

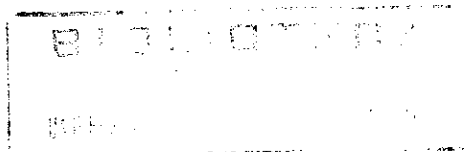
UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ciencias y Humanidades

Departamento de Ciencias de Alimentos

EFFECTO DE DIVERSOS PROCESOS DE COCCIÓN Y
ALMACENAMIENTO DE LAS HOJAS DE CHAYA
(*Cnidoscolus aconitifolius*) EN SU CONTENIDO DE
VITAMINA C Y GLUCÓSIDOS CIANOGENICOS

MASHA SOLORZANO LEAL



Guatemala

1997

EFECTO DE DIVERSOS PROCESOS DE COCCIÓN Y
ALMACENAMIENTO DE LAS HOJAS DE CHAYA
(*Cnidoscolus aconitifolius*) EN SU CONTENIDO DE
VITAMINA C Y GLUCÓSIDOS CIANOGENÉNICOS

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ciencias y Humanidades

Departamento de Ciencias de Alimentos

EFECTO DE DIVERSOS PROCESOS DE COCCIÓN Y
ALMACENAMIENTO DE LAS HOJAS DE CHAYA
(*Cnidocolus aconitifolius*) EN SU CONTENIDO DE
VITAMINA C Y GLUCÓSIDOS CIANOGENICOS


MASHA SOLORIZANO LEAL

Trabajo de graduación presentado para optar al grado académico
de Licenciatura e Ingeniería en Ciencias de Alimentos

Guatemala

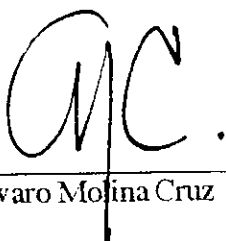
1997

Vo. Bo. :


(f) 

Doctor Alvaro Molina Cruz
Asesor

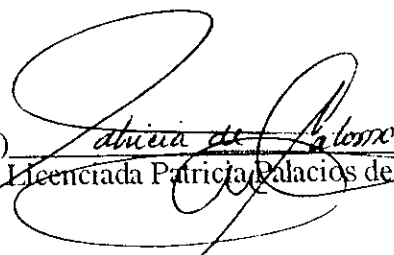
Tribunal:

(f) 

Doctor Alvaro Molina Cruz

(f) 

Doctor Ricardo Bresani

(f) 

Licenciada Patricia Palacios de Palomo

Fecha de aprobación: 23 de octubre de 1997

A mi familia, profesores y
amigos

CONTENIDO		Página
RESUMEN		xi
I. INTRODUCCION		1
II. REVISION DE LITERATURA		
A. Chaya		2
1. Descripción		2
2. Composición		3
3. Forma de cultivo		3
B. Acido L ascórbico (vitamina C)		5
1. Generalidades		5
2. Acido ascórbico durante la preparación de alimentos		7
III. JUSTIFICACION		9
IV. OBJETIVOS		11
V. MATERIALES Y METODOS		13
A. Materiales y equipo		13
B. Metodología		13
C. Diseño experimental		13
VI. RESULTADOS Y DISCUSION		17
VII. CONCLUSIONES		30
VIII. BIBLIOGRAFIA		31
APENDICE		
A. Tablas de resultados de vitamina C y glucósidos cianogénicos en chaya		33
B. Método de determinación de ácido ascórbico		47

	Página
C. Método de determinación de glucósidos cianogénicos	50
D. Determinación peso seco	51

LISTA DE TABLAS

Tabla	Página
2.1 Composición de la hoja de chaya	3
6.1 Vitamina C en las diferentes selecciones de chaya	17
6.2 Vitamina C en chaya cocinada en diferntes volúmenes de agua	19

LISTA DE GRAFICAS

Gráfica	Página
6.1 Vitamina C en hojas de chaya y caldo durante su cocción en agua hirviendo	23
6.2 HCN en hojas de chaya durante su cocción en agua hirviendo	23
6.3 Vitamina C en Hojas de chaya y caldo utilizando diferentes concentraciones de sal	24
6.4 Vitamina C en hojas de chaya durante su cocción al vapor	25
6.5 HCN en hojas de chaya durante su cocción al vapor	25
6.6 Vitamina C en hojas de chaya durante su cocción a presión	26
6.7 HCN en hojas de chaya durante su cocción a presión	26
6.8 Vitamina C en hojas de chaya durante su cocción por microondas	27
6.9 HCN en hojas de chaya durante su cocción por microondas	27
6.10 Vitamina C en hojas de chaya durante su fritura en aceite	28
6.11 HCN en hojas de chaya durante su fritura en aceite	28
6.12 Vitamina C en hojas de chaya durante almacenamiento a temperatura ambiente y en refrigeración.	29

La chaya (*Cnidoscolus aconitifolius*) es una planta Mesoamericana de hojas comestibles con alto contenido de vitamina C, carotenoides y proteína. Se evaluó la vitamina C en hojas crudas de diferentes selecciones plantadas en los campos experimentales o invernadero de la UVG. Se encontró que el contenido de vitamina C en las hojas de las selecciones plantadas en el invernadero es estadísticamente menor que las plantadas en los campos experimentales. También se evaluó la vitamina C luego de cocinar y almacenar las hojas por distintos métodos, y la disminución de sus glucósidos cianogénicos durante la cocción. Las hojas de chaya, de la selección Cerinal de los campos experimentales, presentaron en base fresca: 6.0 ± 0.5 mg vit.C/g hoja (M+DE, n=11), $78 \pm 3\%$ humedad (n=25), y 0.11 ± 0.1 mg HCN/g hoja (n=3). Las hojas cocinadas en agua hirviendo alcanzaron niveles mínimos de HCN (0.017 ± 0.002 mg HCN/g hoja) a los 15 min de cocción, coincidiendo con el tiempo de cocción tradicional. Durante la cocción en agua hirviendo (~ 20 ml/g hoja), la vit.C disminuyó gradualmente en las hojas y pasó al caldo. Después de 15 min de cocción las hojas contenían $23.1 \pm 0.7\%$ de la vit.C inicial, y el caldo $56.7 \pm 0.2\%$, conteniendo entre ambos 80% de la vit.C, lo cual solo bajó a 75% a los 30 min de cocción. La retención de vit.C en la hoja dependió inversamente del volumen de agua de cocción. La retención de vitamina C en la hoja aumentó al contener sal el agua de cocción. El aumento fue directamente proporcional a la concentración de sal. A los 15 min de cocción con 9 mg NaCl/ml la hoja contenía $35.1 \pm 0.5\%$ de la vit.C inicial y el caldo $42.4 \pm 2.8\%$, manteniéndose entre ambos 78% . Con la cocción al vapor, el contenido de vit.C en la hoja fue disminuyendo durante la cocción, y ofreció a los 20 min 65% de la vitamina C inicial. A los 20 min de cocción al vapor el contenido de HCN disminuyó a niveles mínimos (0.023 ± 0.003 mgHCN/g hoja) en la hoja. Con la cocción de la hoja de chaya en olla de presión, se observó que su contenido de vit.C disminuyó, obteniéndose a 8 min de cocción $11.70 \pm 0.76\%$ de la vitamina C inicial en la hoja, y en el caldo $87.20 \pm 2.09\%$, sumando entre ambos 98.90% . Las hojas de

chaya cocinadas en olla de presión (1000ml H₂O) mostraron niveles mínimos de HCN xii a los 3 min de cocción (0.017 ± 0.002 mgHCN/g hoja) manteniendo a este tiempo en la hoja $32.9 \pm 2.1\%$ de la vitamina C inicial. La cocción en microondas de las hojas de chaya, provocaron disminución en su contenido de vit.C . A los 8 min de cocción en microondas el contenido de HCN era mínimo, con un valor de 0.025 ± 0.002 mgHCN/g hoja . A este tiempo de cocción las hojas contenían $73.74 \pm 5.30\%$ de la vit.C inicial, y en el caldo $16.34 \pm 3.70\%$, sumaron entre ambos 90.08% . Durante fritura (142°C) la vit. C en la hoja disminuyó gradualmente, conteniendo a los 10 min $43 \pm 8\%$ del valor inicial, y el HCN disminuyó a niveles mínimos a los 5 min (0.0237 ± 0.0004 mg HCN/g hoja). Las hojas almacenadas a 5°C en bolsa plástica retuvieron más vit.C ($100 \pm 8\%$ hasta los 4 días) comparadas con hojas a temperatura ambiente en bolsa ($70 \pm 9\%$ a los 4 días) o sin bolsa ($13 \pm 3\%$ a los 4 días). Las hojas de chaya adecuadamente almacenadas y cocinadas pueden ser una fuente significativa de vitamina C.

I. INTRODUCCIÓN

La chaya (*Cnidoscolus spp.*) es una planta de hojas comestibles nativa de Mesoamérica. Esta posee un alto valor nutritivo, que aún no ha sido explorado completamente. Se conoce que ha sido consumida desde épocas precolombinas y se sabe que posee un alto contenido proteínico, energético y vitamínico, por lo que puede disminuir deficiencias nutricionales de la población de Guatemala.

Este proyecto estudió la variación de ácido ascórbico y glucósidos cianogénicos en chaya cruda, en la chaya cocinada y en el medio de cocción, después de ser sometida a diferentes tratamientos térmicos, utilizados comúnmente en la cocina casera: cocción con agua, frito en aceite, cocinado al vapor, cocinado a presión y cocinado en microondas. También se estudió el contenido de vitamina C en hojas de chaya durante su almacenamiento bajo distintas condiciones. Así se podrán establecer las condiciones óptimas de procesamiento y almacenamiento de la hoja, para obtener un alimento con alto contenido de vitamina C y bajo en glucósidos cianogénicos.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

A. CHAYA

1. Descripción

La chaya (*Cnidoscolus aconitifolius*) es un arbusto de 2 ó 3 metros de altura, con un tronco grueso de color pálido, pecíolos de 10 a 20 cm de largo, generalmente desprovistos de pelo. Las hojas son de forma muy variada profundamente lobadas (divididas en porciones no muy profundas y más o menos redondeadas; bastante gruesas y carnosas cuando están frescas. Las flores son blancas, de sépalos con vellosidades muy finas y escasas. (Standley and Steyermark, 1949). De acuerdo con Martin y Tuberté (1978) la chaya se encuentra en las regiones secas del trópico, aunque está muy bien adaptada al clima cálido y húmedo. Esta planta después de un año de ser sembrada se convierte en un pequeño pero fuerte árbol, del cual puede cosecharse su succulento follaje. Es altamente nutritiva y puede ser preparada en diferentes recetas .

Se diferencian dos variedades de chaya: la doméstica, chaya mansa, que es la usualmente comestible, y la silvestre, chaya brava, que raras veces es utilizada en la alimentación. Se han encontrado más de 40 especies de chaya a través de Centro América y el Caribe. Por lo general se encuentran a bajas elevaciones. Es originaria de Yucatán (México) y se ha llevado a otras regiones de México y América Central. La chaya fue introducida a Cuba y después fue llevada a Florida. También fue introducida a Puerto Rico por el Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA) (Martin y Tuberté, 1978).

La chaya doméstica (cultivada) se cultiva en forma asexual. Estas plantas han sido originadas a través de los años por selección. A diferencia de la chaya silvestre, la cultivada casi nunca posee vellosidades. (Martin y Tuberté, 1978)

La chaya mansa es un arbusto o árbol pequeño de 2 ó 3 metros de altura, y en condiciones favorables llega a medir hasta 5 metros. Posee un tallo central de aproximadamente 10 cm de diámetro, o más en plantas de mayor edad, posee ramas de 2 ó 3 cm de diámetro que crecen ascendentemente. Su corteza es suave y verde cuando es joven y grisácea cuando envejece. La madera es suave, fácilmente quebradiza, susceptible a pudrirse y no tiene o casi no tiene pelos urtidantes. Las hojas son alternadas, son más anchas que largas llegando a tener dimensiones de 22 cm de ancho por 18 cm de largo. Las hojas no son planas. La chaya florece frecuentemente. La inflorescencia es de 2 a 10 cm de diámetro. (Martin y Tuberté, 1978)

2. Composición

(Tabla 1)

-----g-----mg-----Humed VE

Pro- teína	lípi- dos	Car- bohi	Fibra	Ceni- zas	Ca	P	Fe	V.A.	Tiam	Ribo- fla.	Niac	Vit. C*	%	Cal
6.2	1.3	10.7	2.0	2.0	234	76	2.8	2.4	0.2	0.4	1.6	194	80	64

(Tabla 1. Tomado de INCAP/ICNND, 1961)

Carbohi.=carbohidratos, Ca=calcio, P=fósforo, Fe=hierro, V.A.=actividad de vitamina A, Tiam.=tiamina (vitamina B1), Ribofla.=riboflavina (vitamina B2), Niac.=niacina, Vit.C= vitamina C, Humed= humedad, VE=valor energético

*La vitamina C aumenta la disponibilidad de hierro en la dieta.

3. Forma de cultivo

La chaya puede ser plantada en cualquier época del año pero es más fácil de propagar al inicio de la estación lluviosa. La producción de semillas es muy rara, por lo que se

utilizan estacas de tamaño y edad intermedio. Las estacas deben mantenerse en un lugar húmedo, con luz y ventilado para que crezcan las raíces y evitar su putrefacción. La longitud de las estacas varía de 10 cm a un metro. Estas pueden sembrarse directamente en la tierra, la cual debe estar bien drenada y no muy húmeda al inicio. Cuando la planta ya esta establecida, puede resistir lluvia considerable y tolerar drenaje imperfecto. (Martin y Tuberté,1978)

La estaca empieza a retoñar después de 2 a 6 semanas de haber sido sembrada. La planta crece lentamente durante los primeros 4 meses. Después de un año de crecimiento, las plantas pueden ser podadas considerablemente y responderán con rápido crecimiento. Durante sequías severas el crecimiento puede parar y es posible que se caigan algunas hojas, pero estas se recuperan cuando la lluvia vuelve. (Martin y Tuberté,1978)

No se conocen los efectos de los fertilizantes en la chaya, aunque se espera que los fertilizantes minerales permitan el crecimiento más rápido y aumenten los rendimientos . (Martin y Tuberté,1978)

La cosecha de la chaya debe empezar hasta que haya suficiente follaje, para evitar que se dañe la planta. El corte de un 60 a 80% de las hojas parece no afectar la planta, y después de la cosecha, sólo se necesitan unas semanas para que la chaya recupere su follaje. (Martin y Tuberté,1978)

Según Martín y Ruberté(1978) pocas plagas han sido observadas en la chaya. Las orugas pueden destruir su follaje, pero la planta puede recuperarlo rápidamente.

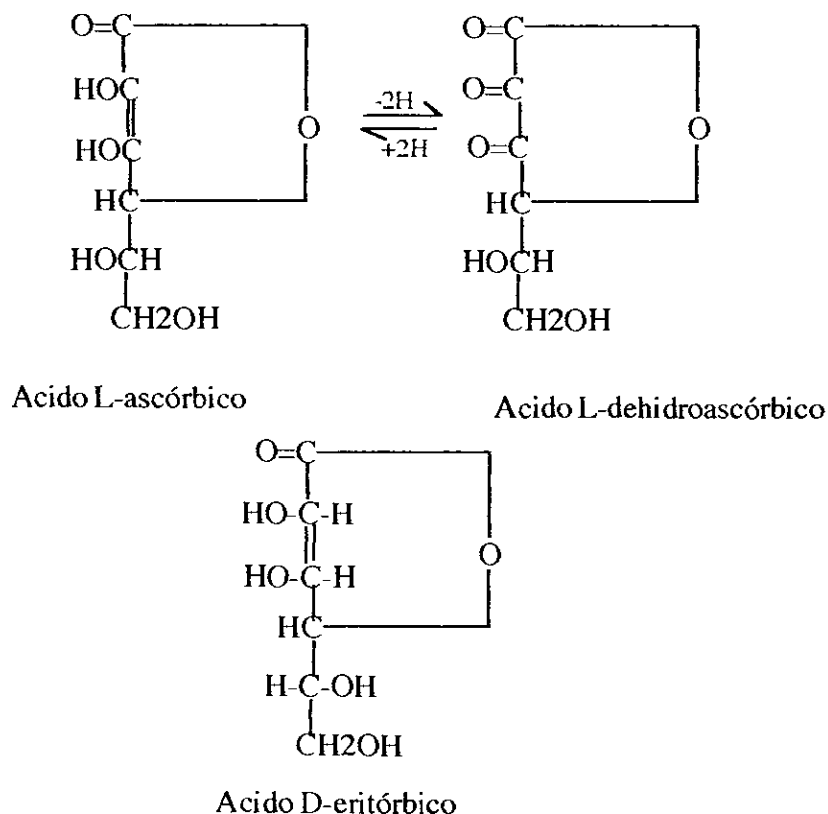
B. ÁCIDO L-ASCÓRBICO (VITAMINA C)

1. Generalidades

Ácido L-ascórbico es el nombre genérico para L-thereo-2-hexenono-1,4-lactona, la molécula responsable de la prevención del escorbuto. El ácido L-ascórbico (vitamina C) tiene múltiples funciones en las células metabólicamente activas de plantas y animales y es altamente soluble en agua (Liao y Seib, 1987).

El ácido ascórbico se oxida rápidamente en presencia de oxígeno, reacción que resulta acelerada por el cobre, hierro y un pH alcalino. En condiciones normales, casi toda la vitamina existe en forma de ácido ascórbico, que puede ser oxidado, de manera reversible, a ácido dehidroascórbico (figura 1). Una oxidación más intensa da lugar a la formación irreversible de ácido dicetogulónico y otros productos sin actividad antiescorbútica (Liao y Seib, 1987).

(figura 1)



Una de las principales reacciones bioquímicas del ácido ascórbico es destruir radicales libres tóxicos (hidroxilos y peridroxilos) resultantes de productos metabólicos del oxígeno. En este rol la mezcla de ácido L-ascórbico y su producto de oxidación (ácido dehidroascórbico) funciona como un buffer redox. El ácido ascórbico es convertido a ácido dehidroascórbico, el cual es reciclado a su forma original por enzima reductasa y cofactores. Otra acción fisiológica del ácido L-ascórbico puede estar relacionada a la quelación de compuestos con metales y complejos proteicos. (Liao, Seib 1987)

El ácido ascórbico (vitamina C) funciona como un agente reductor, un antioxidante y un agente secuestrador de metales en substratos específicos de alimentos. Su efecto antioxidante es debido a su habilidad de proteger dobles enlaces y reaccionar con

oxígeno. También disminuye el estado de oxidación de muchos metales, y disminuye así la actividad catalítica de esos metales. (Borenstein,1987)

El ácido ascórbico consumido en alimentos funciona como un agente reductor en el tracto digestivo y está involucrado en dos diferentes reacciones de interés: (1) reduce al hierro férrico a ferroso, ayudando a la absorción de hierro. Según Sauberlich, la absorción de hierro no ligado al heme en la dieta puede estimularse hasta cuatro veces o mas mediante la ingestión simultánea de 25-75 mg de vitamina C. Y (2) minimiza la síntesis de nitrosaminas, muchas de las cuales han sido implicadas en carcinogenesis. (Borenstein,1987)

2. Ácido ascórbico durante la preparación de alimentos

En estudios anteriores se ha encontrado que el almacenamiento y el procesamiento del alimento produce pérdidas de ácido ascórbico debido a que éste es fácilmente oxidado a ácido dehidroascórbico (Achinewhu, Hart 1994). Según Mosha et al. (1995) los principales factores que contribuyen a la pérdida de vitamina C en la cocción de las hojas son la disolución de ésta en el agua de cocción y la oxidación; esta última es afectada por la luz, oxígeno, iones metálicos, alta humedad y los niveles de pH. Según Mathooko (1994) las hojas pueden perder entre 60 y 93% de su ácido ascórbico durante la cocción tradicional.

Mosha et al. (1995) recomienda, para minimizar las pérdidas de vitaminas y otros nutrientes durante el proceso de cocción, proteger las hojas de la luz y el calor excesivo, cocinarlas en pequeñas cantidades de agua a la menor temperatura y durante el menor tiempo posible.

Según Yadav y Sehgal (1995) es recomendable el almacenamiento de las hojas en refrigerador, secarlas en horno, blanquear por un tiempo corto y cocinarlas a presión, para así obtener una mayor retención de la vitamina C. Las bajas pérdidas de vitamina C al usar olla de presión para cocinar las hojas se debe a que son cocinadas en un contenedor cerrado que excluye al oxígeno atmosférico y requiere de un menor tiempo de cocción.

Otros estudios han demostrado que existe mayor destrucción de la vitamina C al almacenar las hojas a temperatura ambiente que al almacenarlas en refrigeración, ya que la vitamina C es sensible a la temperatura y a la oxidación enzimática. La intensidad de los daños causados a la vitamina C dependerán de la duración de la exposición de ésta a los factores que la afectan (luz, temperatura, oxígeno, agentes oxidantes). (Yadav y Sehgal, 1995)

III. JUSTIFICACIÓN

Se ha encontrado que la chaya posee un alto potencial nutricional. Esta planta contiene cantidades considerables de proteína, carotenoides, vitamina C, vitamina B1, vitamina B2, niacina, proteína, calcio y hierro entre otros nutrientes; además posee un alto potencial energético (ver tabla 1).

En Guatemala existe deficiencia alimenticia en la población . La chaya podría ayudar a disminuirla por su alto valor nutritivo, buen sabor y fácil forma de cultivo, ya que la chaya es una planta apta para clima húmedo y caliente, y una vez plantada puede recibirse la primera cosecha en menos de un año y además muy pocas plagas parecen atacar esta planta.

El alto contenido de vitamina C en la chaya es muy importante, pues esta vitamina ha mostrado tener efectos antioxidantes, funciona como un agente reductor, además minimiza la síntesis de nitrosaminas, muchas de las cuales han sido implicadas en carcinogenesis, y aumenta la disponibilidad del hierro.

Actualmente no existe mucha información sobre lo que ocurre con la vitamina C en la chaya al ser cocinada. Con este estudio se obtuvieron datos importantes sobre las condiciones óptimas en los diferentes procesos caseros de cocción y condiciones de almacenamiento, para obtener un alimento con alto contenido de vitamina C y no tóxico (bajo en glucósidos cianogénicos).

Además de ser analizadas en crudo las diferentes selecciones de chaya del invemadero y de los campos experimentales de la Universidad del Valle de Guatemala, las hojas de chaya de la variedad Cerinal, fueron sometidas a los siguientes procesamientos: cocción en agua hirviendo, cocción en agua agregando sal, cocción al vapor, cocción en aceite, cocción a presión y cocción en microondas, almacenamiento a

temperatura ambiente y en refrigeración. Estos procesos fueron seleccionados ya que son los más comúnmente utilizados por la gente.

IV. OBJETIVOS

-Determinar el contenido de vitamina C en las diferentes selecciones de chaya que se encuentran en los campos experimentales e invernadero de la Universidad del Valle de Guatemala.

-Determinar la variación en el contenido de vitamina C y glucósidos cianogénicos en la hoja de Chaya (variedad Cerinal) después de ser sometida a diferentes tratamientos caseros de cocción y almacenamiento.

-Determinar el contenido de vitamina C en la chaya y en el agua de cocción al ser cocinada en agua hirviendo, utilizando distintos volúmenes de agua.

-Determinar el contenido de vitamina C en la chaya y en el agua de cocción al ser cocinada en agua hirviendo durante distintos tiempos de cocción.

-Determinar el contenido de vitamina C en la chaya y el agua de cocción al ser cocinada en agua hirviendo con sal, utilizando distintas concentraciones de sal y diferentes tiempos de cocción.

-Determinar el contenido de vitamina C en la chaya al ser frita con aceite, cocinada al vapor, cocinada a alta presión y cocinada en microondas durante distintos tiempos de cocción.

-Determinar el contenido de vitamina C en la chaya durante su almacenamiento a temperatura ambiente y en refrigeración.

-Determinar el contenido de glucósidos cianogénicos en la chaya después de haber sido cocinada por los diferentes métodos mencionados anteriormente.

V. MATERIALES Y METODOS

A. MATERIALES Y EQUIPO

Los materiales y reactivos utilizados se encuentran descritos en los anexos B,C y D.

B. METODOLOGÍA

Siguiendo los métodos del AOAC se determinarán vitamina C (método #967.21;1995, apéndiceB); HCN (método #915.03;1995, apéndice C) y humedad (método #7.007;1984 apéndice D).

C. DISEÑO EXPERIMENTAL

1. Unidad Experimental

La determinación de vitamina C y humedad en hojas crudas se hizo en las siguientes selecciones de chaya : Cerinal (invernadero y campos experimentales), Retalhuleu (invernadero), San Miguel Chicaj (campos experimentales) y Picuda (campos experimentales). Para los análisis de vitamina C en los diversos tratamientos térmicos y condiciones de almacenamiento, se utilizó la selección Cerinal que se encuentra plantada en los campos experimentales de la Universidad del Valle.

Las hojas que se emplearon fueron recolectadas el mismo día del análisis y se tomaron hojas de tamaño medio, que se localizaban cerca del retoño más joven de la planta. Las hojas fueron lavadas con agua destilada y secadas antes de realizar los análisis.

La determinación de glucósidos cianogénicos se realizó a la chaya cocinada en agua hirviendo, al vapor, con aceite, en microondas y en olla de presión. Todas las pruebas fueron acompañadas de una determinación de humedad de las hojas.

Análisis en crudo

Se hizo la determinación de vitamina C a las hojas crudas de las distintas selecciones. La muestra fue triturada, se hizo la extracción con la solución ácido acético-metafosfórico y la determinación utilizando la solución de 2,6-dicloroindofenol (apéndice B).

Cocción en agua (sin sal)

Se colocó la muestra en 85ml de agua (volumen mínimo necesario para cubrir las hojas). Se procedió a variar el tiempo de cocción y se determinó el contenido de vitamina C en las hojas y el caldo y HCN en las hojas (apéndice B). Luego se colocó la muestra en diferentes volúmenes de agua hirviendo durante un tiempo de 15 min, que es el necesario para minimizar los glucósidos cianogénicos. Se analizó la vitamina C. Se tomaron las precauciones debidas para evitar la evaporación del agua durante la cocción.

Cocción en agua (con sal)

Se cocinaron las hojas en un volumen de 85ml durante 15 min y se varió la concentración de sal. Después se determinó la vitamina C a las hojas y al agua de cocción (apéndice B).

Después se determinó la vitamina C en las hojas de Chaya y el agua de cocción utilizando una concentración constante de 0.0094 gsal/mlH₂O (que es el valor aproximado para dar un sabor agradable a la hoja) y se varió el tiempo de cocción.

Cocción al vapor

Las hojas se colocaron en una cesta de blanqueo evitando el contacto directo con el agua hirviendo, se hizo una variación del tiempo de cocción y se determinó el contenido de vitamina C (apéndice B) en las hojas.

Cocción a alta presión

Las hojas se colocaron en una olla de presión casera con 1000ml de agua. Se cocinaron durante diferentes tiempos y se analizó el contenido de vitamina C en las hojas. Se hizo una determinación de vitamina C en el agua de cocción después de 8 min, para verificar qué porcentaje de vitamina C pasa al caldo durante la cocción de la hoja en olla de presión.

Cocción en microondas

Las hojas se colocaron en un recipiente adecuado para microondas con 70 ml de agua y se cocinaron durante distintos tiempos, luego se analizó el contenido de vitamina C en las hojas, también se hizo un análisis de vitamina C para el caldo de cocción después de cocinar la hoja por 8 min.

Cocción en aceite

Se colocaron las hojas (3 o 4 hojas) en 15 ml de aceite de soya y palma a 142°C durante diferentes tiempos de cocción, luego se analizó la vitamina C en las hojas.

Almacenamiento

Temperatura ambiente:

Se colocaron las muestras de Chaya en bolsas de polietileno cerradas y sin bolsa. Se dejaron a temperatura ambiente durante 8 días. Se realizó la determinación de vitamina C cada 2 días, junto con la de humedad.

Temperatura de refrigeración:

Se colocaron las muestras de Chaya, en la refrigeradora (5°C), en bolsas de polietileno cerradas. Se dejaron almacenadas durante 16 días. Se hizo la determinación de vitamina C cada 4 días, junto con la de humedad.

2. Tamaño de la Muestra

El tratamiento de la chaya se realizó en triplicado o en duplicado, según fuera necesario. Se utilizaron muestras de 3 o 4 hojas de chaya para realizar las determinaciones de vitamina C; cada vez que se realizó dicho análisis se obtuvo el porcentaje de humedad tomando muestras de 2 o 3 hojas. Para el análisis de glucósidos cianogénicos se utilizaron muestras de 8 hojas.

VI. RESULTADOS Y DISCUSION

Se hizo el análisis de vitamina C en las diferentes selecciones de chaya que se encuentran en los campos experimentales o invernadero de la Universidad del Valle de Guatemala. La tabla 6.1 muestra que la selección Cerinal, sembrada en los campos experimentales, posee el mayor contenido de vitamina C (6.42 ± 0.49 mg/g hoja fresca) de las selecciones analizadas. Este valor es más alto que los reportados para chaya por Martin (1978:8) de 2.44mg/g hoja fresca, 1.96mg/g hoja fresca y 1.76mg/g hoja fresca, y es estadísticamente similar al valor de 7.12 ± 0.38 mg Vit.C/g hoja, reportado para esta selección por Curley (1996:34).

Tabla 6.1
Vitamina C en las diferentes selecciones de chaya

Selección de chaya	Vit C (mg/g hoja) \pm DE peso fresco	%humedad \pm DE	Vit.C (mg/g hoja) \pm DE peso seco
Cerinal *	6.42 ± 0.49	78.17 ± 3.00	29.41 ± 2.26
Cerinal**	2.94 ± 0.14	81.00 ± 0.74	15.49 ± 0.74
Retalhuleu**	2.218 ± 0.05	84.37 ± 1.38	13.95 ± 0.29
Sn Miguel Chicaj*	5.494 ± 0.33	76.80 ± 0.08	23.68 ± 1.43
Picuda*	3.969 ± 0.277	78.0 ± 0.29	18.04 ± 1.26

*Campos experimentales a 1524m s.n.m.

**Invernadero

Como muestra la tabla 6.1, para la selección Cerinal, existe una diferencia significativa entre las hojas que se encontraban en el invernadero, con condiciones

ambientales controladas, y las que se encontraban en los campos experimentales ($P < 0,05$), expuestas a variaciones del medio ambiente. Esto indica que es posible manipular el contenido de vitamina C en las hojas de chaya, según el medio ambiente al que se encuentra expuesta la planta. A pesar de que en los campos experimentales el contenido de vitamina C en las hojas de chaya de la selección Cerinal fue mayor, no se conoce con exactitud qué efectos producen las condiciones ambientales (temperatura, agua, suelo) en dichos campos sobre la producción de hojas de chaya.

Para los subsiguientes análisis de vitamina C y glucósidos cianogénicos, reportados en peso fresco, se utilizó la selección Cerinal, que era la selección que se encontraba en mayor cantidad en los campos experimentales de la UVG. En promedio las hojas de chaya selección Cerinal presentaron 6.0 ± 0.5 mg vit. C/g hoja ($n=11$). Al comparar el contenido de vitamina C en las hojas de chaya con el reportado por el INCAP (1961) para las hojas de espinaca (0.46 mg Vit. C/g hoja) y para las hojas de acelga (0.34 mg Vit. C/g hoja fresca), puede verse que la chaya posee un contenido bastante alto de vitamina C, lo cual sugiere que ésta puede contribuir a mejorar la dieta de la población guatemalteca.

Para la selección de Cerinal se encontró un porcentaje de humedad de $78 \pm 3\%$ ($n=25$), que varió entre 72.1% a 81.73% . Es posible que esta variación de humedad se deba a las condiciones climatológicas. Comparando la humedad en las hojas de chaya con las reportadas por el INCAP (1961) para la acelga 91% , para la espinaca 90% y para la lechuga 96% , se observa que el contenido de humedad de la chaya es significativamente más bajo. El bajo porcentaje de humedad de las hojas de chaya indica que éstas poseen un alto contenido de material seco, por lo que el valor nutritivo de la hoja aumenta.

Además se determinó el contenido de HCN en la hoja cruda, 0.11 ± 0.1 mg HCN/g hoja fresca ($n=3$).

Estudios anteriores de hojas comestibles realizados por Mosha *et al* (1995:241) y Ajayí *et al* (1980:245), atribuyen la mayor pérdida de la vitamina C en las hojas,

durante su cocción en agua, a que la vitamina C pasa al agua de cocción. Esto también se encontró con hojas de chaya. Como muestra la gráfica 6.1 (barras de error representan \pm IDE), al cocinar las hojas de chaya en agua hirviendo (20ml/g hoja), parte de la vitamina C pasa al agua de cocción, manteniéndose entre caldo y hoja un porcentaje alto de la vitamina C inicial. Después de 15 min de cocinar las hojas, éstas contenían $23.1 \pm 0.7\%$ de la vitamina C inicial, y el caldo, $56.7 \pm 0.2\%$, conteniendo entre ambos 80% de la vitamina C, lo cual sólo bajó a 75% a los 30 min. La gráfica 6.2 indica que a los 15 min de cocción, las hojas alcanzaron niveles de HCN (0.017 ± 0.002 mgHCN/g hoja) inferiores a 0.025 mg/g que es el valor mínimo permitido para alimentos por EPA (1997). Este tiempo de cocción coincide con el de cocción tradicional. Estos resultados indican que después de cocinar la hoja, todavía puede recuperarse un alto porcentaje de la vitamina C inicial, si se consume la hoja con el caldo.

La tabla 6.2 muestra que la retención de vitamina C en la hoja dependió inversamente del volumen de agua de cocción ($P < 0.05$), por lo que para aumentar el contenido de vitamina C en la hoja debe utilizarse el menor volumen posible de agua para su cocción.

Tabla 6.2

Vitamina C en chaya cocinada en diferentes volúmenes de agua (base fresca)

Volumen de agua (ml)	Hoja	Agua
	Vit.C (mg/g hoja) \pm DE	Vit.C (mg/g hoja) \pm DE
85	1.3490 ± 0.0470	4.6643 ± 0.3057
170	1.1553 ± 0.1891	4.7579 ± 0.1137
255	0.8425 ± 0.3451	4.9190 ± 0.1604
340	1.0110 ± 0.0211	4.5778 ± 0.2077

Como muestra la gráfica 6.3, al aumentar la concentración de sal en el agua de cocción se incrementó la retención de vitamina C en la hoja ($P < 0.05$). A los 15 min de cocción, con una concentración de 0.0094 mg NaCl/ml, que es lo que se calculó suficiente para dar un buen sabor a las hojas, las hojas contenían $35.1 \pm 0.5\%$ de la vitamina C inicial, y el caldo $42.4 \pm 2.8\%$, manteniéndose entre ambos 78% . La mayor retención de vitamina C en la hoja al cocinar con sal en el agua podría deberse a un cambio en la solubilidad de la vitamina C por la presencia de sal en el agua. Por esto si se desea consumir sólo la hoja se sugiere agregar sal al agua de cocción.

El contenido de vitamina C disminuyó en la hoja de chaya con la cocción al vapor ($P < 0.05$), como puede observarse en la gráfica 6.4, conteniendo a los 20 min 65% de la vitamina C inicial, lo cual es mayor que el valor obtenido para cocción de chaya en agua hirviendo por 15 min (23.1%). Esto puede deberse a que en la cocción al vapor, la hoja no se encuentra en contacto directo con el agua, por lo que la vitamina C no pasa al agua en las mismas proporciones que al ser cocinada sumergida en agua. Con la cocción al vapor de las hojas de chaya (gráfica 6.5) el contenido de HCN disminuyó a niveles mínimos a los 20 min (0.023 ± 0.003 mgHCN/g hoja). A este tiempo la hoja se encontraba cocida, según análisis sensorial.

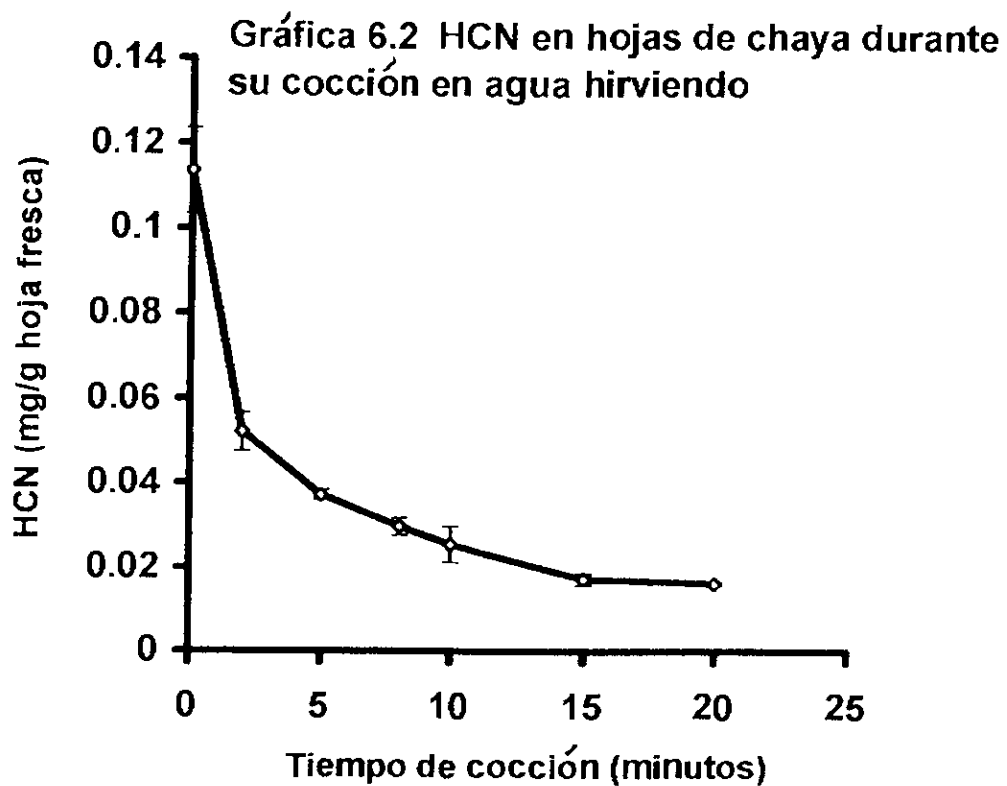
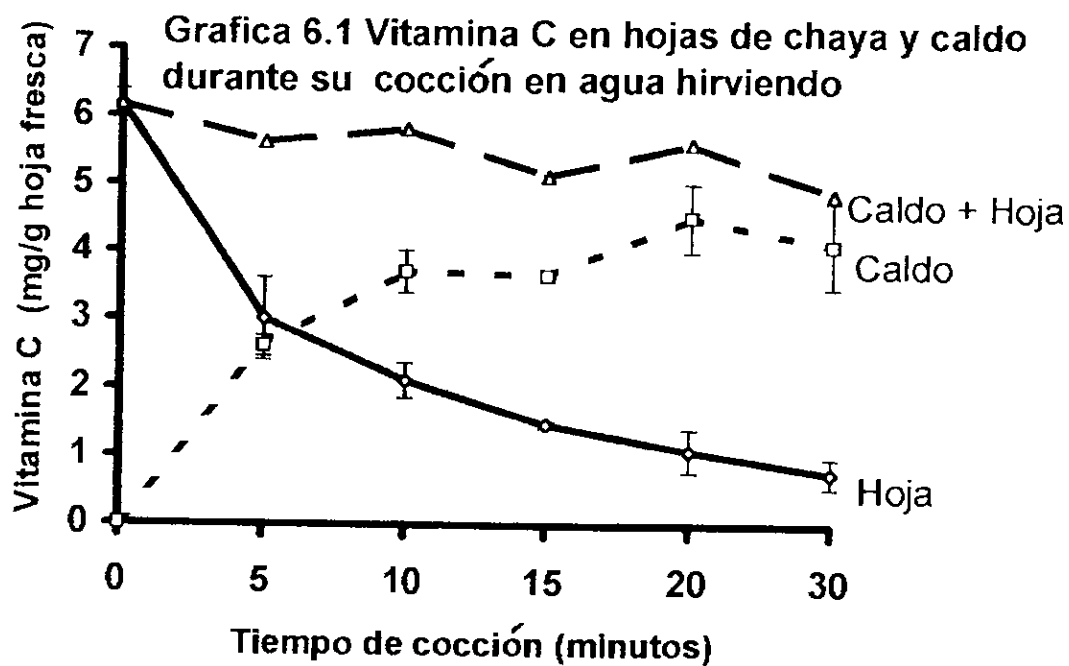
Como puede verse en la gráfica 6.6, durante el tiempo de cocción en olla de presión el contenido de vitamina C de la hoja fue disminuyendo ($P < 0.05$). Se encontró en la hoja a los 8 min de cocción $11.70 \pm 0.76\%$ de la vitamina C inicial, y en el caldo $87.20 \pm 2.09\%$ (ver tabla A 6.9), sumando entre ambos 98.90% . Esto indica que hubo poca pérdida de vitamina C por oxidación, posiblemente porque en la cocción en olla de presión las hojas se encuentran en menor contacto con oxígeno. Un alto porcentaje de la vitamina C inicial pasó al agua, esto puede deberse al volumen de agua utilizado (1000 ml) y a la alta presión. Como muestra la gráfica 6.7, las hojas de chaya cocinadas en olla de presión (1000ml H₂O) mostraron niveles mínimos de HCN a los 3 min de cocción (0.017 ± 0.002 mgHCN/g hoja) manteniendo a este tiempo en la hoja $32.9 \pm 2.1\%$ de la vitamina C inicial.

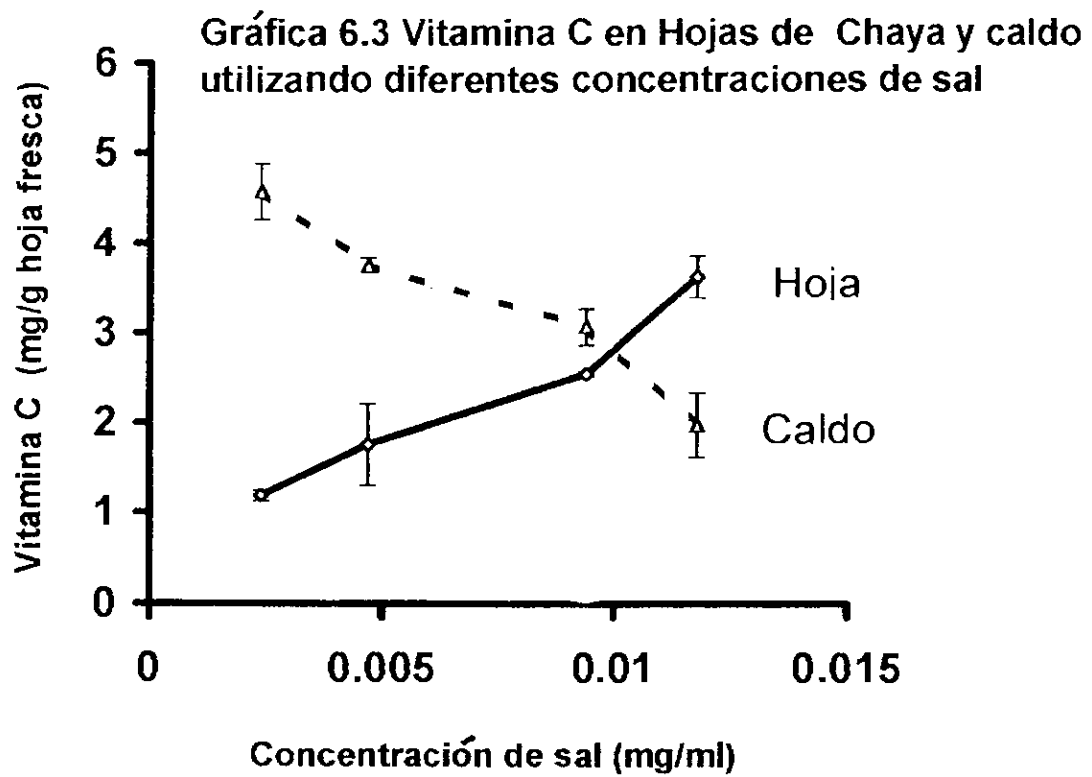
Como muestra la gráfica 6.8, la cocción por microondas (550 watts) en 70 ml de agua produjo una disminución en el contenido de vitamina C en las hojas de chaya ($P < 0.05$). A los 8 min de cocción el contenido de HCN era mínimo, con un valor de 0.025 ± 0.002 mgHCN/g hoja (gráfica 6.9). A este tiempo de cocción las hojas contenían 4.340 ± 0.311 mgvit.C/g hoja, equivalente a 73.74 ± 5.30 % del valor inicial, y en el caldo 16.34 ± 3.70 %, sumando entre ambos 90.08 %. Comparando estos datos con los de la cocción en agua hirviendo, se observa que utilizando microondas se necesita de un menor tiempo de cocción para disminuir los glucósidos cianogénicos a niveles no tóxicos y hay una mayor retención total (en hoja y caldo) de vitamina C.

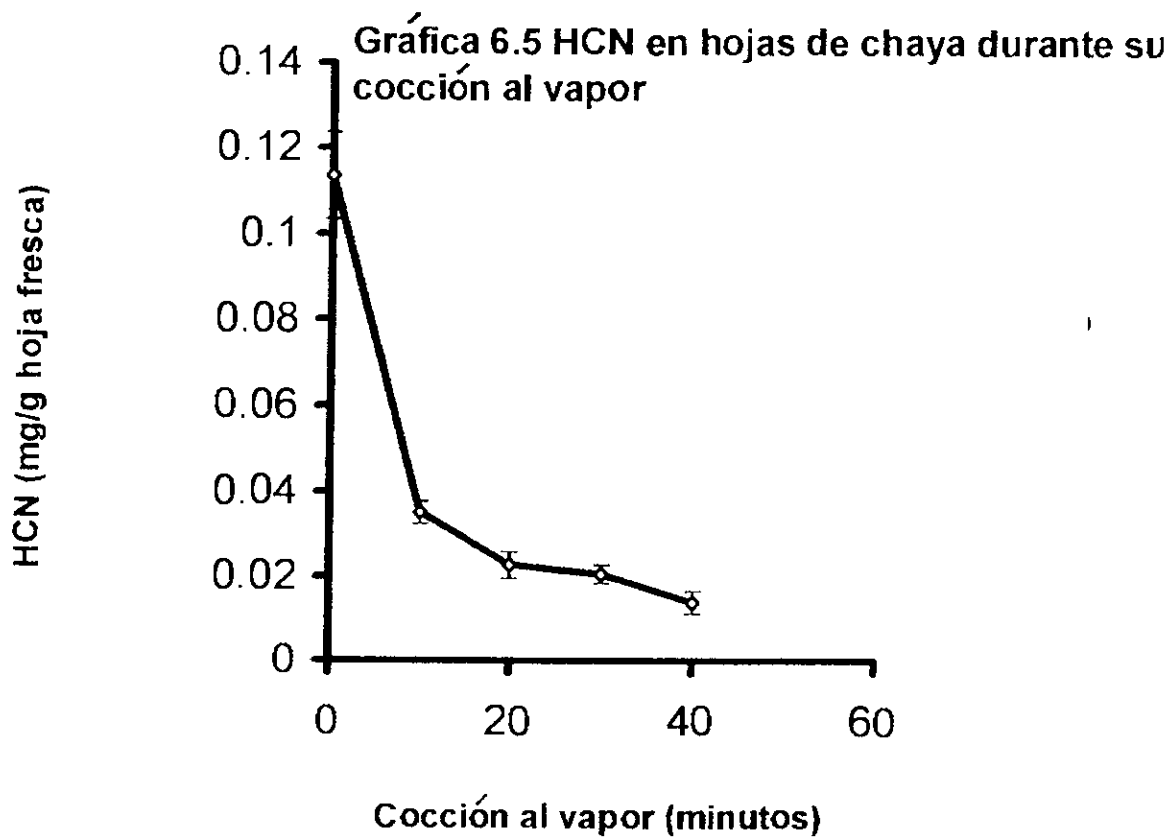
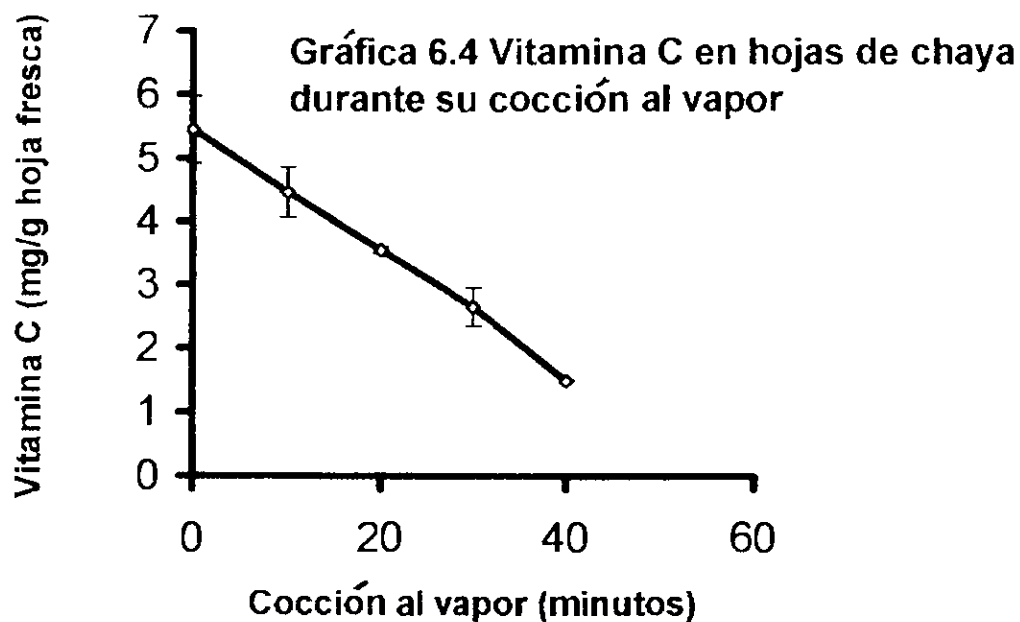
Las hojas de chaya fritas en aceite, sin recibir un tratamiento previo, no son comúnmente utilizadas en las recetas que contienen chaya, tal vez debido a su textura tostada, aun cuando su sabor y aroma parecen bastante agradables. Las hojas de chaya generalmente se cocen primero en agua y después se frien. A pesar de esto se estudió la fritura de chaya, ya que la chaya puede ser útil durante frituras por sus propiedades antioxidantes. Durante fritura (142°C) en 15 ml de aceite de soya y palma, la vitamina C en la hoja disminuyó gradualmente ($P < 0.05$), como lo muestra la gráfica 6.10. A los 10 min el contenido de vitamina C en la hoja era de 43.0 ± 8.0 % del valor inicial, y el HCN disminuyó a niveles mínimos a los 5 min ($0.024 + 0.0005$ mgHCN/g hoja), como muestra la gráfica 6.11. Los resultados sugieren que las hojas de chaya podrían proveer antioxidantes en frituras de aproximadamente 10 minutos. Esto ha sido mostrado por Leitz et al.(1996), los cuales estudiaron la pérdida de β -caroteno-todo-trans en aceite de palma crudo. Estos autores reportaron que la presencia de hojas de chaya (10%) al freir el aceite de palma (170°C) redujo la pérdida de β -caroteno significativamente durante los primeros 20 minutos de fritura.

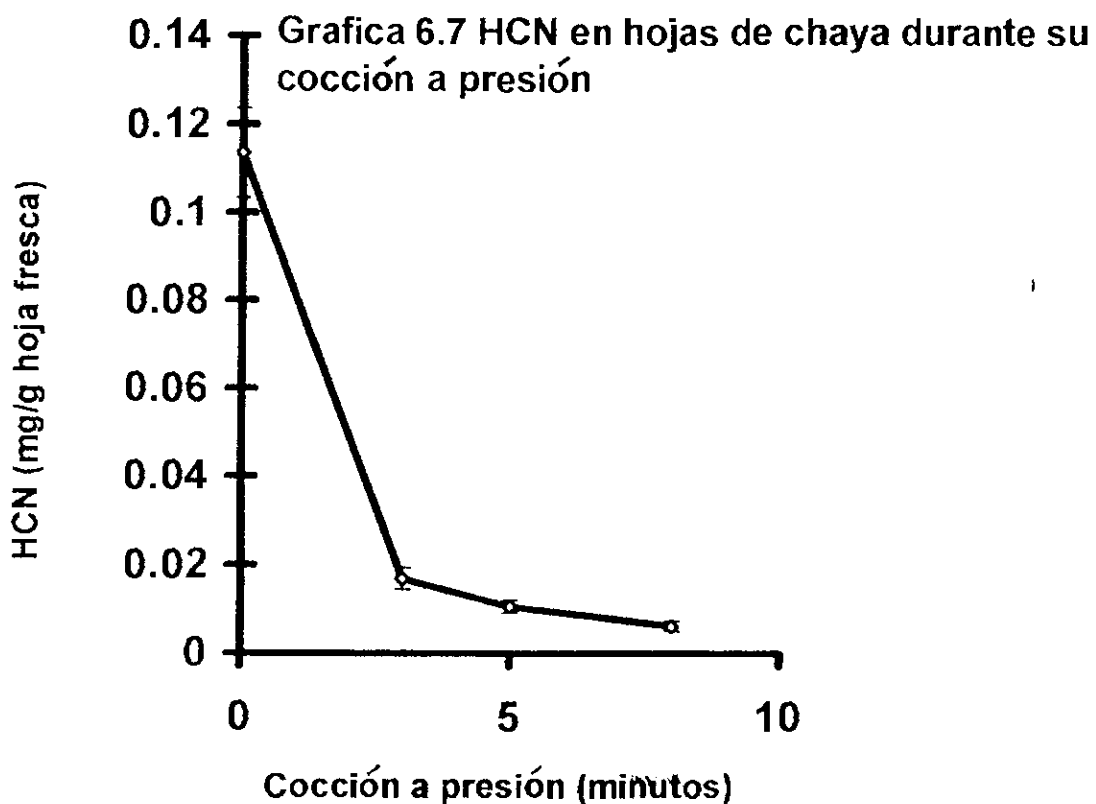
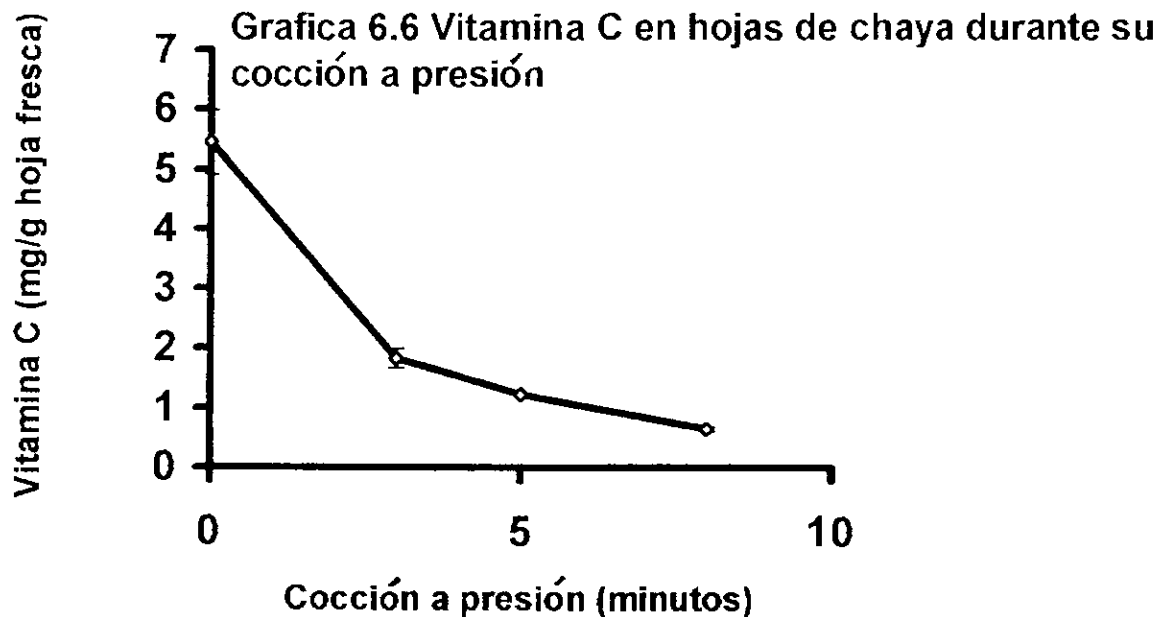
Como se muestra en la gráfica 6.12, las hojas de chaya almacenadas a 5°C en bolsa de polietileno mostraron mayor retención de vitamina C que las almacenadas a temperatura ambiente (25°C) en bolsa de polietileno ($P < 0.05$) y que las almacenadas a temperatura ambiente sin bolsa. A los 4 días de almacenamiento a 5°C , las hojas en

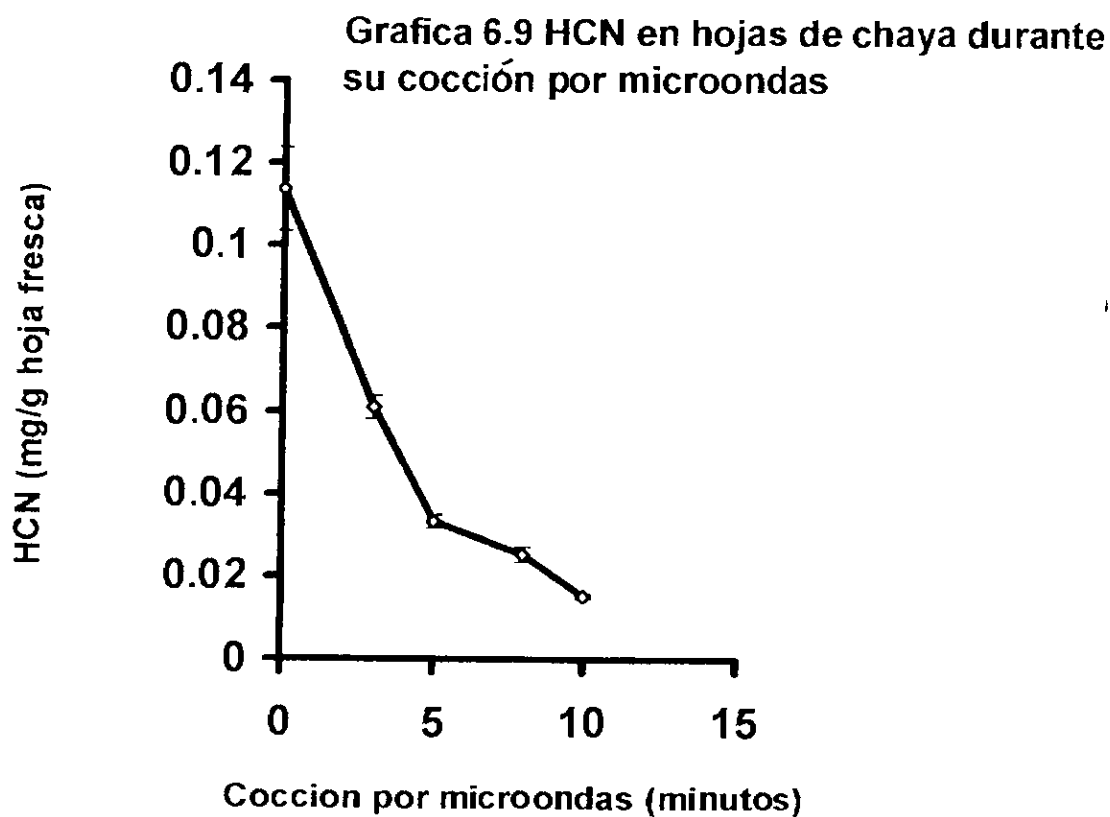
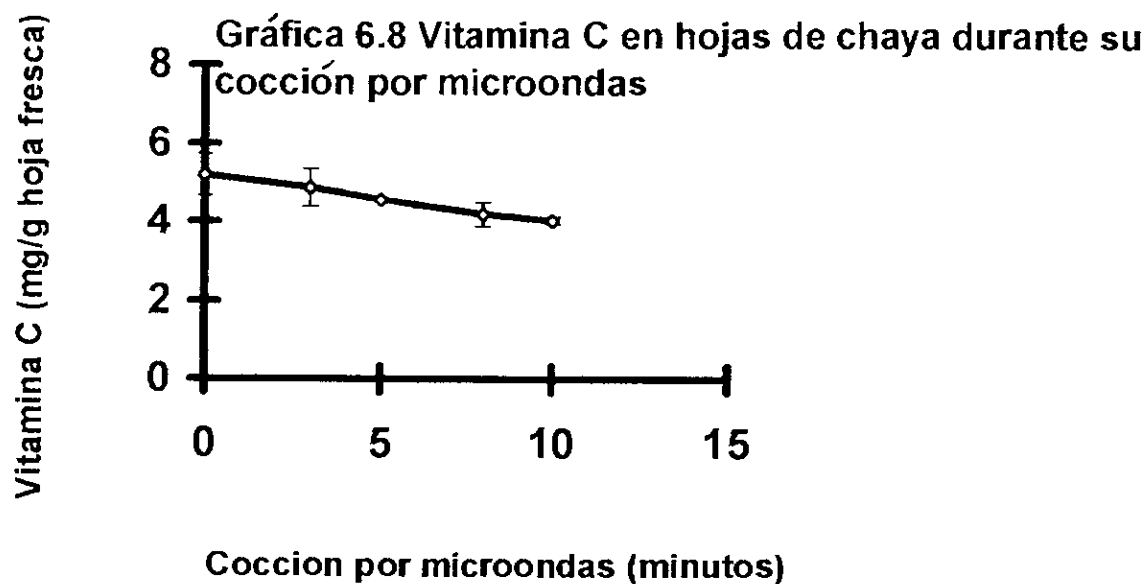
bolsa retuvieron $100.00 \pm 7.73\%$ de la vitamina C inicial, mientras que a 25°C en bolsa, $70 \pm 9\%$, y sin bolsa, $13 \pm 3\%$. Las hojas almacenadas a temperatura ambiente sin bolsa se secaron más rápidamente que las que tenían bolsa, debido a que se encontraban completamente expuestas al aire. Las hojas almacenadas a temperatura ambiente con bolsa mostraron presencia de moho a los 8 días, y las hojas almacenadas a 5°C en bolsa, a los 16 días. Similares resultados fueron obtenidos por Yadav (1995:127) en estudios realizados con espinaca, indicando que hay una mayor retención de vitamina C en las hojas almacenadas en refrigeración en bolsa de polietileno, que en las almacenadas a 30°C en el mismo tipo de bolsa. Los resultados sugieren que es importante almacenar las hojas de chaya en bolsas para minimizar la pérdida de vitamina C, y preferiblemente almacenarlas a baja temperatura.

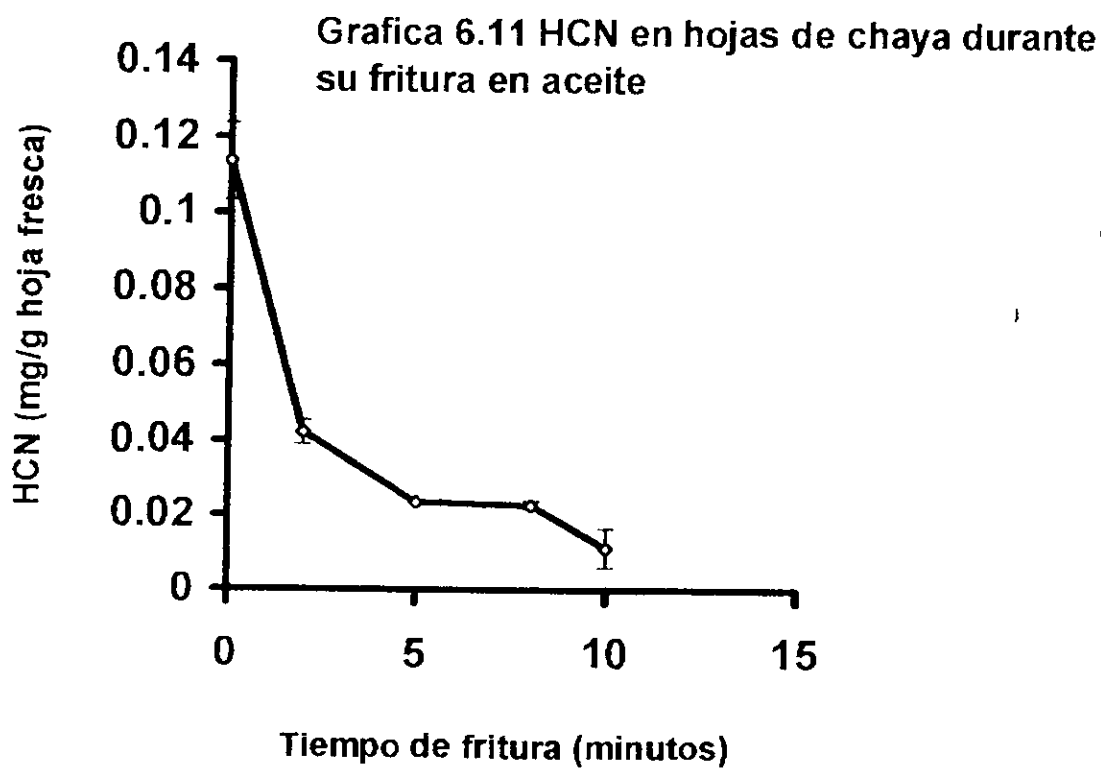
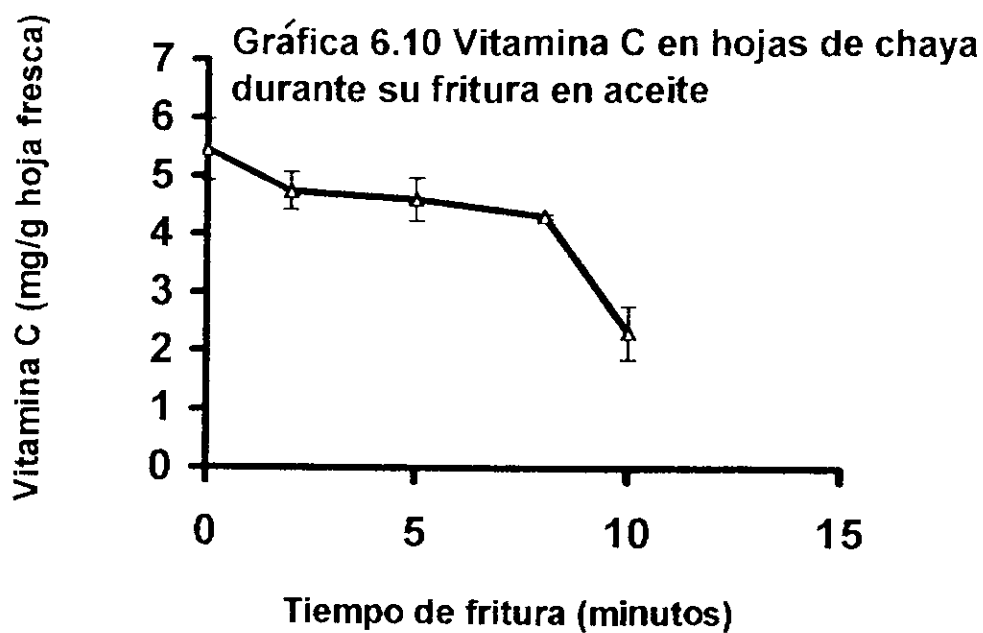


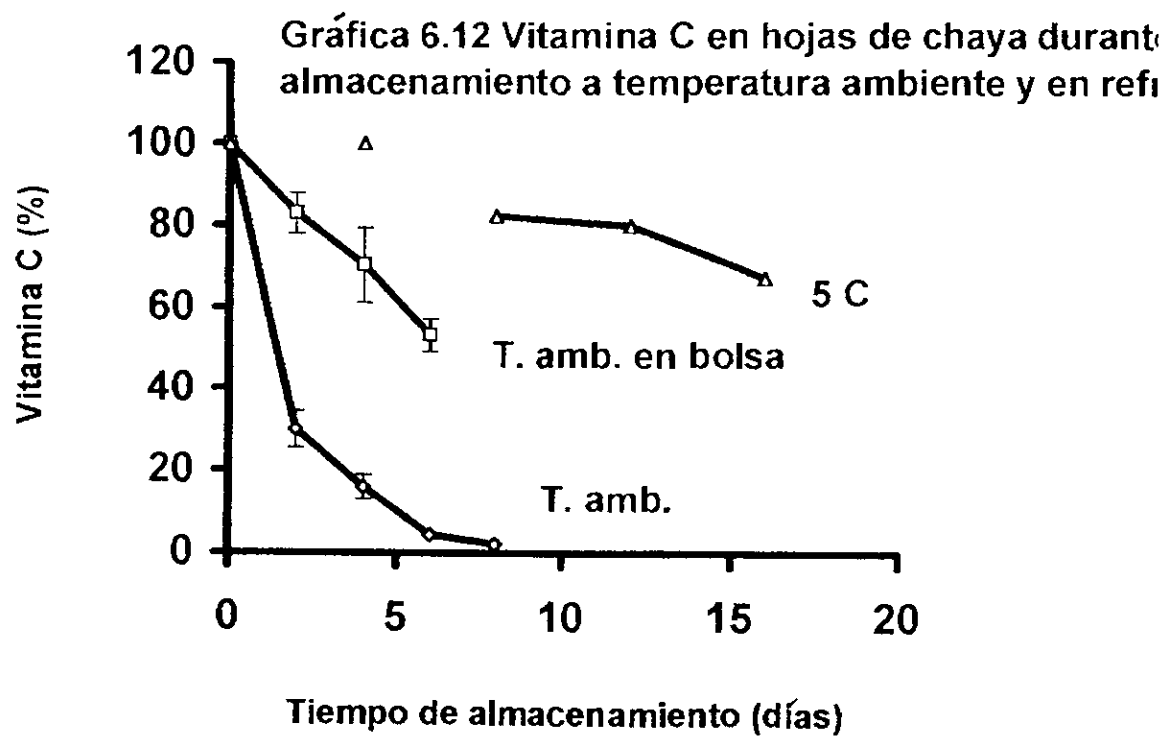












VII. CONCLUSIONES

1. Debido a que un alto porcentaje de la vitamina C de la hoja pasa al caldo al ser cocinada, el consumo de la hoja de chaya junto con el caldo de cocción proporciona un alto porcentaje de la vitamina C de la hoja.
2. Para lograr una mayor retención de vitamina C en las hojas de chaya durante su cocción es mejor utilizar volúmenes pequeños de agua y utilizar sal en el agua de cocción.
3. La cocción adecuada de las hojas de chaya disminuye su contenido de glucósidos cianogénicos a niveles no tóxicos y puede también mantener un alto porcentaje de la vitamina C de la hoja.
4. El porcentaje de vitamina C retenida en las hojas después de cocinadas (hasta obtener niveles $< 0.025\text{mg HCN/g}$ hoja fresca) fue mayor para la cocción en microondas, luego para la cocción al vapor, por la cocción en aceite, la cocción en agua hirviendo con sal, la cocción en olla de presión y por último para la cocción en agua hirviendo sin sal. Sin embargo la cocción en olla de presión conservó entre caldo y hoja 98.90% de la vitamina C inicial, la cocción por microondas 90.08%, la cocción en agua sin sal 80% y la cocción en agua con sal 78%.
5. Para disminuir la pérdida de vitamina C en las hojas de chaya durante su almacenamiento, se recomienda que éste sea a 5°C en bolsa plástica.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

- AOAC. 1995. Official Methods Of Analysis. 14th ed. USA William Byrd Press. 11-11pp.
- Achinewhu, S.C., y A.D.Hart. 1994. Effect Of Processing And Storage On The Ascorbic Acid (Vitamin C) Content Of Some Pineapple Varieties Grown In The Rivers State Of Nigeria. *Plant Foods for Human Nutrition* 46:335-337.
- Adeyeye, S., H. Laswai, T.Mosha, K. Mtebe and R.Pace. 1995. Proximate Composition And Mineral Content Of Selected Tanzanian Vegetables And The Effect Of Traditional Processing On The Retention Of Ascorbic Acid, Riboflavin And Thiamine. *Plant Foods For Human Nutrition* 48: 235-245.
- Ajayi, S.O., S.F.Oderinde y O. Osibanjo. 1980. Vitamin C Losses In Cooled Fresh Leafy Vegetables. *Food Chemistry* 5:243-247.
- Arellano, M.L., R.H. Bourges, M.M. García, C.D. Grande, y R.F. Pérez-Gil. 1988. Alimentos tradicionales y no tradicionales: Aspectos del valor nutritivo de la hoja de chaya (*Cnidocolus chayamansa*) para la alimentación humana y animal. *Tecnología de Alimentos* 23:5-10.
- Borenstein, B. 1987. The Role of Ascorbic Acid in Foods. *Food Technology* 11:98-114.
- Brinder, A.M. y S. Seingler. 1989. Methods For The Detection And Quantitative Determination Of Cyanide In Plant Materials. *Phytochemical Bulletin* 21:24-31.
- Curley, L.M. 1996. Caracterización Química Y Nutricional De Hojas De Chaya (*Cnidocolus spp.*) Presentes En Guatemala.
- Díaz Bolio, J. 1974. La chaya planta maravillosa.
- EPA. 1997. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Public Health Statement. Web Page Internet. <http://atsdr1.atsdr.cdc.gov:8080/toxprofiles/phs8812.html>
- Imungi, J.K., F.M. Mathooko. 1994. Ascorbic Acid Changes In Three Indigenous Kenyan Leafy Vegetables During Traditional Cooking. *Ecology Of Food And Nutrition* 32:239-245.
- Kajda, P., J. Ryley. 1994. Vitamins in Thermal Processing. *Food Chemistry* 49:119-129.
- Leitz, G. et al. 1996. Increased cooking stability of all-trans- β -carotene in red palm oil using *Murraya koenigii* or *Cnidocolus aconitifolius* leaves. Abstract meeting of the Nutrition Society, Newcastle, U.K.
- Martin, F.W., R. Ruberté. 1978. Vegetables for the Hot Humid Tropics. Part 3. Chaya *Cnidocolus chayamansa*.
- Pal, M., N. Pashupati y D. Prakash. 1995. Composition And Variation In Vitamin C, Carotenoids, Protein, Nitrate And Oxalate Contents In *Celosia* Leaves. *Plant Foods for Human Nutrition* 47:221-226.

- 36 Sehgal, S. y S.K. Yadav. 1995. Effect Of Home Processing On Ascorbic Acid And β -Carotene Content Of Spinach (*Spinacia oleracea*) And Amaranth (*Amaranthus tricolor*) Leaves. Plant Foods for Human Nutrition 47:125-131.
- Watson, J.D. 1976. Ascorbic Acid Content Of Plant Foods In Ghana And The Effects Of Cooking And Storage On Vitamin Content. Ecology Of Food And Nutrition 4:207-213.

APENDICE A

Tablas de resultados de vitamina C y glucósidos cianogénicos en chaya

Tabla A 6.1

Glucósidos Cianogénicos durante la cocción de chaya cocinada en agua hirviendo
(240ml agua)

Tiempo (min)	Muestra	HCN (mg/ghoja)	X	DE
0	A	0.1022	0.1136	0.0101
	B	0.1172		
	C	0.1213		
2	A	0.0554	0.0522	0.0046
	B	0.0489		
5	A	0.0365	0.0373	0.0011
	B	0.038		
8	A	0.0284	0.0298	0.0020
	B	0.0312		
10	A	0.0226	0.0256	0.0042
	B	0.0285		
15	A	0.0161	0.0172	0.0015
	B	0.0182		
20	A	0.0158	0.0162	0.0005
	B	0.0165		

Tabla A 6.2
Vitamina C en la hoja de chaya cocinada en agua hirviendo

Tiempo	Muestra	Vit C en la hoja			Vit C en el agua		
		(mg/g hoja fresca)	X	DE	(mg/g hoja fresca)	X	DE
0	A	5.9883	6.4218	0.4927	0		
	B	6.9576					
	C	6.3194					
5	A	2.5763	3.0034	0.6040	2.7167	2.6120	0.1481
	B	3.4305			2.5073		
10	A	1.9398	2.1164	0.2498	3.9262	3.7019	0.3172
	B	2.293			3.4776		
15	A	1.4472	1.4803	0.0468	3.6315	3.6393	0.0110
	B	1.5134			3.647		
20	A	1.3153	1.0883	0.3210	4.1361	4.5014	0.5165
	B	0.8613			4.8666		
30	A	0.5986	0.7596	0.2276	4.5473	4.0908	0.6456
	B	0.9205			3.6343		

Tabla A 6.3
 Vitamina C en chaya variando la concentración de sal en el agua de cocción
 (84 ml agua)

Concen tracion (g/ml)	Muestra	Vit.C en la hoja (mg/g hoja)	X	DE	Vit.C en el agua (mg/g hoja)	X	DE
0	A	1.4472	1.4803	0.0468	3.6315	3.6393	0.0110
	B	1.5134			3.647		
0.0023 5	A	1.2352	1.1921	0.0610	4.3501	4.5701	0.3111
	B	1.1489			4.79		
0.0047	A	1.4408	1.7594	0.4506	3.6894	3.7526	0.0894
	B	2.078			3.8158		
0.0094	A	2.5103	2.5348	0.0346	2.9155	3.0580	0.2015
	B	2.5592			3.2004		
0.1176	A	3.4586	3.6199	0.2280	2.2196	1.9711	0.3515
	B	3.7811			1.7225		

Tabla A 6.4
Vitamina C en chaya variando el volumen de agua de cocción

vol agua (ml)	muestra	Vit.C en la hoja (mg/g hoja)	X	DE	Vit.C en el agua (mg/g hoja)	X	DE
85	A	1.3158	1.3490	0.0470	4.4481	4.6643	0.3057
	B	1.3822			4.8804		
170	A	1.0216	1.1553	0.1891	4.6775	4.7579	0.1137
	B	1.289			4.8383		
255	A	0.5984	0.8425	0.3451	5.0324	4.9190	0.1604
	B	1.0865			4.8055		
340	A	0.9961	1.0110	0.0211	4.7247	4.5778	0.2077
	B	1.0259			4.4309		

Tabla A 6.5

Glucósidos cianogénicos en chaya durante su cocción en vapor (300ml agua)

Tiempo (min)	Muestra	HCN (mg/g hoja)	X	DE
0	A	0.1022	0.1136	0.0101
	B	0.1172		
	C	0.1213		
10	A	0.037	0.0352	0.0026
	B	0.0333		
20	A	0.025	0.0228	0.0031
	B	0.0206		
30	A	0.0192	0.0207	0.0021
	B	0.0222		
40	A	0.0121	0.0140	0.0027
	B	0.0159		

Tabla A 6.6
Vitamina C en chaya durante su cocción en vapor
(300 ml de agua)

Tiempo (min)	Muestra	Vit.C (mg/g hoja)	X	DE
0	A	5.0692	5.4446	0.5309
	B	5.82		
10	A	4.7374	4.4545	0.4001
	B	4.1716		
20	A	3.5053	3.5422	0.0521
	B	3.579		
30	A	2.8626	2.6478	0.3038
	B	2.433		
40	A	1.4899	1.4954	0.0078
	B	1.5009		

Tabla A 6.7
 Glucósidos Cianogénicos en chaya durante su cocción en olla de presión
 (1000 ml agua)

Tiempo (min)	Muestra	HCN (mg/g hoja)	X	DE
0	A	0.1022	0.1136	0.0101
	B	0.1172		
	C	0.1213		
3	A	0.01873	0.0170	0.0025
	B	0.0152		
5	A	0.0116	0.0106	0.0015
	B	0.0095		
8	A	0.0053	0.0061	0.0011
	B	0.0069		

Tabla A 6.8
Vitamina C en chaya durante su cocción en olla de presión
(1000 ml de agua)

Tiempo (min)	Muestra	Vit.C (mg/g hoja)	X	DE
0	A	5.0692	5.4446	0.5309
	B	5.82		
3	A	1.7183	1.8327	0.1618
	B	1.9471		
5	A	1.222	1.2228	0.0011
	B	1.2235		
8	A	0.6224	0.6522	0.0421
	B	0.6819		

Tabla A 6.9
Vitamina C en hoja y caldo a 8 min de cocción en olla de presión
(1000ml de agua)

Muestra	%vit.C retenida	X	DE
Hoja	11.16	11.6950	0.7566
	12.23		
Caldo	85.73	87.2050	2.0860
	88.68		

Tabla A 6.10
 Glucósidos cianogénicos en chaya durante su cocción en microondas
 (500 Watts, 70 ml de agua)

Tiempo (min)	Muestra	HCN (mg/g hoja)	X	DE
0	A	0.1022	0.1136	0.0101
	B	0.1172		
	C	0.1213		
3	A	0.0631	0.0611	0.0028
	B	0.0591		
5	A	0.0323	0.0334	0.0016
	B	0.0345		
8	A	0.0268	0.0255	0.0018
	B	0.0242		
10	A	0.0149	0.0154	0.0006
	B	0.0158		

Tabla A 6.11
 Vitamina C en chaya durante su cocción en microondas
 (500 Watts, 70ml de agua)

Tiempo (min)	Muestra	Vit.C (mg/g hoja)	X	DE
0	A	5.0692	5.4446	0.5309
	B	5.82		
3	A	4.6129	4.9509	0.4779
	B	5.2888		
5	A	4.768	4.7689	0.0012
	B	4.7697		
8	A	4.12	4.3400	0.3111
	B	4.56		
10	A	4.0854	4.0242	0.0866
	B	3.9629		

Tabla A 6.12
 Vitamina C en hoja y caldo a 8 min de cocción en microondas
 (500 Watts, 70ml de agua)

Muestra	%vit.C retenida	X	DE
Hoja	69.99	73.7400	5.3033
	77.49		
Caldo	18.96	16.3400	3.7052
	13.72		

Tabla A 6.13
 Glucósidos cianogénicos en chaya durante su cocción en aceite
 (142°C, 15ml de aceite)

Tiempo (min)	Muestra	HCN (mg/g hoja)	X	DE
0	A	0.1022	0.1136	0.0101
	B	0.1172		
	C	0.1213		
2	A	0.04	0.0423	0.0033
	B	0.0446		
5	A	0.0234	0.0238	0.0005
	B	0.0241		
8	A	0.0217	0.0228	0.0016
	B	0.0239		
10	A	0.0078	0.0115	0.0052
	B	0.0151		

Tabla A 6.14
Vitamina C en chaya durante su cocción en aceite
(142°C, 15ml de aceite)

Tiempo (min)	Muestra	Vit.C (mg/g hoja)	X	DE
0	A	5.0692	5.4446	0.5309
	B	5.82		
2	A	4.5002	4.7310	0.3263
	B	4.9617		
5	A	4.518	4.4236	0.1335
	B	4.3292		
8	A	4.3189	4.2937	0.0357
	B	4.2684		
10	A	2.6373	2.3124	0.4595
	B	1.9875		

Tabla A 6.15

Vitamina C en chaya durante su almacenamiento a temperatura ambiente

Días	Muestra	% retenido vit.C (en bolsa plástica)	X	DE	% retenido vit.C (sin bolsa plástica)	X	DE
0		100			100		
1	A	78.63	76.5100	3.4747	88.66	82.8833	5.0062
	B	78.4			79.81		
	C	72.5			80.18		
2	A	33.45	30.0633	4.5588	78.33	70.2267	9.0947
	B	24.88			71.96		
	C	31.86			60.39		
4	A	19.25	15.9500	3.0345	48.39	53.1267	4.6015
	B	13.28			57.58		
	C	15.32			53.41		
6	A	5.35	4.3933	0.8669			
	B	4.17					
	C	3.66					
8	A	1.52	2.1800	0.6409			
	B	2.8					
	C	2.22					

TablaA 6.16
Vitamina C en chaya durante su almacenamiento a 5°C

Días	Muestra	% retenido vit.C	X	DE
0		100		
4	A	108	100.0000	7.7352
	B	92.56		
	C	99.44		
8	A	89.11	82.1733	6.1763
	B	77.27		
	C	80.14		
12	A	71.45	79.8233	7.3375
	B	82.89		
	C	85.13		
16	A	56.11	67.1433	10.4740
	B	76.95		
	C	68.37		

APENDICE B

DETERMINACIÓN DE ÁCIDO ASCÓRBICO
45.1.14 MÉTODO 967.21 AOAC (1995)

A. Principio

El ácido ascórbico reduce el indicador de óxido-reducción, 2,6-dichloroindophenol, a una solución sin color. En el punto final, el exceso de la solución no reducida es color rosa en una solución ácida. La vitamina es extraída y se titula en presencia de una solución de $\text{HPO}_3\text{-CH}_3\text{COOH}$ o de $\text{HPO}_3\text{-CH}_3\text{COOH-H}_2\text{SO}_4$ para mantener una acidez apropiada para la reacción y evitar autoxidación del ácido ascórbico a un pH alto.

Reactivos

- (a) Soluciones extractoras.-(1) Solución ácida de ácido acético-metafosfórico.-Disolver , con agitación, 15g HPO_3 en 40ml CH_3COOH y 200ml de agua; diluir a 500ml y filtrar rápidamente con papel filtro, colocar en un recipiente tapado y guardar en refrigeración. (HPO_3 cambia lentamente a H_3PO_4 , pero si se almacena en refrigerador, la solución se mantendrá satisfactoriamente 7-10 días.) (2) Solución ácida de ácido sulfúrico ácido acético-metafosfórico.-Proceder como en (1) usando una solución 0.3 N H_2SO_4 en lugar de agua.
- (b) Solución estándar de ácido ascórbico-1mg/ml. Pesar 50mg de ácido ascórbico estándar USP que haya sido almacenado en el desecador y en oscuridad. Transferir a un balón volumétrico de 50ml. Diluir al volumen con solución ácido acético-metafosfórico antes de usar.
- (c) Solución estándar de indofenol.- Disolver 50mg de sal de sodio de 2,6-dichloroindofenol en 50ml de agua y que contenga 42 mg NaHCO_3 . Agitar vigorosamente hasta disolver. Diluir con agua hasta un volumen de 200ml. Filtrar y colocar en un recipiente tapado opaco y refrigerar.

Estandarización del método.- En cada uno de 3 erlenmeyers de 50ml colocar 2ml de solución estándar de ácido ascórbico más 5ml de solución de ácido acético-metafosfórico. Titular con la solución de indofenol hasta llegar al punto final (color rosa pálido permanece por más de 5 segundos). De la misma forma titule 3 blancos compuestos de 7ml de solución de ácido acético-metafosfórico más un volumen de agua igual al volumen utilizado de solución de indofenol para preparar el estándar de ácido ascórbico. Después de restar la media de los blancos (usualmente 0.1 ml) de la titulación de estadarización, calcule y exprese la concentración de la solución de indofenol como mg de ácido ascórbico equivalente a 1.0 ml de reactivo. Estandarizar la solución de indofenol diariamente con una preparación fresca de solución de ácido ascórbico estándar.

d) Solución indicadora de pH Azul de timol - 0.04%. Disolver 0.1g de indicador y triturar en el mortero con 10.75ml de solución 0.02N NaOH y diluir con agua hasta un volumen de 250ml.

C. Prueba preliminar para cantidades apreciables de sustancias básicas

Moler la muestra y agregar 25 μ l de solución (a)(1). Medir pH poniendo una gota de azul de timol (un pH > 1.2 indica cantidades apreciables de sustancias básicas.) Para preparaciones líquidas, diluir una muestra representativa con solución (a)(1), antes de hacer la prueba con el indicador.

D. Preparación de la muestra y determinación

Triturar la muestra agregando 20ml de solución ácido acético-metafosfórico hasta que quede uniforme. Filtrar. Tomar dos mililitros del filtrado y agregar 5ml de solución ácido acético-metafosfórico, (a)(1). Titular con la solución de indofenol. Determinar el ácido ascórbico.

$$\text{mg a. ascórbico/g muestra} = (X-B) \times (F/E) \times (V/Y)$$

X=volumen de indofenol utilizado en la titulación

B= volumen de indofenol utilizado en el blanco

F= mg ácido ascórbico equivalente a 1ml de solución standar de indofenol

E= g de muestra analizada

Y=volumen de la solución muestra titulada

APENDICE C

DETERMINACIÓN DE GLUCÓSIDOS CIANOGENICOS
49.10.02 MÉTODO 915.03 AOAC (1995)
MÉTODOS DE TITULACION

MÉTODO DE TITULACIÓN ALCALINA

Colocar 10-20g de muestra en un frasco Kjeldahl de 800 ml, agregar 200 ml de agua. Destilar hasta coleccionar 150-160 ml de destilado en una solución de NaOH (0.5g en 20 ml agua), y diluir a un volumen determinado.

Diluir el destilado a 250 ml con agua. A 100 ml de muestra agregar 8ml de solución 0.02N NH_4OH y 2 ml de solución 5% KI y titular con la solución 0.02N AgNO_3 , usando microbureta. El punto final es indicado con una turbidez permanente.

1ml 0.02N AgNO_3 = 1.08mg HCN

APENDICE D

DETERMINACIÓN PESO SECO
AOAC (1984;7.007)

En una caja de humedad pesar la muestra húmeda, colocar en el horno a 135°C por dos horas. La muestra se deja enfriar en la desecadora y se pesa nuevamente. Colocar la muestra en el horno nuevamente a la misma temperatura por media hora y dejar enfriar en la desecadora y volver a pesar. Por diferencia de pesos determinar el porcentaje de humedad de la muestra.

Vit.C en hojas de chaya (Cerial)de los campos experimentales y del invernadero

Invernadero	Campos
14.97	27.4318
16.01	31.8721
	28.9485

Anova: Single-Factor

Summary

Groups	Count	Sum	Average	Variance
Column 1	2	30.98	15.49	0.5408
Column 2	3	88.2524	29.4174667	5.09401332

ANOVA

Source of Variation

	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	232.769193	1	232.769193	65.087041	0.0039785	10.127962
Within Groups	10.7288266	3	3.57627555			
Total	243.49802	4				

t-Test: Paired Two-Sample for Means

	Variable 1	Variable 2
Mean	15.49	29.65195
Variance	0.5408	9.858132045
Observations	2	2
Pearson Correlat	1	
Pooled Variance	2.308956	
Hypothesized Me	0	
df	1	
t	-8.3298238	
P(T<=t) one-tail	0.03803127	
t Critical one-tai	6.3137486	
P(T<=t) two-tail	0.07606254	
t Critical two-tai	12.7061503	

Vit.C en hojas de chaya de diferentes selecciones en los campos experimentales

Cerial	Sn.Miguel Ch.	Picuda
27.4318	22.07	16.6432
31.8721	24.8342	19.0852
28.9485	24.142	18.3979

Summary

Groups	Count	Sum	Average	Variance
Column 1	3	88.2524	29.4174667	5.09401332
Column 2	3	71.0462	23.6820667	2.06885441
Column 3	3	54.1263	18.0421	1.58578623

ANOVA

Source of Variation

	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	194.103004	2	97.051502	33.2799202	0.0005654	5.1432494
Within Groups	17.4973079	6	2.91621799			
Total	211.600312	8				

t-Test: Paired Two-Sample for Means

t-Test: Paired Two-Sample for Means

	Variable 1	Variable 2		Variable 1	Variable 2
Mean	29.4174667	23.68206667	Mean	23.6820667	18.0421
Variance	5.09401332	2.068854413	Variance	2.06885441	1.5857862
Observations	3	3	Observations	3	3
Pearson Correlat	0.89537527		Pearson Correlat	0.99944252	
Pooled Variance	2.90669926		Pooled Varianc	1.81027731	
Hypothesized Me	0		Hypothesized M	0	
df	2		df	2	
t	8.55151082		t	52.9113687	
P(T<=t) one-tail	0.00670017		P(T<=t) one-ta	0.0001785	
t Critical one-tai	2.91998731		t Critical one-ti	2.91998731	
P(T<=t) two-tail	0.01340034		P(T<=t) two-ta	0.000357	
t Critical two-tai	4.30265573		t Critical two-ti	4.30265573	

Vit.C en hojas de chaya de las selecciones del invernadero

	Cerinal	Retalhuleu
	14.97	13.6724
	16.01	14.2624
		13.9054

Anova: Single-Factor

Summary

Groups	Count	Sum	Average	Variance
Column 1	2	30.98	15.49	0.5408
Column 2	3	41.8402	13.9467333	0.08830633

ANOVA

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	2.85800641	1	2.85800641	11.9513073	0.0407269	10.127962
Within Groups	0.71741267	3	0.23913756			
Total	3.57541907	4				

t-Test: Paired Two-Sample for Means

	Variable 1	Variable 2
Mean	15.49	13.9674
Variance	0.5408	0.17405
Observations	2	2
Pearson Correlat	1	
Pooled Variance	0.3068	
Hypothesized Me	0	
df	1	
t	6.76711111	
P(T<=t) one-tail	0.04669981	
t Critical one-tai	6.3137486	
P(T<=t) two-tail	0.09339962	
t Critical two-tai	12.7061503	

Vit.C en hojas de chaya durante cocción en agua hirviendo

Tiempo (min)	5	10	15	20	30
	2.5763	1.9398	1.4472	1.3153	0.5986
	3.4305	2.293	1.5134	0.8613	0.9205

Anova: Single-Factor

Summary

Groups	Count	Sum	Average	Variance
Column 1	2	13.277	6.6385	0.20364962
Column 2	2	6.0068	3.0034	0.36482882
Column 3	2	4.2328	2.1164	0.06237512
Column 4	2	2.9606	1.4803	0.00219122
Column 5	2	2.1766	1.0883	0.103058
Column 6	2	1.5191	0.75955	0.05180981

ANOVA

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	47.1766967	5	9.43533934	71.8506559	2.855E-05	4.387374
Within Groups	0.78791258	6	0.13131876			
Total	47.9646093	11				

Vit.C en el caldo de cocción.

Tiempo (min)	5	10	15	20	30	.55
Vit.C mg/g hoja	2.7167	3.9262	3.6315	4.1361	4.5473	
	2.5073	3.4776	3.647	4.8666	3.6343	

Anova: Single-Factor

Summary

Groups	Count	Sum	Average	Variance
Column 1	2	5.224	2.612	0.02192418
Column 2	2	7.4038	3.7019	0.10062098
Column 3	2	7.2785	3.63925	0.00012013
Column 4	2	9.0027	4.50135	0.26681512
Column 5	2	8.1816	4.0908	0.4167845

ANOVA

Source of Variation

	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	3.96382843	4	0.99095711	6.14535679	0.0361465	5.1921631
Within Groups	0.80626491	5	0.16125298			
Total	4.77009334	9				

HCN en hojas de chaya durante su cocción en agua hirviendo

tiempo (min)	0	2	5	8	10	15
	0.1022	0.0554	0.0365	0.0284	0.0226	0.0161
	0.1172	0.0489	0.038	0.0312	0.0285	0.0182
	0.1213					
	20					
	0.0158					
	0.0165					

Anova: Single-Factor

Summary

Groups	Count	Sum	Average	Variance
Column 1	3	0.3407	0.11356667	0.0001011
Column 2	2	0.1043	0.05215	2.1125E-05
Column 3	2	0.0745	0.03725	1.125E-06
Column 4	2	0.0596	0.0298	3.92E-06
Column 5	2	0.0511	0.02555	1.7405E-05
Column 6	2	0.0343	0.01715	2.205E-06
Column 7	2	0.0323	0.01615	2.45E-07

ANOVA

Source of Variation

	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	0.01872943	6	0.00312157	100.601861	4.299E-07	3.5805812
Within Groups	0.00024823	8	3.1029E-05			
Total	0.01897766	14				

Vit.C en hojas de chaya utilizando diferentes volúmenes de agua

volumen ml	85	170	255	340
vit.C mg/ghoja	1.3158	1.0216	0.5984	0.9961
	1.3822	1.289	1.0865	1.0259

Anova: Single-Factor

Summary

Groups	Count	Sum	Average	Variance
Column 1	2	2.698	1.349	0.00220448
Column 2	2	2.3106	1.1553	0.03575138
Column 3	2	1.6849	0.84245	0.11912081
Column 4	2	2.022	1.011	0.00044402

ANOVA

Source of Variation

	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	0.27773165	3	0.09257722	2.35085869	0.213583	6.5913923
Within Groups	0.15752069	4	0.03938017			
Total	0.43525234	7				

Vit.C en hojas de chaya utilizando diferentes concentraciones de sal en el agua de cocción

sal g/ml	0	0.00235	0.0047	0.0094	0.1176
	1.4472	1.2352	1.4408	2.5103	3.4586
	1.5134	1.1489	2.078	2.5592	3.7811

Anova: Single-Factor

Summary

Groups	Count	Sum	Average	Variance
Column 1	2	2.9606	1.4803	0.00219122
Column 2	2	2.3841	1.19205	0.00372385
Column 3	2	3.5188	1.7594	0.20301192
Column 4	2	5.0695	2.53475	0.00119561
Column 5	2	7.2397	3.61985	0.05200313

ANOVA

Source of Variation

	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	7.64373995	4	1.91093499	36.4507348	0.000684	5.1921631
Within Groups	0.26212571	5	0.05242514			
Total	7.90586566	9				

Vitamina C en caldo utilizando diferentes concentraciones de sal

Concentración

g/ml	0	3.6315	3.647	4.3501	4.79	0.00235	0.0047	3.6894	3.8158	0.0094	2.9155	3.2004	0.1176	2.2196	1.7225

Anova: Single-Factor

Summary

Groups	Count	Sum	Average	Variance
Column 1	2	7.2785	3.63925	0.00012013
Column 2	2	9.1401	4.57005	0.09675601
Column 3	2	7.5052	3.7526	0.00798848
Column 4	2	6.1159	3.05795	0.04058401
Column 5	2	3.9421	1.97105	0.12355421

ANOVA

Source of Variation

	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	7.41892814	4	1.85473203	34.4742117	0.0007815	5.1921631
Within Groups	0.26900282	5	0.05380056			
Total	7.68793096	9				

Vit. C en hojas de chay durante su cocción a vapor

tiempo (min)	0	10	20	30	40
Vit.C (mg/ghoja)	5.0692	4.7374	3.5053	2.8626	1.4899
	5.82	4.1716	3.579	2.433	1.5009

Anova: Single-Factor

Summary

Groups	Count	Sum	Average	Variance
Column 1	2	10.8892	5.4446	0.28185032
Column 2	2	8.909	4.4545	0.16006482
Column 3	2	7.0843	3.54215	0.00271584
Column 4	2	5.2956	2.6478	0.09227808
Column 5	2	2.9908	1.4954	6.05E-05

ANOVA

Source of Variation

	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	18.8751113	4	4.71877784	43.9389692	0.0004366	5.1921631
Within Groups	0.53696956	5	0.10739391			
Total	19.4120809	9				

HCN en hojas de chaya durante su cocción al vapor

tiempo (min)	0	10	20	30	40
	0.1022	0.037	0.025	0.0192	0.0121
	0.1172	0.0333	0.0206	0.0222	0.0159
	0.1213				

Anova: Single-Factor

Summary

Groups	Count	Sum	Average	Variance
Column 1	3	0.3407	0.11356667	0.0001011
Column 2	2	0.0703	0.03515	6.845E-06
Column 3	2	0.0456	0.0228	9.68E-06
Column 4	2	0.0414	0.0207	4.5E-06
Column 5	2	0.028	0.014	0.00000722

ANOVA

Source of Variation

	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	0.0182995	4	0.00457488	119.11069	7.623E-06	4.533689
Within Groups	0.00023045	6	3.8409E-05			
Total	0.01852996	10				

Vit.C en hojas de chaya durante su cocción a presión

tiempo (min)	0	3	5	8
	5.0692	1.7183	1.222	0.6224
	5.82	1.9471	1.2235	0.6819

Anova: Single-Factor

Summary

Groups	Count	Sum	Average	Variance
Column 1	2	10.8892	5.4446	0.28185032
Column 2	2	3.6654	1.8327	0.02617472
Column 3	2	2.4455	1.22275	1.125E-06
Column 4	2	1.3043	0.65215	0.00177012

ANOVA

Source of Variation

	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	27.9643689	3	9.32145628	120.355945	0.0002243	6.5913923
Within Groups	0.30979629	4	0.07744907			
Total	28.2741651	7				

HCN en hojas de chaya durante su cocción a presión

tiempo (min)	0	3	5	8
	0.1022	0.01873	0.0116	0.0053
	0.1172	0.0152	0.0095	0.0069
	0.1213			

Anova: Single-Factor

Summary

Groups	Count	Sum	Average	Variance
Column 1	3	0.3407	0.11356667	0.0001011
Column 2	2	0.03393	0.016965	6.2304E-06
Column 3	2	0.0211	0.01055	2.205E-06
Column 4	2	0.0122	0.0061	1.28E-06

ANOVA

Source of Variation

	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	0.02107516	3	0.00702505	165.746087	2.007E-05	5.4094471
Within Groups	0.00021192	5	4.2384E-05			
Total	0.02128708	8				

Vit.C en hojas de chaya durante su cocción en microondas

tiempo (min)	0	3	5	8	10
	5.0692	4.6129	4.768	4.12	4.0854
	5.82	5.2888	4.7697	4.56	3.9629

Anova: Single-Factor

Summary

Groups	Count	Sum	Average	Variance
Column 1	2	10.8892	5.4446	0.28185032
Column 2	2	9.9017	4.95085	0.22842041
Column 3	2	9.5377	4.76885	1.445E-06
Column 4	2	8.68	4.34	0.0968
Column 5	2	8.0483	4.02415	0.00750312

ANOVA

Source of Variation

	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	2.41661309	4	0.60415327	4.91520956	0.0554026	5.1921631
Within Groups	0.61457529	5	0.12291506			
Total	3.03118839	9				

HCN en hojas de chaya durante su cocción en microondas

tiempo (min)	0	3	5	8	10
	0.1022	0.0631	0.0323	0.0268	0.0149
	0.1172	0.0591	0.0345	0.0242	0.0158
	0.1213				

Anova: Single-Factor

Summary

Groups	Count	Sum	Average	Variance
Column 1	3	0.3407	0.11356667	0.0001011
Column 2	2	0.1222	0.0611	8E-06
Column 3	2	0.0668	0.0334	2.42E-06
Column 4	2	0.051	0.0255	3.38E-06
Column 5	2	0.0307	0.01535	4.05E-07

ANOVA

Source of Variation

	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	0.01617872	4	0.00404468	112.138534	9.108E-06	4.533689
Within Groups	0.00021641	6	3.6069E-05			
Total	0.01639514	10				

Vit. C en hojas de chaya durante su cocción en aceite

tiempo (min)	0	2	5	8	10
	5.0692	4.5002	4.518	4.3189	2.6373
	5.82	4.9617	4.3292	4.2684	1.9875

Anova: Single-Factor

Summary

Groups	Count	Sum	Average	Variance
Column 1	2	10.8892	5.4446	0.28185032
Column 2	2	9.4619	4.73095	0.10649113
Column 3	2	8.8472	4.4236	0.01782272
Column 4	2	8.5873	4.29365	0.00127513
Column 5	2	4.6248	2.3124	0.21112002

ANOVA

Source of Variation

	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	10.8886334	4	2.72215835	22.0040205	0.0022547	5.1921631
Within Groups	0.61855931	5	0.12371186			
Total	11.5071927	9				

HCN en hojas de chaya durante su cocción en aceite

tiempo (min)	0	2	5	8	10
	0.1022	0.04	0.0234	0.0217	0.0078
	0.1172	0.0446	0.0241	0.0239	0.0151
	0.1213				

Anova: Single-Factor

Summary

Groups	Count	Sum	Average	Variance
Column 1	3	0.3407	0.11356667	0.0001011
Column 2	2	0.0846	0.0423	1.058E-05
Column 3	2	0.0475	0.02375	2.45E-07
Column 4	2	0.0456	0.0228	2.42E-06
Column 5	2	0.0229	0.01145	2.6645E-05

ANOVA

Source of Variation

	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	0.01806387	4	0.00451597	111.921444	9.16E-06	4.533689
Within Groups	0.0002421	6	4.0349E-05			
Total	0.01830597	10				

Vit.C en hojas de chaya durante su almacenamiento a temperatura ambiente sin utilizar bolsa de polietileno

62
8

Días de almacenamiento	0	1	2	4	6	8
100		78.63	33.45	19.25	5.35	1.52
		78.4	24.88	13.28	4.17	2.8
		72.5	31.86	15.32	3.66	2.22

Anova: Single-Factor

Summary

Groups	Count	Sum	Average	Variance
Column 1	1	100	100	#DIV/0!
Column 2	3	229.53	76.51	12.0733
Column 3	3	90.19	30.06333333	20.78223333
Column 4	3	47.85	15.95	9.2079
Column 5	3	13.18	4.393333333	0.751433333
Column 6	3	6.54	2.18	0.4108

ANOVA

Source of Variation

	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	16267.3997	5	3253.47993	376.336582	4.811E-11	3.3258374
Within Groups	86.45133333	10	8.645133333			
Total	16353.851	15				

Vit.C en hojas de chaya durante su almacenamiento a temperatura ambiente en bolsa de polietileno

días de almacenamiento	0	2	4	6	8
100		88.66	78.33	48.39	
		79.81	71.96	57.58	
		80.18	60.39	53.41	

Anova: Single-Factor

Summary

Groups	Count	Sum	Average	Variance
Column 1	1	100	100	#DIV/0!
Column 2	3	248.65	82.88333333	25.06163333
Column 3	3	210.68	70.22666667	82.71423333
Column 4	3	159.38	53.12666667	21.17423333

Source of Variation

	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	2217.21669	3	739.07223	17.1943774	0.0023759	4.7570552
Within Groups	257.9002	6	42.9833667			
Total	2475.11689	9				

Vit.C en hojas de chaya durante su almacenamiento a 5°C con bolsa de polietileno días de almacenamiento

	0	4	8	12	16
100		108	89.11	71.45	56.11
		92.56	77.27	82.89	76.95
		99.44	80.14	85.13	68.37

Anova: Single-Factor

Summary

Groups	Count	Sum	Average	Variance
Column 1	1	100	100	#DIV/0!
Column 2	3	300	100	59.8336
Column 3	3	246.52	82.1733333	38.1472333
Column 4	3	239.47	79.8233333	53.8389333
Column 5	3	201.43	67.1433333	109.704933

ANOVA

Source of Variation

	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	1937.17183	4	484.292958	7.40722322	0.0084777	3.8378545
Within Groups	523.0494	8	65.381175			
Total	2460.22123	12				

Vitamina C en hojas de chaya a los 4 días de almacenamiento en bolsa de polietileno a temperatura ambiente y a 5°C

	5°C	Temp. ambiente
%vit.C retenido	108	78.33
	92.56	71.96
	99.44	60.39

Anova: Single-Factor

Summary

Groups	Count	Sum	Average	Variance
Column 1	3	300	100	59.8336
Column 2	3	210.68	70.2266667	82.7142333

