminas liposolubles (las vitaminas A, D, E y K). Las del primer grupo no se almacenan en el organismo y deben ser ingeridas constantemente, mientras que las del segundo sí se almacenan en hígado y tejidos grasos, por lo que no es necesario ingerirlas diariamente, y tras un consumo suficiente, podemos subsistir algún tiempo sin su aporte. Las vitaminas las obtenemos de la dieta (cárnicos, huevos, leche, frutas y verduras), pero, si por alguna razón no las consumimos de esta manera, podemos tomarlas en forma de cualquiera de las presentaciones que nos ofrece la industria, donde, si bien se inclinan por sintetizarlas, en algún momento puede ser necesaria la extracción de alguna fuente de vitaminas.

Para obtener buenos resultados en la extracción, es conveniente considerar que ciertas vitaminas (A y C, para efectos de este trabajo) presentan sensibilidad o inestabilidad a factores como la luz, el oxígeno y el calor (Kirk *et al.*, 2005).

Entre los distintos métodos de conservación de alimentos se encuentra la deshidratación, proceso que, dependiendo de la técnica, puede afectar la calidad de los mismos, incluyendo la degradación de las vitaminas.

En lo que concierne a este trabajo, se realizaron primeramente determinaciones de ambas vitaminas en tres frutos frescos, **chincuya** (*Annona purpurea*) y **zapote amarillo** (*Pouteria campechiana*). Los frutos seleccionados fueron aquellos que se consideran no convencionales, es decir, no son ampliamente conocidos ni están en algún modo industrializados, pero que sí representan una fuente de vitaminas, y al demostrarlo, puede significar cierto avance en favor de su aprovechamiento.

Después, estos mismos frutos fueron sometidos a procesos de secado en diferentes equipos para luego comparar los resultados obtenidos en frutos frescos y en deshidratados y así determinar que método de secado daña menos el contenido en vitaminas.

En lo que respecta a la metodología para determinar el contenido de vitaminas, se realizó, para la vitamina A, lo que Santos & Esparza (1995) proponen: la determinación de carotenoides con el espectrofotómetro, y de ahí se realizaron las equivalencias de carotenos en vitamina A; esto porque, según Braverman (1980), la vitamina A, como tal, no se encuentra en las plantas, ni en levaduras, hongos o bacterias, y los animales superiores solo la obtienen a partir de sus precursores, los carotenos.

Para la vitamina C se siguió la metodología que indica la norma NMX-F-229-1972. Método de prueba para la determinación de vitamina "C" en leche.

JUSTIFICACIÓN

La extracción y cuantificación de las vitaminas se ha tornado importante debido a los usos que se le pueden dar; por ejemplo, elaboración de alimentos tanto para consumo humano como animal, adicionados con vitaminas. Puesto que, para estos efectos, muchas veces se recurre a realizar tratamientos de conservación de las fuentes de vitaminas (frutos, por ejemplo), como puede ser la deshidratación, se debe tener muy en cuenta la naturaleza de las vitaminas, tales como la sensibilidad al calor y al oxígeno a la hora de realizar los procesos.

En la realización de este trabajo se consideró seguir diferentes pasos en la determinación, más específicamente en el deshidratado, investigando la temperatura óptima para ello, así como los tipos de secadores, para evitar en lo posible la degradación de las vitaminas durante el secado.

CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA

Este proyecto de residencia profesional fue realizado en el Laboratorio de Análisis y Tecnología de Alimentos de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (UNICACH) de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, la cual se encuentra ubicada en el Libramiento NortePoniente, sin número, Colonia Lajas Maciel.

Políticas y normas

Lograr la ampliación de su cobertura educativa en todas las regiones del estado, así como los alcances de la educación virtual y fortalecer el proceso de internacionalización de la Universidad.

Fortalecimiento de la regionalización de la oferta educativa y mejoramiento integral de la oferta educativa en las sedes regionales.

Formar profesionales altamente calificados en las áreas científicas, artísticas, humanísticas y técnicas, mediante procesos permanentes de innovación educativa, comprometidos con la cultura de la mejora continua, el respeto a la diversidad humana y al desarrollo sustentable, condiciones insustituibles para mejorar la vida de la sociedad chiapaneca.

Objetivos de la institución

I. Impartir, con validez oficial, educación superior en los niveles, grados y modalidades de: Técnico Universitario o Profesional Asociado, Licenciatura, Especialización, Maestría, Doctorado y programas de actualización en sus modalidades escolar y de educación abierta y a distancia, para formar profesionales, investigadores, profesores y técnicos universitarios o profesionales asociados, comprometidos con el desarrollo de Chiapas.

II. Planear, programar y evaluar la enseñanza superior que imparta, dando atención prioritaria a la formación de Técnicos Universitarios o Profesionales Asociados y profesionales en las disciplinas relacionadas con el desarrollo socioeconómico estatal y regional.

III. Vincular a la institución con el sistema de educación media del estado, con el propósito de establecer mecanismos de apoyo a la orientación vocacional, para

fortalecer la elección profesional adecuada a los planes y programas que imparte la universidad y a la educación superior en general.

IV. Organizar y desarrollar actividades de investigación humanística, socioeconómica, tecnológica, científica y artística, atendiendo de manera fundamental a los problemas regionales, estatales y nacionales, en relación con las necesidades del desarrollo socioeconómico de la entidad.

V. Preservar y difundir los valores culturales, históricos y sociales de la comunidad chiapaneca, así como el patrimonio natural.

VI. Extender los servicios a la comunidad, actuando como agente de cambio para elevar los niveles de ingreso y desarrollo, mediante convenios e intercambios con instituciones públicas, privadas y sociales en general y en particular con grupos de campesinos, pequeños propietarios, industriales, comerciantes y prestadores de servicios, desarrollar proyectos de integración de sociedades de producción, distribución, comercialización y consumo de bienes y servicios; así como con organismos, entidades e instituciones públicas de carácter federal, estatal y municipal, para el desarrollo de actividades y la prestación de servicios relacionados con los estudios que imparte.

VII. Procurar que la educación que se imparta en la universidad se oriente además, al desarrollo integral de la personalidad y facultades del estudiante, fomentándole el amor a la patria y a Chiapas, el respeto a los valores esenciales del hombre, la conciencia de responsabilidad y solidaridad social y la conservación de la naturaleza.

Servicios que presta la institución

- Ofrecer educación de calidad en los niveles de profesional asociado, licenciatura, especialidad, maestría y doctorado.

- Realizar investigación científica, técnica, social y humanística, pertinente y apropiada para atender las necesidades sociales y las exigencias de los diversos procesos de producción

- Desarrollar las expresiones del espíritu y el arte

Descripción de la Licenciatura en Nutrición.

El Licenciado en Nutrición es el profesionalista abocado al estudio del estado nutricional y de la alimentación de la población en los niveles colectivo e individual, enmarcados en el contexto económico, político y sociocultural.

Objetivos de la Licenciatura en Nutrición.

Formar nutriólogos con conocimientos integrales, responsables, comprometidos con la sociedad, con capacidad científica, técnica y humanística, que aborden la alimentación, nutrición, salud y enfermedad bajo perspectivas metodológicas, clínicas, epidemiológicas y ecológicas; aptos para producir conocimientos y aplicaciones en proyectos interdisciplinarios y multidisciplinarios, en las áreas clínica, comunitaria, educativa, de investigación, industria y servicio de alimentos.

PROBLEMAS A RESOLVER

La determinación de vitaminas está sujeta a algunas variables que pueden llegar a afectar su correcta cuantificación. La metodología empleada para cada vitamina no menciona sobre el daño que pueden sufrir éstas por acción de la luz y el oxígeno (vitamina A y C, respectivamente), pero autores como Kirk *et al.*, (2005) señalan que se deben cubrir de la luz a los materiales donde se está realizando la extracción y evitar el contacto de las muestras con el oxígeno, para tener una determinación más acertada.

Después de realizar la determinación de carotenos, se deberá buscar su equivalencia en vitamina A.

OBJETIVOS

General

Determinar el contenido de vitaminas “A” y “C” en diferentes fuentes vegetales no convencionales *Annona purpurea* y *Pouteria campechiana*.

Específicos

- Aplicar diferentes métodos de secado para los frutos *Annona purpurea* y *Pouteria campechiana*.
- Determinar el mejor método de secado para los frutos *Annona purpurea* y *Pouteria campechiana*.

ALCANCES Y LIMITACIONES

Alcances

Se logró determinar el contenido de las dos vitaminas en pulpa fresca de ambos frutos, para compararlos con pulpa deshidratada, a las que se le aplicó deshidratación con calor seco y deshidratación con recirculación de aire, ambas a 60 °C. También se logró identificar el mejor de estos métodos de secado (donde se presentó menor pérdida de vitaminas) de secado para cada fruto.

Limitaciones

Entre las limitaciones se puede mencionar la disponibilidad de ciertos reactivos, que retardaron los análisis e incluso no se realizó todo lo que se tenía contemplado: analizar cuatro o cinco frutos, emplear diferentes tiempos en el secado. Así también, el acceso o disponibilidad de ciertos equipos como la liofilizadora, que se tenía contemplado aplicar pero que no se pudo.

En las determinaciones, se tiene caso de que las vitaminas son sensibles a ciertos factores, por ejemplo, la vitamina A es sensible a la luz actínica (Kirk *et al.*, 2005) y la vitamina C lo es al oxígeno y al calor (Yurkanis, 2008) y (Melo & Cuamatzi, 2004); todo esto pudo dar lugar a ciertos errores en los resultados.

No se debe olvidar que también otros errores pueden tener lugar: extracción incompleta, pérdidas en los lavados y errores en la cuantificación durante el análisis.

FUNDAMENTO TEÓRICO

Dentro de las células vivas se encuentran, además de sus componentes mayoritarios –proteínas, ácidos nucleicos, glúcidos y lípidos- las vitaminas; sustancias orgánicas que actúan en cantidades mínimas (Lehninger, 2003). Si bien estas sustancias son vitales para muchas formas de vida, su importancia biológica radica en que algunos organismos no las pueden sintetizar y deben obtenerlas de manera exógena.

A lo largo de la historia, las vitaminas han afectado profundamente a la salud y el bienestar de los humanos, sabiéndose desde la Antigüedad que la dieta se relaciona con la salud de las personas.

En el año 1912, el inglés F. G. Hopkins demostró experimentalmente que los animales necesitan algo más que proteínas, grasas y glúcidos para un normal crecimiento (Lehninger, 2003). Reconoció que algunos “factores accesorios” presentes en los alimentos eran necesarios para la nutrición animal. En ese mismo año, Casimir Funk acuñó el término *vitamina*, indicativo de amina esencial para la vida, término que hasta ahora se conserva, aunque muchas de las sustancias de esta clase no son aminas. Ya en la década de los años 30, se aislaron por primera vez algunas vitaminas y se establecieron sus estructuras moleculares, con lo cual se puso de manifiesto la existencia de varias de estas sustancias.

En la actualidad sabemos que las vitaminas se clasifican en dos grupos, las *hidrosolubles* (las del complejo B: B1, B2, B3, B5, B6, B8, B9, B12 y la vitamina C), las cuales no se almacenan en el organismo y deben ser ingeridas, y las *liposolubles* (A, D, E y K) que se almacenan en el hígado y en los tejidos grasos.

En el presente trabajo solo se realizaron determinaciones de las vitaminas A y C en frutos no convencionales donde presuntamente se encontrarían estas sustancias.

La vitamina A es un compuesto isoprenoide que contienen un anillo carbocíclico de seis miembros y una cadena lateral de once átomos de carbono (Lehninger, 2003).

Bajo deficiencia de vitamina A, los mamíferos jóvenes (incluido el hombre) no tienen un desarrollo satisfactorio en los huesos y el sistema nervioso, la piel se seca y engrosa y los riñones experimentan degeneración. Son los ojos los que se afectan de manera más sobresaliente. En los lactantes y niños pequeños, el estado patológico conocido como *xeroftalmia* (ojos secos), constituyen un síntoma temprano de esta deficiencia.

Las necesidades de vitamina A en el hombre –menos de un miligramo diario- son satisfechas en gran parte por hortalizas verdes y amarillas. Sin embargo, el consumo excesivo de esta vitamina es tóxico y conduce a huesos frágiles y a un desarrollo anormal del feto (Lehninger, 2003).

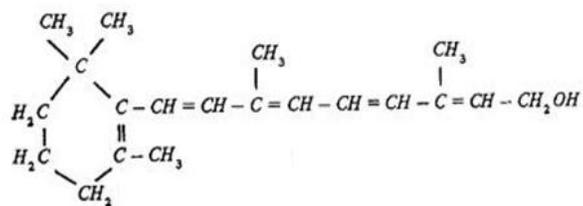


Figura 1. Estructura de la vitamina A.

De acuerdo a Yurkanis (2008), la vitamina C es uno de los azúcares-ácidos más importante, también conocido como *ácido ascórbico*. La vitamina C es la γ -lactona de un ácido hexónico con una estructura de enediol en los átomos de carbono 2 y 3 (fig. 2). Es un compuesto muy inestable y se oxida fácilmente a *ácido deshidroascórbico*. La ausencia prolongada de ésta vitamina en la dieta de la especie humana ocasiona la enfermedad carencial denominada *escorbuto*; una diferencia menor produce alteraciones en la estructura del tejido conjuntivo y disminuye la resistencia frente a algunas infecciones. El ácido ascórbico se halla presente en los frutos cítricos y en el tomate.

El aspecto de esta vitamina es de polvo o cristales de color blanco-amarillento. Pertenece al grupo de las vitaminas *hidrosolubles*. El nombre "ascórbico" procede del prefijo *a-* (que significa "no") y de la palabra latina *scorbuticus* (escorbuto), una enfermedad causada por la deficiencia de vitamina C (Lehninger, 2003).

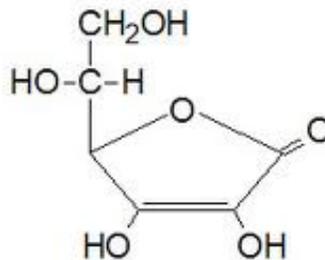


Figura 2. Estructura de la vitamina C.

Anteriormente se ha mencionado que se utilizaron dos frutos, estos son: **chincuya** (*Annona purpurea*) y **zapote amarillo** (*Pouteria campechiana*).

La chincuya, conocida también como **soncoya**, **sincuya** o **cabeza de negro**, es un fruto redondeado, de 15 a 20 cm de ancho y cubierto con una piel color marrón, de textura afieltrada con proyecciones en forma de garfio. La pulpa, es de color amarillo-anaranjado, similar en olor, apariencia y sabor a la del mango y contiene muchas semillas.



Figura 3. Chincuya (*Annona purpurea*).

El zapote amarillo, también conocido como **canistel**, es originario de Campeche (de ahí su nombre científico). Es un fruto de color anaranjado-amarillento, de 7 cm de longitud, aproximadamente y su pulpa es dulce.



Figura 4. Zapote amarillo (*Pouteria campechiana*).

METODOLOGÍA

1. Determinación de carotenoides precursores de vitamina A

Fundamento. Se trata de determinar el contenido de β -carotenos con el espectrofotómetro, con previa extracción de éstos con acetona, evitando que la luz incida sobre ellos en el proceso.

1.1. Tratamiento de la muestra

Con cada fruto se trabajó por duplicado, en fresco y deshidratado (con diferentes métodos). Las frutas fueron adquiridas en el mercado central de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, seleccionando aquellas que no presentaban magulladuras o estados de putrefacción.

Los frutos se lavaron con jabón líquido bajo chorro de agua y se eliminó el exceso de agua con papel absorbente. Luego, se retiró la cáscara y la pulpa se sometió a congelación en bolsas con cierre hermético, marca Ziploc®, hasta el momento de utilizarlas.

1.2. Deshidratación de la pulpa

La pulpa de ambos frutos fue descongelada en refrigeración, después de lo cual se dejó que alcanzara temperatura ambiente para luego someter a secado en cantidad suficiente para tomar dos muestras de 5 gramos cada una (Santos & Esparza, 1995) y realizar las determinaciones según la metodología indicada.

Los secadores que se utilizaron fueron:

Horno Felisa®. Utiliza calor seco.

Horno UFE-500 Memmert®. Utiliza recirculación de aire.

Las muestras fueron tratadas a 60 °C durante 12 horas, para ambos hornos.

1.3. Determinación de carotenoides

Se pesó 20* gramos de muestra (pulpa) y se llevó a un matraz Erlenmeyer de 250 ml, donde se le adicionó 50 ml de acetona, para extraer los carotenos, y se dejó reposar durante 24 horas.

Después de este tiempo, se separó la mezcla acetona-pigmento de la pulpa, la cual se lavó tres veces con más acetona, agregando 20 ml cada vez. Luego se juntó la acetona de los lavados con la de la primera decantación en un embudo de separación de 500 ml, donde se le agregó 10 ml de éter de petróleo y 150 ml de agua destilada, agitando con cuidado y se dejó reposar 15 minutos. Se separan dos capas, se vacía la capa inferior (agua-acetona-pigmento) en otro embudo de separación de 500 ml, donde se lavará con 50 ml de éter de petróleo y 20 ml de agua destilada. Nuevamente se separan dos capas, se desecha la inferior y juntamos las capas superiores (éter-carotenoides-acetona) en un solo embudo de separación y lavamos tres veces con agua destilada, usando 50 ml en cada lavado y desechando las capa inferiores.

Para eliminar residuos de grasa, adicionamos 10 ml de NaOH al 40 % w/v y se agita suavemente, se desecha la capa inferior. A continuación se realizan varios lavados con 50 ml agua destilada hasta eliminar el NaOH, eliminando las capas inferiores y usando fenolftaleína como indicador en el residuo. Luego se realizan dos lavados con 50 ml de sulfato de sodio al 10 % w/v, siempre separando las capas inferiores, luego. El contenido que queda en el embudo es filtrado en un crisol con fondo de vidrio poroso más una delgada capa de sulfato de sodio anhidro. Recuperamos el filtrado en una probeta y anotamos el volumen obtenido. Finalmente, se lee a 454 nm en un espectrofotómetro, usando éter de petróleo como blanco.

Para determinar el contenido de carotenoides se realiza el siguiente cálculo:

$$\text{Carotenoides } (\mu\text{g}/100 \text{ g}) = (\text{DO}) (3.857) (V) (100/m).$$

*Cuando se trate de fruta deshidratada o harina de la misma, se utiliza 5 gramos.

Donde:

DO: densidad óptica

V: volumen total en la probeta

m: cantidad de muestra utilizada

2. Determinación de ácido ascórbico

Fundamento: Este método se fundamenta en la reducción de una solución de sal sódica del 2,6 – diclorofenol-indofenol (DFI) por el ácido ascórbico. Este se oxida y pasa de ácido deshidroascórbico, reacción que ocurre a medida que se añade solución titulante (DFI) sobre la solución que contiene el ácido ascórbico. El punto final está determinado por la aparición de una coloración rosada debida a la presencia de DFI sin reducir en medio ácido.

2.1. Tratamiento de la muestra

Con cada fruto se trabajó por duplicado, en fresco y deshidratado (con diferentes métodos). Las frutas fueron adquiridas en el mercado central de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, seleccionando aquellas que no presentaban magulladuras o estados de putrefacción.

Los frutos se lavaron con jabón líquido bajo chorro de agua y se eliminó el exceso de agua con papel absorbente. Luego, se retiró la cáscara y la pulpa se sometió a congelación en bolsas con cierre hermético, marca Ziploc ®, hasta el momento de utilizarlas.

2.2. Deshidratación de la pulpa

La pulpa de ambos frutos fue descongelada en refrigeración, después de lo cual se dejó que alcanzara temperatura ambiente para luego someter a secado en cantidad suficiente para tomar dos muestras de 25 gramos cada una (NMX-F-229-1972) y realizar las determinaciones según la metodología indicada.

Los secadores que se utilizaron fueron:

Horno Felisa®. Utiliza calor seco.

Horno UFE-500 Memmert®. Utiliza recirculación de aire.

Las muestras fueron tratadas a 60 °C durante 12 horas, para ambos hornos.

2.3. Estandarización de la solución DFI

Para preparar la solución de DFI, se pesan 100 mg de este reactivo y se disuelve en agua calentando hasta ebullición mientras se agita, luego se afora a 200 ml en un matraz aforado. Esta solución se debe conservar en frasco ámbar.

Para la estandarización de la solución DFI debemos pesar 50 mg de ácido ascórbico y llevar a 250 ml con una solución de ácido oxálico al 1,6% (ésta será el blanco). Luego se diluyen 25 ml de esta solución con 5 ml de la solución de ácido oxálico al 1,6% y titular con la solución de DFI ya preparada. El punto final de la reacción está determinado por la aparición de un color rosado, producido por el DFI sin reaccionar (no reducido) en medio ácido (este color debe persistir durante 15 segundos o más).

2.4. Determinación del contenido de ácido ascórbico

Se mide primeramente 25 ml de solución de ácido oxálico al 1,6%, luego se pesa y añade a la solución anterior 25 g de pulpa del fruto y se mezcla y homogeniza durante 2 – 5 minutos. Después se transfiere cuantitativamente a un matraz aforado de 100 ml, donde se añade solución de ácido oxálico al 1,6% en cantidad suficiente para 100 ml. A continuación mezclamos completamente y filtramos. Después de esto se toman 25 ml y se titula con la solución de DFI; ésta es reducida por el ácido ascórbico, lo cual se manifiesta por la aparición de una coloración rosada que desaparece en breve tiempo. El punto final de la titulación, será cuando esta coloración persista en la mezcla que se titula durante un tiempo de 15 segundos o más.

Para determinar el contenido de ácido ascórbico, se emplea la siguiente expresión:

$$\text{mg de vitamina C/ml} = (V-V_1) (f/m) (U/Y)$$

Donde:

V: ml gastados de DFI para titular la muestra.

V₁: ml gastados de DFI para titular el blanco.

f: mg de ácido ascórbico contenido en 1 ml de la solución titulada con DFI (0.2 mg aproximadamente, constante).

M: peso en gramos de la muestra (25 g, constante).

U: volumen inicial conocido de la muestra a titular (25 ml, constante).

Y: volumen conocido del blanco (25 ml, constante).

Los resultados se expresan en mg de ácido ascórbico/100 g de fruta.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De los dos frutos en cuestión se prepararon dos muestras de cada uno (sólo dos por cuestiones de reactivos) para realizar las determinaciones en fresco y deshidratadas.

1. Vitamina A

Cabe mencionar que, en la determinación en fresco de carotenoides en *Pouteria campechiana* se utilizaron solo 10 gramos de pulpa, puesto que para los 20 gramos que indica la bibliografía, se tuvo una densidad óptica de 1, lo que significa que la solución estaba demasiado concentrada, aunque también significaba un excelente contenido en carotenoides. Por lo tanto, todos los resultados que se presentan para dicho fruto son en base a 10 gramos para la pulpa fresca. Cuando la pulpa esté deshidratada se tomarán 5 gramos, como indica la técnica.

Tabla 1. Contenido de carotenoides en pulpa fresca.

PULPA FRESCA						
FRUTO	VOLUMEN OBTENIDO DE SOLUCIÓN DE CAROTENOIDES (ml)		DENSIDAD ÓPTICA		CONTENIDO DE CAROTENOIDES (µg/100 g)	
					APLICANDO LA EXPRESIÓN: Carotenoides:(µg/100g)= $DO \cdot 3.857 \cdot V \cdot (100/m)$	
	MUESTRA A	MUESTRA B	MUESTRA A	MUESTRA B	MUESTRA A	MUESTRA B
<i>Annona purpurea</i>	45	47	0.542	0.541	470.36	490.36
<i>Pouteria campechiana</i>	35	36	0.786	0.782	2,122.12	2,171.65

Para hacer las conversiones de carotenos a vitamina A, se siguió lo que Kirk *et al.*, (2005) propone:

6 µg de carotenos = 3.33 Unidades Internacionales (UI) de vitamina A. Ver tabla 2.

Tabla 2. Equivalencias en vitamina A

FRUTO	CONTENIDO DE CAROTENOIDES (µg/100 g)		CONTENIDO DE VITAMINA A (UI)	
	MUESTRA A	MUESTRA B	MUESTRA A	MUESTRA B
<i>Annona purpurea</i>	470.36	490.36	261.05	272.15
<i>Pouteria campechiana</i>	2,122.12	2,171.65	1,177.78	1,205.34

Como se puede observar en los datos resaltados, *Pouteria campechiana* presenta mayor contenido en vitamina A. Recuérdese que para este caso se usaron 10 gramos de este fruto.

Tabla 3. Contenido de carotenoides en pulpa deshidratada con calor seco (Horno Felisa®)

PULPA DESHIDRATADA						
FRUTO	VOLUMEN OBTENIDO DE SOLUCIÓN DE CAROTENOIDES (ml)		DENSIDAD ÓPTICA		CONTENIDO DE CAROTENOIDES (µg/100 g)	
	APLICANDO LA EXPRESIÓN: Carotenoides:(µg/100g)= $DO * 3.857 * V * (100/m)$					
	MUESTRA A	MUESTRA B	MUESTRA A	MUESTRA B	MUESTRA A	MUESTRA B
<i>Annona purpurea</i>	39	35	0.124	0.122	373.05	329.39
<i>Pouteria campechiana</i>	40	38.5	0.657	0.653	2,027.24	1,939.34

Tabla 4. Equivalencias en vitamina A.

FRUTO	CONTENIDO DE CAROTENOIDES (µg/100 g)		CONTENIDO DE VITAMINA A (UI)	
	MUESTRA A	MUESTRA B	MUESTRA A	MUESTRA B
<i>Annona purpurea</i>	373.05	329.39	207.04	182.81
<i>Pouteria campechiana</i>	2,027.24	1,939.34	1,125.12	1,076.33

Pouteria campechiana presenta mayor contenido de la vitamina.

Tabla 5. Contenido de carotenoides en pulpa deshidratada con recirculación de aire (Horno UFE-500 Memmert®)

PULPA DESHIDRATADA						
FRUTO	VOLUMEN OBTENIDO DE SOLUCIÓN DE CAROTENOIDES (ml)		DENSIDAD ÓPTICA		CONTENIDO DE CAROTENOIDES (µg/100 g)	
	MUESTR A A	MUESTR A B	MUESTR A A	MUESTR A B	MUESTRA A	MUESTRA B
					APLICANDO LA EXPRESIÓN: Carotenoides:(µg/100g) = $DO*3.857*V*(100/m)$	
<i>Annona purpurea</i>	41.5	40	0.129	0.126	412.97	388.79
<i>Pouteria campechiana</i>	43.5	40.5	0.668	0.661	2,239.79	2,065.01

Tabla 6. Equivalencias en vitamina A.

FRUTO	CONTENIDO DE CAROTENOIDES (µg/100 g)		CONTENIDO DE VITAMINA A (UI)	
	MUESTRA A	MUESTRA B	MUESTRA A	MUESTRA B
<i>Annona purpurea</i>	412.97	388.79	229.20	215.79
<i>Pouteria campechiana</i>	2,239.79	2,065.01	1,243.08	1,146.08

Pouteria campechiana presenta mayor contenido de la vitamina.

2. Vitamina C

Tabla 7. Contenido de ácido ascórbico en pulpa fresca.

FRUTO	V (ML GASTADOS PARA DE DFI PARA TITULAR MUESTRA) (ml)		V ₁ (ML GASTADOS DE DFI PARA TITULAR BLANCO) (ml)		CONTENIDO DE VITAMINA C (mg/ml). TRATAMIENTO CON LA EXPRESIÓN: (V-V ₁) (f/m) (U/V)	
	MUESTRA A	MUESTRA B	MUESTRA A	MUESTRA B	MUESTRA A	MUESTRA B
<i>Annona purpurea</i>	17.5	17.1	7	7.2	0.084	0.079
<i>Pouteria campechiana</i>	15.1	14.8	7.2	7.3	0.063	0.060

Los datos resaltados indican que *Annona purpurea* presenta mayor contenido de vitamina C.

Tabla 8. Contenido de ácido ascórbico en pulpa deshidratada con calor seco (Horno Felisa®).

FRUTO	V (ML GASTADOS PARA DE DFI PARA TITULAR MUESTRA) (ml)		V ₁ (ML GASTADOS DE DFI PARA TITULAR BLANCO) (ml)		CONTENIDO DE VITAMINA C (mg/ml). TRATAMIENTO CON LA EXPRESIÓN: (V-V ₁) (f/m) (U/V)	
	MUESTRA A	MUESTRA B	MUESTRA A	MUESTRA B	MUESTRA A	MUESTRA B
<i>Annona purpurea</i>	11.6	11.2	7.2	7.5	0.035	0.030
<i>Pouteria campechiana</i>	10.7	10.3	7.4	7.0	0.027	0.026

Los datos resaltados indican que *Annona purpurea* presenta mayor contenido de vitamina C.

Tabla 9. Contenido de ácido ascórbico en pulpa deshidratada con recirculación de aire (Horno UFE-500 Memmert®).

FRUTO	V (ML GASTADOS PARA DE DFI PARA TITULAR MUESTRA) (ml)		V ₁ (ML GASTADOS DE DFI PARA TITULAR BLANCO) (ml)		CONTENIDO DE VITAMINA C (mg/ml). TRATAMIENTO CON LA EXPRESIÓN: (V-V ₁) (f/m) (U/V)	
	MUESTRA A	MUESTRA B	MUESTRA A	MUESTRA B	MUESTRA A	MUESTRA B
<i>Annona purpurea</i>	8.0	7.8	7.5	7.3	0.004	0.004
<i>Pouteria campechiana</i>	7.3	7.6	7.0	7.1	0.0024	0.004

Los datos resaltados indican que *Annona purpurea* presenta mayor contenido de vitamina C en las muestras A. En las muestras B quedaron iguales.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos de las pulpas frescas indican que ambos frutos contienen carotenoides (precursores de vitamina A) y ácido ascórbico (vitamina C), pero también en ambos casos se observa una disminución de estas sustancias con los tratamientos de deshidratación. Para la vitamina A, se observa que la deshidratación con recirculación de aire afectó menos al contenido de ésta; mientras que para el caso de la vitamina C, fue el tratamiento con calor seco el que le afectó en menor medida.

Cabe señalar que fue la *Annona purpurea* la que presentó mayor contenido en vitamina C, y el zapote amarillo (*Pouteria campechiana*) es el más rico en vitamina A.

Para efectos de este trabajo se tenía contemplado trabajar con más frutos y emplear liofilización, así como diferentes tiempos en el secado; así se hubieran tenido resultados más completos y satisfactorios.

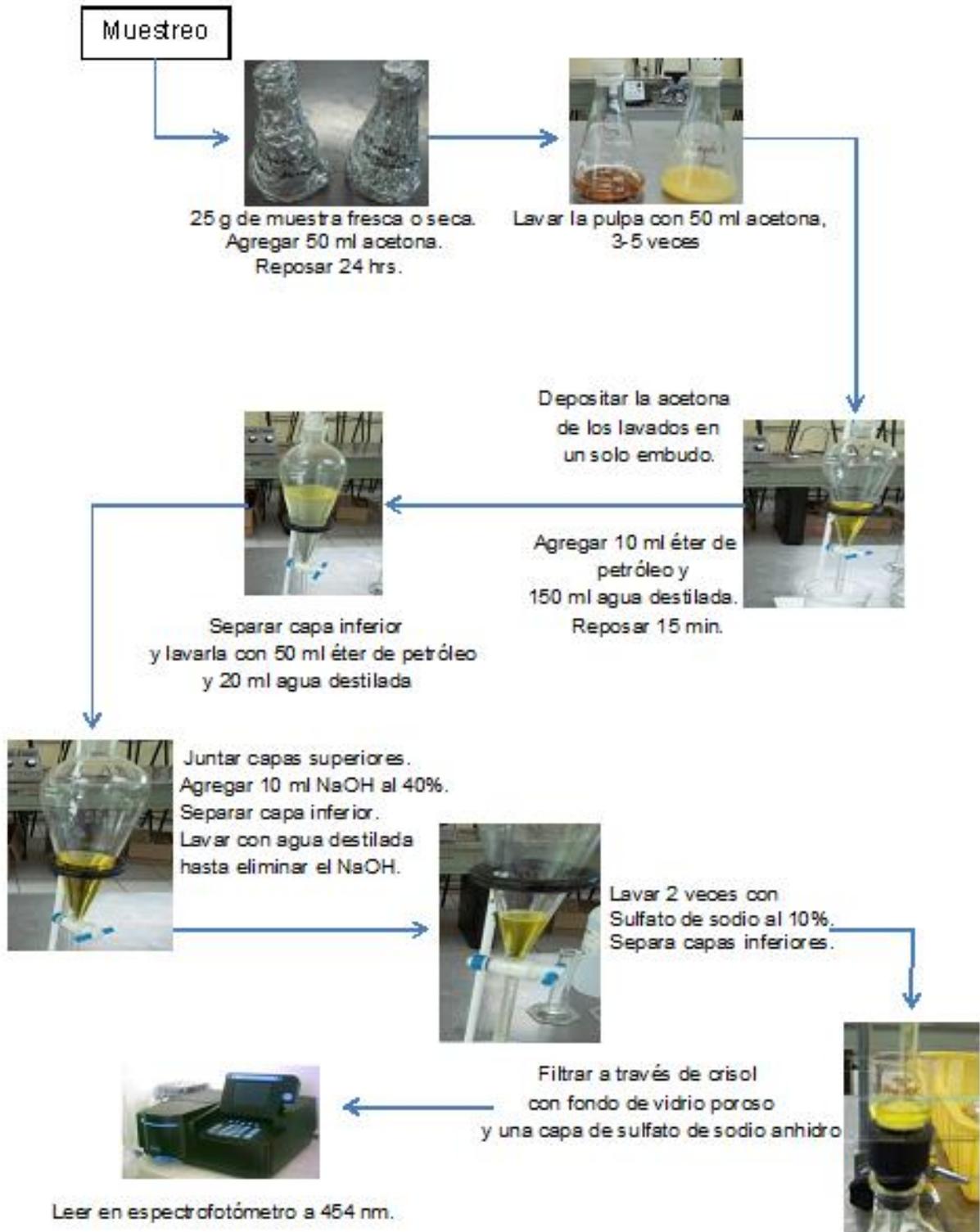
Dentro de los tipos de secado, en teoría es la liofilización el método que afecta menos al alimento, ya que las características nutricionales prácticamente quedan intactas, a diferencia de la aplicación de calor, que es más drástico; por lo tanto es de suponer que este método hubiera arrojado mejores resultados.

BIBLIOGRAFÍA

- Braverman, JBS. (1980). *Bioquímica de los Alimentos*. México, El Manual Moderno. Pág. 213-216.
- Kirk, RS. (2005). *Composición y Análisis de Alimentos de Pearson*. México, Compañía Editorial Continental. Pág. 713-717.
- Lehninger AL. (2003). *Bioquímica*. España, Ediciones Omega. 2ª Edición. Pág. 265, 357-360.
- Melo-Ruíz, V.; Cuamatzi-Tapia, O. (2004). *Bioquímica de los Procesos Metabólicos*. México, Reverté Ediciones. Pág. 335, 336.
- NMX-F-229-1972. *Método de prueba para la determinación de vitamina "C" en leche*.
- Santos-Moreno, A.; Esparza-Torres, F. (1995). *Manual de Prácticas de Química y Bioquímica de Alimentos*. México, Pearson Prentice-Hall. Pág. 127.
- Yurkanis P. (2008). *Química Orgánica*. México, Pearson Prentice-Hall. 5ª Edición. Pág. 1007, 1008.

ANEXOS

Anexo A. Determinación de carotenoides



Anexo B. Determinación de ácido ascórbico



Pesar 25 g de muestra.
Adicionar 25 ml solución
de ácido oxálico al 1,6%.
Mezclar durante 2-3 min.



Transferir a matraz
aforado de 100 ml.
Aforar con solución de
ácido oxálico al 1,6%.
Mezclar.



Filtrar. Tomar 25 ml
para titular con la solución DFI.



Titular con la solución de DFI
Hasta coloración rosa
persistente por 15 min

