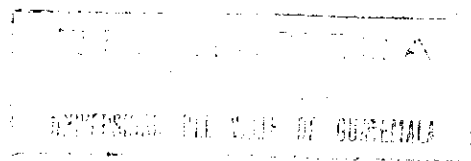


**EFECTO ANTIOXIDANTE DE LA HOJA CHAYA
(Cnidoscolus spp.) EN ALIMENTOS**



UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
Facultad de Ciencias y Humanidades
Departamento de Ingeniería en Ciencias de Alimentos

**EFFECTO ANTIOXIDANTE DE LA HOJA DE CHAYA
(Cnidoscolus spp.) EN ALIMENTOS**




Eugenia Paola Herrera Bran

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

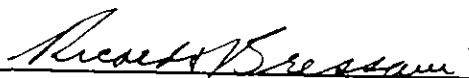
Guatemala

1998

Vo. Bo. :

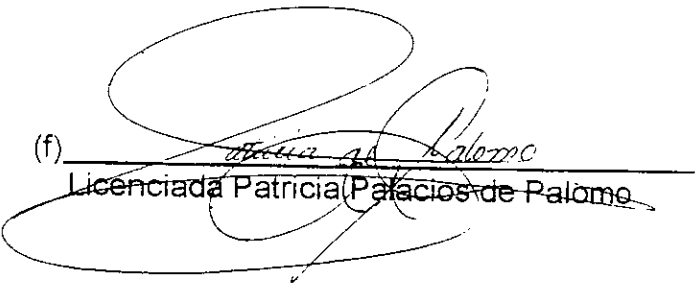
(f) 

Doctor Alvaro Molina
Asesor

(f) 

Doctor Ricardo Bressani
Asesor


Tribunal:

(f) 

Licenciada Patricia Palacios de Palomo

(f) 

Doctor Ricardo Bressani

(f) 

Doctor Alvaro Molina

Fecha de aprobación: 8 de octubre de 1998.

A Dios,
A mi mamá,
A mi abuelita,
A mi familia,
Al Dr. Robert MacVean,
con todo mi cariño y agradecimiento.

RECONOCIMIENTO

Expreso mi agradecimiento a las personas que colaboraron en la realización del presente trabajo, en especial a mis asesores, Dr. Alvaro Molina y Dr. Ricardo Bressani, por su orientación, interés y dedicación. Al Lic. Francisco Nieves, a mi Directora de Departamento, Licda. Patricia de Palomo y a la Licda. Ana Silvia Colmenares de Ruiz, por su apoyo y cariño. A mis profesores, quienes generosamente compartieron conmigo su conocimiento, especialmente al Lic. Juan Pablo Pira, al Lic. Roberto De León Fajardo, al Dr. Raúl González de Paz y al Dr. Adolfo Sanz. Al Laboratorio de Composición de Alimentos de INCAP y al Laboratorio de Virología de la Universidad del Valle de Guatemala, por su soporte técnico. Y finalmente agradezco a mis amigos y a mi novio, Stephen Harding, el cariño, motivación y apoyo brindados en todo momento. Dios les bendiga.

CONTENIDO

	Páginas
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
A. Proceso de oxidación en alimentos	
1. Descripción	
B. Antioxidantes o agentes reductores	
1. Descripción	
a. Clasificación de los antioxidantes según su origen	
b. Clasificación de los antioxidantes según su mecanismo de acción	5
2. Ácido ascórbico	6
a. Sinónimos	
b. Fuentes	
c. Estructura	7
d. Funciones	
e. Estabilidad	
f. Sinergismo	
g. Principales antagonistas	10
h. Cuantificación de vitamina C	

	Páginas
C. Las hojas verdes en la dieta	10
1. Importancia	
2. Preparación de las hojas verdes para el consumo humano	
3. Chaya	11
a. Descripción	
b. Composición	12
c. Potencial de la chaya	13
D. Vida de anaquel de un alimento	14
1. Concepto	
2. Tipos de estabilidad	
a. Estabilidad química	
b. Estabilidad física	
c. Estabilidad microbiológica	
d. Estabilidad toxicológica	
3. Productos de degradación	15
E. La apariencia del alimento	
1. Importancia	

	Páginas
1. Importancia	15
a. Color	
IV. OBJETIVOS	18
V. JUSTIFICACIÓN	19
VI. METODOLOGÍA	21
A. Caracterización del producto	
1. Análisis proximal	
a. Determinación de humedad	
b. Determinación de cenizas	
c. Determinación de proteína por el método de Kjeldhal	
d. Determinación de grasa por el método de Soxhlet	
e. Determinación de fibra cruda	
f. Determinación de carbohidratos totales	
2. Determinación de energía	
B. Estabilidad del ácido ascórbico en salsas verdes (Controles y chaya)	22
1. Determinación de ácido ascórbico por el método de titulación con 2,6 dicloroindofenol	

	Páginas
C. Seguridad Alimentaria en salsas verdes	22
1. Determinación de glucósidos cianogénicos	
D. Evaluación sensorial de las salsas (Controles y con chaya)	
1. Prueba de aceptabilidad por ordenamiento	
a. Principio	
b. Puntos críticos y precauciones	
c. Equipo	23
d. Materiales	
e. Procedimiento	
e.1 Descripción de la tarea de panelistas	
e.2 Presentación de muestras	
e.3 Boleta de evaluación	24
e.4 Análisis de datos	25
e.5 Cálculos	
E. Recetas de la Salsa Verde	26
1. Ingredientes, materiales y equipo de cocina	
2. Preparación de la salsa de tomate	

F. Determinación de la estabilidad de la vitamina C en las salsas de tomate con 0, 10, y 20 % p/p chaya almacenadas en incubación y refrigeración	27
1. Principio	
2. Precauciones y puntos críticos	
3. Equipo	
4. Materiales	
5. Procedimiento	
G. Recopilación de recetas que utilizan hojas de chaya	29
VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	30
A. Modelo del sistema alimenticio en el que se evaluó el efecto antioxidante de la hoja de chaya en alimentos	
1. Caracterización del sistema alimenticio (salsa verde)	
2. Evaluación sensorial de la salsa verde con 0, 8.7 y 16.9 % p/p chaya	33
B. Evaluación del efecto antioxidante de la hoja de chaya en alimentos	
1. Procedimientos de extracción de ácido ascórbico para luego cuantificarlo por el método de titulación con 2,6 dicloroindofenol	35

2.	Evaluación del efecto antioxidante de la hoja de chaya con 0% p/p chaya, 8.7% p/p chaya, 16.9% p/p chaya, y salsas con 0.27 y 0.54 mg/g reactivo ácido ascórbico grado analítico en dos formas de almacenamiento: refrigeración e incubación	36
3.	Determinación de vitamina C en muestras de salsa verde con 0, 8.7 y 16.9 % p/p chaya, con 0.27 y 0.54 mg/g reactivo ácido ascórbico grado analítico y salsas con 8.7 y 16.9 % p/p chaya sobrecalentada más 0.27 y 0.54 mg /g reactivo ácido ascórbico grado analítico, a cuatro diferentes tiempos de fritura	45
VIII.	CONCLUSIONES	50
IX.	BIBLIOGRAFÍA	54
	APÉNDICE	56
A.	Recetas tradicionales de hoja de chaya	71

LISTA DE TABLAS

Tabla	Página
3.1 Composición proximal por 100 g de porción seca de salsas con 0, 8.7 y 16.9 % p/p de chaya	31
3.2 Cálculo de energía en salsas de tomate con 0, 8.7 y 16.9% p/p de chaya	32
3.3 Determinación de glucósidos cianogénicos en salsas de miltomate-chaya	33
3.4 Resultados de los diferentes métodos de extracción de ácido ascórbico	36
3.5 Pendientes de la gráfica: contenido de ácido ascórbico - tiempo de fritura para la salsa verde con 0, 10, 20% p/p chaya, con 0.27 y 0.54 mg/g de reactivo grado analítico y salsas con 10 y 20 % p/p chaya sobrecalentadas más 0.27 y 0.54 mg/g de reactivo grado analítico	48
9.1 Determinación de ácido ascórbico (vitamina C) en hojas de chaya	56
9.2 Determinación del porcentaje de humedad de las salsas verdes con 0, 8.7 y 16.9% p/p chaya	57
9.3 Determinación del porcentaje de grasa de las salsas verdes con 0, 8.7 y 16.9% p/p chaya	57
9.4 Determinación del porcentaje de proteína de las salsas verdes con 0, 8.7 y 16.9% p/p chaya	57
9.5 Determinación del porcentaje de fibra cruda de las salsas verdes con 0, 8.7 y 16.9% p/p chaya	57

Tabla	Página
9.6 Determinación del porcentaje de carbohidratos de las salsas verdes con 0, 8.7 y 16.9 % p/p chaya	57
9.7 Determinación de glucósidos cianogénicos en salsas verdes	58
9.8 Resultados de la evaluación sensorial	59
9.9 Contenido de ácido ascórbico en salsas almacenadas en refrigeración a 3.5°C	60
9.10 Contenido de ácido ascórbico en salsas almacenadas en incubación a 40°C	60
9.11 Estabilidad del ácido ascórbico en salsas almacenadas en refrigeración a 3.5°C (Porcentajes)	61
9.12 Contenido de ácido ascórbico en salsas almacenadas en incubación a 40°C (Porcentajes)	62
9.13 Determinación de ácido ascórbico extraído con licuadora	63
9.14 Determinación de ácido ascórbico extraído con vortex	63
9.15 Determinación de ácido ascórbico extraído con vortex	63
9.16 Determinación de ácido ascórbico extraído con mortero	63
9.17 Determinación del efecto del nivel de llenado del frasco sobre la estabilidad del ácido ascórbico	64
9.18 Estabilidad del contenido de vitamina C en salsas a diferentes tiempos de fritura	65

LISTA DE GRÁFICAS

Gráfica	Página
3.1 Estabilidad del ácido ascórbico en salsas verdes almacenadas en refrigeración a 3.5°C	39
3.2 Disminución del contenido de ácido ascórbico en salsas (porcentajes) para muestras almacenadas en incubación a 40°C	39
3.3 Estabilidad del ácido ascórbico en salsas verdes almacenadas en refrigeración a 3.5°C	42
3.4 Decaimiento del contenido de ácido ascórbico en salsas (porcentajes) para muestras almacenadas en refrigeración a 3.5°C	42
3.5 Estabilidad del contenido de vitamina C en salsas verdes a diferentes tiempos de fritura	46
3.6 Estabilidad del contenido de vitamina C en salsas verdes a diferentes tiempos de fritura (porcentajes)	48
9.1 Estabilidad del contenido de vitamina C en salsas verdes a diferentes tiempos de fritura	65
9.2 Estabilidad del ácido ascórbico en salsa control 0% p/p chaya a diferentes tiempos de fritura, tendencia lineal	66
9.3 Estabilidad del ácido ascórbico en salsa control 0% p/p chaya a diferentes tiempos de fritura, tendencia logarítmica	66

Gráfica	Página
9.4 Estabilidad del ácido ascórbico en salsa con 10 % p/p chaya a diferentes tiempos de fritura, tendencia lineal	67
9.5 Estabilidad del ácido ascórbico en salsa control + 0.27 mg vit. C reactivo /g salsa a diferentes tiempos de fritura, tendencia lineal	67
9.6 Estabilidad del ácido ascórbico en salsa con 10 % de chaya sobrecalentada + 0.27mg vit.C reactivo /g salsa, diferentes tiempos de fritura, tendencia lineal	67
9.7 Estabilidad del ácido ascórbico en salsa con 10 % p/p chaya a diferentes tiempos de fritura, tendencia logarítmica	68
9.8 Estabilidad del ácido ascórbico en salsa control + 0.27 mg vit. C reactivo /g salsa a diferentes tiempos de fritura, tendencia logarítmica	68
9.9 Estabilidad del ácido ascórbico en salsa con 10 % de chaya sobrecalentada + 0.27mg vit.C reactivo /g salsa, a diferentes tiempos de fritura, tendencia logarítmica	68

Gráfica	Página
9.10 Estabilidad del ácido ascórbico en salsa con 20 % p/p chaya a diferentes tiempos de fritura, tendencia lineal	69
9.11 Estabilidad del ácido ascórbico en salsa control + 0.54 mg vit. C reactivo /g salsa a diferentes tiempos de fritura, tendencia lineal	69
9.12 Estabilidad del ácido ascórbico en salsa con 20 % de chaya sobrecalentada + 0.54 mg vit.C reactivo /g salsa, diferentes tiempos de fritura, tendencia lineal	69
9.13 Estabilidad del ácido ascórbico en salsa con 20 % p/p chaya a diferentes tiempos de fritura, tendencia logarítmica	70
9.14 Estabilidad del ácido ascórbico en salsa control + 0.54 mg vit. C reactivo /g salsa a diferentes tiempos de fritura, tendencia logarítmica	70
9.15 Estabilidad del ácido ascórbico en salsa con 20 % de chaya sobrecalentada + 0.54mg vit.C reactivo /g salsa, a diferentes tiempos de fritura, tendencia logarítmica	70

I. INTRODUCCIÓN

La composición química de la hoja de chaya (*Cnidoscolus spp.*) sugiere una alta capacidad antioxidante en alimentos. La hoja de chaya presenta una alternativa tecnológica en cuanto al uso de antioxidantes naturales. Esto contribuye con la tecnología de preservación de alimentos, ya que un antioxidante natural, como es el ácido ascórbico, enriquece nutricionalmente el producto alimenticio, reduce su costo de producción, evita el uso de antioxidantes químicos y cumple con los requisitos de seguridad alimentaria. Los preservantes químicos, además de tener mayor costo económico, no son benéficos para la salud y su aplicación está restringida, mientras que la aplicación de la vitamina C es ilimitada.

Para contribuir al desarrollo tecnológico de Guatemala, es necesario formular nuevas metodologías para procesamiento, almacenamiento y control de calidad de alimentos. Todos estos procedimientos deben estar estrechamente relacionados con la explotación de los recursos locales; anteponiéndolos a las ajenos de la región. Entre los recursos naturales locales se encuentra la planta de chaya (*Cnidoscolus spp.*), la cual se cultiva en Guatemala, México y Centroamérica.

La hoja de chaya es muy rica en su composición química y nutricional, ya que contiene altas cantidades de ácido ascórbico, β -caroteno, tiamina, riboflavina, proteína, hierro y calcio. Sin embargo, para consumirla, es necesario hervirla por diez minutos, de tal forma que se eliminen los glucósidos cianogénicos, compuestos tóxicos que se encuentran presentes en la hoja cruda.

En el presente estudio se evalúa la capacidad antioxidante de la hoja de chaya en alimentos, basándose en el alto contenido de ácido ascórbico que posee la misma. Para ello es necesaria la formulación de un sistema alimenticio (una salsa verde con distintos porcentajes de chaya y controles), en el que se evalúe el contenido de vitamina C a través del tiempo. Este sistema alimenticio es caracterizado mediante el análisis proximal y determinación de fibra cruda y energía. También se realiza un análisis sensorial de las distintas muestras de salsa verde con el propósito de determinar el efecto de la adición de hoja de chaya en cuanto a su nivel de aceptabilidad.

Para evaluar el efecto antioxidante de la hoja de chaya en el sistema alimenticio escogido, se analiza el contenido de vitamina C en cada muestra de salsa después de determinados períodos de tiempo (pre-establecidos) y condiciones de almacenamiento (refrigeración e

incubación). Al finalizar estos análisis se aplica una prueba estadística que indique si se debe aceptar o rechazar la hipótesis. También se considera apropiado una segunda prueba, que evalúe la estabilidad del ácido ascórbico de la hoja de chaya en salsas a distintos tiempos de fritura. Esta prueba también proporciona información sobre la influencia que tienen otros antioxidantes presentes en la hoja sobre la vitamina C, presente en la misma. Y para confirmar resultados se realiza la prueba estadística correspondiente.

Finalmente, se elabora un recetario de "comidas con chaya". El objeto de este recetario es dar a conocer las riquezas culinarias de nuestro país, ya que proporciona nuevas alternativas de alimentos ricos nutricionalmente y que están al alcance de todo estrato social y económico.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

A. Proceso de oxidación en alimentos

1. Descripción

La oxidación es una reacción clave en alimentos. Sus orígenes pueden ser químicos o enzimáticos y ocurre debido a cambios en los enlaces, propiedades físicas y funcionales. La oxidación enzimática incluye la oxigenación de ácidos grasos insaturados por la acción de la lipoxigenasa, el oscurecimiento enzimático que es catalizado por la polifenol oxidasa y la conversión de la glucosa a lactosa por la glucosa-oxidasa (Giese, 1996).

B. Antioxidantes o agentes reductores

1. Descripción

Los antioxidantes son sustancias que previenen o retardan la oxidación de las moléculas. La ciencia de alimentos los considera como una herramienta indispensable para la preservación de productos alimenticios, puesto que los previene de la rancidez, alargando su vida de anaquel. Los antioxidantes son compuestos que previenen a los alimentos del deterioro, rancidez y decoloración producida por la oxidación. Los cambios que produce la oxidación en alimentos consisten en el deterioro de sabor y olor (Giese, 1996).

a. Clasificación de los antioxidantes según su origen

Los antioxidantes más utilizados en la actualidad incluyen compuestos fenólicos como el butilhidroxitolueno (BHT), el butilhidroxianisol (BHA) y la terbutilhidroxiquinona (TBHQ). Compuestos como los ácidos cítrico y ascórbico también se utilizan para la prevención de decoloración en carnes y frutas susceptibles a la oxidación enzimática (Giese, 1996).

b. Clasificación de los antioxidantes según su mecanismo de acción

La inhibición oxidativa por antioxidantes puede ocurrir por la donación de electrones o iones hidrógenos al radical libre graso y por la formación de un complejo entre el antioxidante y la cadena grasa. Para ser efectivos deben añadirse lo más pronto posible en el proceso de manufactura o a la grasa final. Los antioxidantes no pueden invertir la oxidación del aceite rancio (Giese, 1996).

Los antioxidantes pueden funcionar de una u otra forma. Pueden donar un átomo de hidrógeno al radical graso libre para reformar la molécula grasa, o bien pueden terminar la oxidación en su primer paso. Esto retardará el proceso de autooxidación hasta que las moléculas del antioxidante hayan reaccionado por completo (Giese, 1996).

Los antioxidantes también pueden terminar la oxidación mediante la donación de un hidróxido a un radical libre peróxido para formar un peróxido y un radical libre antioxidante, el cual será mucho más estable que el graso debido a su estructura de resonancia en el anillo aromático. Esto impide la reacción en cadena (Giese, 1996).

Ningún antioxidante puede funcionar para prevenir el deterioro oxidativo de todo tipo de producto alimenticio. La selección de un antioxidante adecuado es determinada por compatibilidad y efectividad en ciertas grasa, su solubilidad, dispersabilidad, estabilidad, etc (Giese, 1996).

2. Ácido ascórbico

a. Sinónimos

Vitamina C, vitamina anti-escorbuto (Machlin, 1994).

b. Fuentes

Se encuentra principalmente en alimentos de origen vegetal (Badui, 1993), frutas cítricas, mora, chiles pimientos, coliflor, papas, camotes, brócoli, bruselas, fresas, mango (Machlin, 1994) y hoja de chaya (Molina, 1997).

c. Estructura

La vitamina C consiste en una cetona cíclica que corresponde a la forma enólica de la 3 ceto-1-gulofuranolactona, contiene un enol entre los carbonos 2 y 3 que las hace un agente ácido y muy reductor, se oxida fácilmente (Badui, 1993).

d. Funciones

- Síntesis de hormonas importantes y neurotransmisores
- Metabolismo del ácido fólico
- Inmunidad
- Función antioxidante:

Uso del ácido ascórbico en tecnología de alimentos

La industria alimenticia utiliza el ácido ascórbico como un antioxidante natural. Esto implica que añadir ácido ascórbico al alimento, ya sea durante el proceso o antes del empaque, le ayuda a conservar el color, aroma y contenido nutricional. El uso de ácido ascórbico como antioxidante es independiente de su acción vitamínica. En el procesamiento de carnes, el uso de ácido ascórbico reduce la cantidad de nitritos requerida. En el estómago, los nitritos son transformados en potenciales agentes cancerígenos (Machlin, 1994).

e. Estabilidad

De todas las vitaminas, la C es la más inestable y lábil, por lo que algunos investigadores han propuesto usar su contenido residual en los alimentos como un índice de retención de nutrimentos. Como ruta principal de degradación, el ácido ascórbico se oxida a ácido dehidroascórbico en una reacción reversible, estableciendo un sistema de oxidación reducción (Badui, 1993).

Según las condiciones del sistema, y por medio de una degradación de Strecker, el ácido 2,3 dicetofulónico se cicla y produce anhídrido carbónico y furfural, este último se polimeriza y forma las melanoidinas, de manera semejante a las que ocasionan el oscurecimientos no enzimático. Esta oxidación está en función de muchas variables, principalmente la temperatura, el pH, las disponibilidad de oxígeno, los metales de transición y las radiaciones electromagnéticas, también influyen los azúcares reductores, algunas sales, la actividad acuosa, los peróxidos, ciertas enzimas y la presencia de otras vitaminas (Badui, 1993).

Esta vitamina es más estable a pH ácidos y en actividades acuosas bajas, en ausencia de oxígeno resiste temperaturas de esterilización,

aunque se llega a destruir térmicamente por vía no oxidativa (Badui, 1993).

Es decisivo el efecto de la actividad acuosa, ya que a medida que aumenta, se favorece la destrucción del ácido ascórbico. Esto se ha visto con diferentes productos deshidratados, cuya concentración vitamínica se reduce independientemente del oxígeno presente, pero de una manera directamente proporcional a la actividad acuosa. Lograr la retención de vitamina C en los alimentos deshidratados y enlatados ha sido motivo de investigación, ya que dada su alta termosensibilidad se destruye en cada uno de los diversos pasos requeridos en estos procesos. Los pre-tratamientos que reciben los vegetales (lavado, pelado, escaldado, sulfuración, etc.) y las condiciones del secado pueden variar considerablemente (Badui, 1993).

f. Sinergismo

La vitamina C tiene una actividad sinérgica antioxidante con otros compuestos antioxidantes, como son la vitamina E y el β -caroteno. Otras vitaminas, tales como las del complejo B (particularmente B₆, B₁₂, ácido fólico y pantoténico) y los bioflavonoides inhiben la actividad de la vitamina C (Machlin, 1994).

g. Principales antagonistas

Un gran número de sustancias químicas a las que los seres vivos están expuestos como son los contaminantes del aire, las cocinas industriales, los metales pesados y el humo del tabaco, así como ciertos compuestos farmacéuticos activos, conducen a un mayor requerimiento de vitamina C (Machlin, 1994).

h. Cuantificación de vitamina C

Para determinarla se suele usar el método de titulación mediante el empleo del 2,6 diclorofenol-indofenol, que se basa en la reducción del indicador por acción del ácido ascórbico (Badui 1993).

C. Las hojas verdes en la dieta

1. Importancia

Se considera que realmente no hay otra parte de la planta comestible que sea tan rica en vitaminas y minerales como las hojas verdes.

2. Preparación de las hojas verdes para consumo humano

Probablemente "hervir" las hojas es la preparación más común a nivel mundial. Esta forma es muy segura, ya que así se eliminan organismos patógenos potenciales, se neutralizan sustancias venenosas o irritantes, y se evita, hasta cierto punto, el deterioro del alimento. Freír las hojas en

aceite o mezclarlas con otros ingredientes ayuda a preservar algunas de sus singulares características y a conservar la textura (Ruberté, 1975). Las hojas de yuca (*Manihot esculenta*), al igual que las hojas de chaya (*Cnidoscolus spp.*) contienen peligrosos glucósidos cianhídricos que se inactivan al cocinarlas (Ruberté, 1975).

3. Chaya (*Cnidoscolus spp.*)

a. Descripción

La chaya (*Cnidoscolus spp.*) es un arbusto de la familia Euphorbiaceae. Su origen es mesoamericano y ha sido utilizada, desde hace mucho tiempo, por las culturas nativas de la región. La propagación de la hoja de chaya es por estaca. Fisiológicamente, la chaya (*Cnidoscolus spp.*) es un arbusto pequeño, no sobrepasa los 5 metros de altura, pero produce grandes cantidades de hojas por muchos años. La chaya se adapta bien a regiones tropicales húmedas y secas con distintas clases de suelo y no requiere de grandes cuidados (Molina, 1997). La planta de chaya puede cultivarse en cualquier época del año. Para su cultivo se utilizan cortes de tallos maduros o de edad intermedia y que solamente requieren de buena luz, humedad y ventilación. Su crecimiento principia a los cuatro meses de haber sido sembrados y pueden ser podados al año (Curley, 1996).

Se han identificado por lo menos cuatro selecciones distintas de chaya. Estas selecciones se diferencian por la forma de la hoja y pertenecen a la subespecie *Cnidoscolus aconitifolius ssp. aconitifolius* (Molina, 1997).

b. Composición

La planta de chaya (*Cnidoscolus chayamansa*), también llamada "tree spinach", es conocida en México y América Central, y ya ha sido introducida al Estado de Florida (E.E.U.U.). Tanto las hojas nuevas como los pimpollos de este vigoroso arbusto son comestibles y han sido informados como altos en proteínas. De acuerdo con Ruberté (1975) y Molina (1997), las hojas de chaya son ricas en calcio, hierro, caroteno, riboflavina, niacina y ácido ascórbico (Curley, 1996).

La hoja de chaya ha formado parte de la dieta humana desde tiempos muy antiguos, éstos se remontan a la época precolombina. La composición química de sus hojas sugiere un alto valor nutritivo, éstas poseen altos contenidos de β -caroteno (provitamina A), ácido ascórbico (vitamina C) y proteínas, lo cual indica que es un alimento que puede contribuir enormemente a superar las deficiencias nutricionales de una dieta pobre (Curley, 1996). La hoja de chaya (*Cnidoscolus spp.*) también posee componentes tóxicos y antinutricionales, entre los cuales se encuentran los glucósidos

cianogénicos. Los glucósidos cianogénicos producen ácido cianhídrico al ser expuestos a calor, ácido o al tener contacto con enzimas hidrolíticas. El ácido cianhídrico inhibe la acción de la enzima citocromo oxidasa, la cual es catalizador respiratorio terminal de organismos aeróbicos. En humanos, la dosis letal del ácido cianhídrico es de 0.5-3.5 mg/kg del peso del cuerpo. El veneno se absorbe por el tracto gastrointestinal y se producen los síntomas de asfixia. Cuando se ingiere una dosis menor a la letal, los efectos tóxicos pueden revertirse por un proceso de detoxificación metabólica removiendo el HCN por intercambio respiratorio, o bien, se metaboliza HCN por la reacción con tiosulfato para formar tiocianato, el cual es excretado en la orina. Los glucósidos cianogénicos pueden ser removidos fácilmente mediante la cocción de la hoja de chaya en agua hirviendo por 15 minutos (Curley, 1996).

c. Potencial de la chaya

Además de representar una nueva alternativa alimenticia, rica nutricionalmente, la chaya posee las siguientes características:

- Buena resistencia a plagas
- Guatemala posee el medio adecuado para su cultivo
- Puede cultivarse en cualquier época del año

D. Vida de anaquel de un alimento

1. Concepto

La vida de anaquel de un producto alimenticio está relacionada con propiedades específicas y se puede definir como el tiempo que transcurre desde la manufactura del producto alimenticio hasta que deje de ser un alimento seguro para ingerir, bajo las condiciones recomendadas de almacenamiento.

2. Tipos de estabilidad

Se han clasificado 4 diferentes tipos de estabilidad en alimentos de acuerdo a las características que se evalúan:

a. *Estabilidad Química:*

Se refiere a la retención de la integridad química, dentro de las especificaciones, de cada ingrediente activo en la formulación.

b. *Estabilidad Física:*

Se refiere a la íntegra conservación de las propiedades físicas originales, apariencia, uniformidad, disolución y suspensión.

c. *Estabilidad Microbiológica:*

Se refiere a la esterilidad o resistencia al crecimiento microbiano.

d. *Estabilidad toxicológica:*

No deben ocurrir aumentos significativos (Rolz, 1996).

3. Productos de degradación

Cuando se detecten productos de degradación, debe suministrarse la información siguiente, cuando se encuentre disponible:

- Identidad y estructura química
- Referencias sobre los efectos biológicos
- Significado de los efectos biológicos en el rango de concentraciones
- Mecanismo de formación, incluyendo su orden de reacción
- Propiedades físicas y químicas (Rolz, 1996).

E. La apariencia del alimento

1. Importancia

Los productos alimenticios pueden ofrecer una serie de beneficios, pero también deben ser atractivos a los ojos del consumidor. La apariencia del alimento es muy importante. El consumidor no se interesará por un producto que no sea atractivo o agradable.

a. Color

El color, así como otros aspectos de la apariencia influyen notablemente en la apreciación de la calidad del alimento por parte del consumidor. Se han investigado por lo menos cinco reacciones al color del alimento en el consumidor y éstas son:

consumidor. Se han investigado por lo menos cinco reacciones al color del alimento en el consumidor y éstas son:

Percepción:

La selección o evaluación de la calidad del alimento difícilmente pueden realizarse sin tomar en cuenta el color del alimento.

Motivación:

El color del alimento influye directa y significativamente el apetito o deseo de ingerir cierto alimento.

Emoción:

El ingerir alimentos vistosos es considerado un "placer", mientras que ingerir un alimento con una apariencia no atractiva puede resultar una experiencia desagradable.

Aprendizaje:

Desde pequeño se aprende qué esperar de cada alimento según su color, y generalmente, es posible predecir en base a éstos las características del mismo.

Pensamiento:

La reacción que se tenga a nuevos tipos de alimentos, según sus características, puede cambiar, siempre y cuando éstos cambios estén justificados (Meggos, 1994).

III. HIPÓTESIS

La hoja de chaya constituye una nueva alternativa en cuanto al uso de antioxidantes naturales locales.

IV. OBJETIVOS

1. Determinar la capacidad antioxidante de la hoja de chaya en alimentos, basándose en su alto contenido de ácido ascórbico.
2. Establecer si la adición de hojas de chaya en un producto alimenticio afecta la composición proximal del mismo.
3. Establecer si la adición de hojas de chaya en un producto alimenticio afecta el nivel de aceptabilidad del mismo.
4. Dar a conocer a la hoja de chaya como una nueva alternativa entre los antioxidantes naturales, y así promover la explotación de los recursos naturales locales.

V. JUSTIFICACIÓN

Durante el almacenamiento los alimentos sufren determinadas reacciones fisicoquímicas que los deterioran, afectan sus características nutricionales, organolépticas, y reducen su vida de anaquel. Entre éstas se encuentra la oxidación. La tecnología ha desarrollado a través del tiempo, compuestos sintéticos denominados antioxidantes, los cuales retardan la oxidación, rancidez y alargan la vida de anaquel de los alimentos. En la actualidad los antioxidantes sintéticos son los más utilizados en la industria alimenticia, entre los más comunes se encuentran el benzoato de sodio, el butilhidroxitolueno (BHT), el butilhidroxianisol (BHA) y la terbutilhidroxiquinona (TBHQ). En algunos casos se sospecha, y en otros ya se tiene evidencia, de que algunos de los antioxidantes sintéticos son agentes etiológicos cancerígenos, por lo que su uso está restringido. Por razones de seguridad alimentaria se aconseja el uso de antioxidantes naturales.

Para contribuir al desarrollo tecnológico del país es necesario formular nuevas metodologías para el procesamiento, almacenamiento y control de calidad de alimentos que estén relacionadas con la explotación de los recursos locales; anteponiéndolas a las ajenas de la región. La chaya (*Cnidioscolus spp.*) es una planta que se cultiva en Guatemala, en México y en Centroamérica. La composición química de la hoja de chaya (*Cnidioscolus spp.*)

sugiere una alta capacidad antioxidante en alimentos, además de proporcionar a los mismos valor nutricional y reducir su costo de producción. Además presenta una alternativa tecnológica en cuanto al uso de antioxidantes naturales, evitando el uso de antioxidantes sintéticos.

VI. METODOLOGÍA

A. Caracterización del producto

1. Análisis proximal

a. Determinación de humedad

Hacer referencia al método 7.003 de la AOAC, edición 1996.

b. Determinación de cenizas

Hacer referencia al método 7.009 de la AOAC, edición 1996.

c. Determinación de proteína por el método de Kjeldahl

Hacer referencia al método 2.058 de la AOAC, edición 1996.

d. Determinación de grasa por el método de Soxhlet

Hacer referencia al método 7.061 de la AOAC, edición 1996.

e. Determinación de fibra cruda

Hacer referencia al método 7.066 de la AOAC, edición 1996.

f. Determinación de carbohidratos totales

2. Determinación de energía

Este es un cálculo que proporciona el valor del contenido energético que contiene el alimento y lo expresa en kilocalorías por cada 100 gramos de producto.

$$\text{Energía(kcal/100g)} = (\% \text{proteína} \times 9) + (\% \text{grasa total} \times 4) + (\% \text{carbohidratos} \times 4)$$

B. Estabilidad del ácido ascórbico en salsas verdes

(Controles y con chaya)

1. Determinación de ácido ascórbico por el método de titulación con 2,6-Dicloroindofenol

Hacer referencia al método 43.065 de la AOAC, edición 1996.

C. Seguridad alimentaria en salsas verdes

(Controles y con chaya)

1. Determinación de glucósidos cianogénicos

Hacer referencia al método 26.151 de la AOAC, edición 1996.

D. Evaluación sensorial en salsas

(Controles y con chaya)

1. Prueba de aceptabilidad por ordenamiento

- a. Principio

Las pruebas de aceptabilidad se emplean para determinar el grado de aceptación de un producto por parte de los consumidores

- b. Puntos críticos y precauciones

Evitar cualquier tipo de comunicación entre panelistas en el momento de la evaluación sensorial. Lo ideal es que cada panelista tenga un espacio individual, ventilado y perfectamente iluminado.

c. Equipo

Cabinas para la evaluación sensorial (pueden utilizarse mesas y tabiques de madera de 1x1 m² y bancos)

d. Materiales

Bandejas de plástico, boletas de evaluación, cucharones, marcadores, paletas de madera, platos plásticos blancos, sartenes, servilletas de papel, vasos plásticos blancos.

e. Procedimiento

e.1. Descripción de la tarea de los panelistas

Se les pide que ordenen las muestras codificadas con base en su aceptabilidad, desde la menos aceptada hasta la más aceptada. No se permite la ubicación de dos muestras en la misma posición.

e.2. Presentación de las muestras

Tres muestras son presentadas en recipientes idénticos, codificados con números aleatorios de tres dígitos. Cada muestra recibe un número diferente. Todas las muestras se presentan

sumultáneamente a cada panelista, en un orden balanceado o en un orden aleatorio. Saborear las muestras más de una vez sí es permitido.

e.3. Boleta de evaluación

Nombre: _____

Fecha: _____

EVALUACIÓN SENSORIAL

Sírvase observar y probar cada una de las muestras de salsa en el orden indicado a continuación. Asigne el valor 1 a la que tenga el color más aceptable, el 2 a la que le siga, y el 3 a la que tenga el color menos aceptable. Evite asignar el mismo rango a dos muestras.

Código	Rango asignado
_____	_____
_____	_____
_____	_____

Sírvase probar cada una de las muestras de salsa en el orden indicado a continuación. Asigne el valor 1 a la que tenga el olor más aceptable, el 2 a la que le siga, y el 3 a la que tenga el olor menos aceptable. Evite asignar el mismo rango a dos muestras.

Código	Rango asignado
_____	_____
_____	_____
_____	_____

Sírvase probar cada una de las muestras de salsa en el orden indicado a continuación. Asigne el valor 1 a la que tenga el sabor más aceptable, el 2 a la que le siga, y el 3 a la que tenga el sabor menos aceptable. Evite asignar el mismo rango a dos muestras.

Código	Rango asignado
_____	_____
_____	_____
_____	_____

Sírvase probar cada una de las muestras de salsa en el orden indicado a continuación. Asigne el valor 1 a la que tenga la textura más aceptable, el 2 a la que le siga, y el 3 a la que tenga la textura menos aceptable. Evite asignar el mismo rango a dos muestras.

Código	Rango asignado
_____	_____
_____	_____
_____	_____

e.4. Análisis de datos

Se suma el total de los valores de posición asignados a cada muestra. A continuación, se determinan las diferencias significativas entre muestras al comparar los totales de los valores de posición de todos los posibles pares de muestras utilizando la prueba de Friedman. En el apéndice se presentan las tablas empleadas para esta prueba para 3 a 100 panelistas. Las diferencias entre todos los posibles pares se comparan con el valor crítico tabulado, con base en un nivel de significancia pre-establecido ($\alpha=0.01$, $\alpha=0.05$) y al número de panelistas y muestras empleadas en la evaluación. Esta comparación indicará si existe diferencia estadística significativa entre el nivel de aceptabilidad de las muestras, dependiendo si la diferencia entre valores es igual, mayor o menor al valor crítico proporcionado en la tabla.

e.5 Cálculos

Se suma el total de los valores de posición asignados a cada muestra. Se determinan las diferencias entre muestras comparando los totales de los valores de posición de todos los posibles pares de muestras al utilizar la prueba de Friedman.

E. Receta de salsa verde

1. Ingredientes, materiales y equipo de cocina

Ingredientes

Tomates medianos (70g aprox.), miltomates (70g aprox.), cebolla mediana (35g aprox.), Cilantro (15g aprox.), especias, hojas de chaya, aceite vegetal, chile pimiento y ajo.

Utensilios de cocina

Tabla de picar, cuchillo, sartén, paletas de madera, licuadora, estufa y ollas.

2. Preparación de la salsa verde con 0, 10 y 20% p/p chaya

Se pesan y doran los tomates, miltomates, ajo y chile pimiento en el sartén. Se pesan y cuecen por separado (según porcentaje de contenido de chaya) las hojas de chaya por 10 minutos en 50ml de agua cada porción. Una vez dorados los tomates, miltomates, ajo y chile pimiento, se colocan en la licuadora, a ésta se le agrega a la hoja de chaya cocida, el cilantro, las especias y se licuan hasta lograr una apariencia homogénea. Este proceso toma aproximadamente 5 minutos. Se separa el licuado de salsa en tres porciones iguales. Se añade la hoja de chaya cocida a cada porción de salsa, según porcentaje fijado anteriormente (en base al peso de ingredientes crudos). En una olla se calienta el aceite y cuando éste

alcanza su punto de ebullición, se agrega la salsa y se fríe por 10 minutos. Se esterilizan los frascos de vidrio, en autoclave, por 15 minutos. Finalmente se llenan los frascos esterilizados con la salsa de tomate, en caliente.

F. Determinación de la estabilidad de vitamina C en salsas de tomate con 0,10 y 20% p/p chaya almacenadas en incubación y refrigeración

1. Principio

La vitamina C es muy sensible a altas temperaturas. Al aumentar la temperatura, el proceso de oxidación se ve acelerado al transformar el ácido ascórbico a ácido dehidroascórbico y finalmente a melanoidinas. Al exponer un alimento que contiene vitamina C como antioxidante y uno sin vitamina C ocurre una degradación acelerada en ambos, sin embargo, en el primero ésta degradación será retardada debido a la presencia del ácido ascórbico. Este procedimiento proporciona una idea de la estabilidad que la vitamina C proporciona al primer alimento comparado con el segundo.

2. Precauciones y puntos críticos

Todas las muestras de alimentos por analizar deben prepararse y almacenarse de forma idéntica y asépticamente para evitar la contaminación microbiana.

3. Equipo

Incubadora/Refrigeradora

4. Materiales

50 Frascos de vidrio esterilizados de 250 ml

5. Procedimiento

Se determina el contenido inicial de vitamina C en las 3 distintas salsas de tomate con 0,10 y 20% chaya, en triplicado. Se envasan 250ml de la salsa preparada en el inciso E.2., en cada uno de los frascos de vidrio esterilizados. Se almacena la mitad de los frascos de vidrio con salsa en la incubadora a 37°C, y la otra mitad en una caja en refrigeración (3.5°C). Cada 5 días, durante 25 días, se toman tres frascos de la incubadora y tres frascos de la caja, de tal forma que se tengan 6 muestras de salsa (una por frasco) y se les determina el contenido de vitamina C, según el método descrito en el inciso B.1. de la metodología. Se promedian los valores del contenido de vitamina C determinados en los 3 frascos de la incubadora y los de los 3 frascos

almacenados en refrigeración. Al final de cada determinación se grafican los valores de vitamina C obtenidos en una gráfica de contenido de vitamina C vs tiempo de almacenamiento.

G. Recopilación de recetas que utilizan la hoja de chaya

Se pide la colaboración de personas que conocen y consumen la hoja de chaya, pidiéndoles compartir sus recetas con nosotros y autoricen la publicación de las mismas.

VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Basándose en el conocimiento del poder antioxidante del ácido ascórbico y del alto contenido de éste en la hoja de chaya, se planteó y verificó la hipótesis de utilizar esta hoja como un preservante alimenticio natural. Se principió al verificar experimentalmente el contenido de ácido ascórbico en la hoja de chaya y se determinó un valor de 2.7 mg/g (base fresca).

A. Modelo del sistema alimenticio en el que se evaluó el efecto antioxidante de la hoja de chaya en alimentos

Se seleccionó una salsa verde para evaluar el efecto antioxidante de la hoja de chaya en alimentos, de tal manera que ésta no afectara sus características organolépticas y, por consiguiente, su nivel de aceptabilidad.

1. Caracterización del sistema alimenticio (salsa verde)

Se trabajaron cinco muestras de salsa verde. La variación fue la concentración de ácido ascórbico de cada salsa, y ésta se trabajó de la siguiente forma: salsa patrón, salsa patrón más 8.7% p/p chaya, 16.9% p/p chaya, 0.27 mg/g y 0.54 mg/g ácido ascórbico reactivo grado analítico (vit.C reactivo g.a.). Las caracterizaciones de las salsas se realizaron en duplicado

mediante análisis proximal, determinación de fibra cruda, glucósidos cianogénicos y energía. Los resultados se presentan a continuación:

Tabla # 1: Composición proximal por 100g de porción seca de salsas con 0, 8.7 y 16.9 % p/p de chaya

Base seca	Proteína				Cenizas				Grasa				Fibra Cruda				Crbh.	Humedad			
	Prom.	+-	S.D.	C.V.	Prom.	+-	S.D.	C.V.	Prom.	+-	S.D.	C.V.	Prom.	+-	S.D.	C.V.		Prom.	+-	S.D.	C.V.
Salsa con	8.00	+-	0.34	4.24	16.75	+-	0.41	2.45	30.20	+-	0.01	0.02	10.27	+-	1.49	14.51	34.78	84.79	+-	0.79	0.93
0% Chaya	10.24	+-	0.18	1.80	15.58	+-	0.15	0.96	32.50	+-	0.44	1.35	11.73	+-	3.40	28.99	29.95	86.94	+-	0.04	0.04
8.7 % Chaya	14.06	+-	0.27	1.91	14.11	+-	0.01	0.05	31.65	+-	3.54	11.19	12.78	+-	0.31	2.45	27.40	87.99	+-	1.38	1.57

En el análisis proximal se determinó que no existe diferencia estadística significativa al aplicar el análisis de varianza ($\alpha=0.05$), en la composición proximal de las salsas. El valor estadístico requerido, conocido como "F", para que sí exista diferencia estadística significativa debe ser $F > 3.63$ y el dato experimental corresponde a $F = 0.006$.

La razón del elevado contenido de grasa en las muestras es que durante la preparación de las salsas se agregó una elevada cantidad de aceite para el proceso de fritura (210°C), indispensable para la preservación de la misma (aumento de vida de anaquel).

En cuanto al análisis de fibra cruda, se determinó que a mayor contenido de chaya, mayor es el contenido de fibra cruda. Esto era evidente al observar y degustar las salsas.

Se determinaron altos contenidos de humedad. El contenido de agua es importante debido a que es una medida de las reacciones químicas,

enzimáticas y microbiológicas que se efectúan en las salsas y que son las tres principales causas de deterioro en un alimento.

Los valores de energía (obtenidos mediante fórmula establecida) aumentan al incrementar el contenido de chaya en la hoja.

Tabla # 2

Cálculo de energía en salsas de tomate con 0, 8.7 y 16.9 % p/p de Chaya

Muestra de Salsa	Energía (kcal/100g)
Control 0% de Chaya	331.16
Nivel 1 de Chaya (8.7%)	355.30
Nivel 2 de Chaya (16.9%)	360.41

Los valores obtenidos en el análisis de glucósidos cianogénicos para la salsa control y las salsas con vit.C reactivo g.a., fueron de 0mgHCN/g. En cambio, los contenidos de glucósidos cianogénicos determinados en las muestras de salsa con 8.7 y 16.9% de chaya fueron de 0.166 ± 0.00 y 0.228 ± 0.10 mgHCN/g, respectivamente. Este resultado indica que no existe riesgo alguno al ingerir la salsa, puesto que el contenido de glucósidos cianogénicos (tóxicos) son bastante bajos y considerablemente menores a la dosis letal, que es de 0.5-3.5 mg/kg del peso del cuerpo.

Tabla # 3

Determinación de glucósidos cianogénicos en salsas de tomate-miltomate-chaya

Muestra	Media	D.S.	C.V.
Control	0.023	0.000	1.730
Chaya 8.7%	0.166	0.000	0.200
Chaya 16.9%	0.228	0.100	0.330
Reactivo (0.54mg/kg)	0.027	0.000	1.730

2. Evaluación sensorial de la salsa verde con 0,8.7 y16.9% p/p chaya

En evaluación sensorial se analizó el efecto que tiene la adición de hojas de chaya en la salsa verde, en las características organolépticas de la misma (color, olor, sabor y textura). Se utilizó la prueba de aceptabilidad por ordenamiento. Para ello se seleccionaron 30 panelistas no entrenados. Se dividió el grupo en dos partes y se les pidió que realizaran la prueba para las distintas salsas verdes. Los resultados se analizaron mediante la prueba de Friedman, al usar un $\alpha = 0.05$.

El resultado para la evaluación sensorial del color muestra que sí existe diferencia estadística significativa ($\alpha=5\%$) entre el nivel de aceptabilidad de salsa control y salsas con chaya. Los panelistas mostraron preferencia por el color de la salsa control sobre las salsas con chaya. Esto se debe, probablemente, a que nuestra cultura no está familiarizada con el consumo de alimentos verdes y oscuros, y la salsa verde se torna más oscura a medida que aumenta el contenido de chaya en la misma. Las salsas con 8.7 Y 16.9 %

chaya, no mostraron diferencia estadística significativa entre sí. El resultado de la evaluación sensorial de olor es igual al anterior. Las salsas con 8.7 Y 16.9 % p/p de chaya no mostraron diferencia estadística significativa en el nivel de aceptabilidad. En cuanto a la evaluación sensorial del sabor, el resultado obtenido muestra que sí existe diferencia estadística significativa ($\alpha=5\%$) entre la muestra control y la muestra de salsa con 16.9% p/p chaya. La preferencia es nuevamente para la salsa control. No se puede establecer si realmente existe diferencia estadística significativa ($\alpha=5\%$) entre el nivel de aceptabilidad de sabor de la salsa control y la salsa con 8.7% chaya, puesto que el valor obtenido en los resultados es idéntico al valor crítico tabulado, a un $\alpha=5\%$, en las tablas de Hollander y Wolfe. Sin embargo, si se utiliza un $\alpha=1\%$, sí existe diferencia estadística significativa, y nuevamente los panelistas mostraron preferencia por la salsa control.

Estos dos últimos resultados probablemente se vieron afectados por un error de estímulo, es decir que fueron influenciados por el color de las muestras, y "la selección o evaluación de la calidad del alimento difícilmente pueden realizarse sin tomar en cuenta el color del mismo" (Meggos, 1994). Estas pruebas se podrían mejorar si en el momento de realizar la evaluación sensorial se utilizara iluminación con luces de distintos colores, tales como rojas y

amarillas, las cuales encubren las diferencias de color y de esta forma, el resultado se ve libre de error por estímulo.

Los resultados de la evaluación sensorial de textura de las salsas verdes con 0, 8.7 Y 16.9% p/p chaya difieren a los resultados anteriores, puesto que se observa que no existe diferencia estadística significativa entre el nivel de aceptación de la textura de salsa control y salsa con 16.9% p/p chaya. Tampoco se observa diferencia estadística significativa al comparar la aceptación de textura de las muestras con 8.7 y 16.9% p/p chaya. Sin embargo, sí existe diferencia estadística significativa entre la aceptabilidad de la textura de salsas con 0 y 8.7% p/p chaya.

B. Evaluación del efecto antioxidante de la hoja de chaya en alimentos

1. Procedimientos de extracción de ácido ascórbico para luego cuantificarlo por el método de titulación con 2,6 dicloroindofenol

Para la cuantificación de vitamina C en las salsas verdes se determinó cual de tres distintos métodos, es el más eficiente para la extracción de este compuesto en una muestra de salsa. Se evaluaron los métodos de extracción con mortero, vortex y licuadora.

Tabla # 4

Resultados de los diferentes métodos de extracción de ácido ascórbico

Muestra de salsa verde	Vit.C(mg/g)	D.E.
Ácido ascórbico extraído de la salsa 8.7% chaya con licuadora (n días de almacenamiento) peso fresco	0.69	0.13
Ácido ascórbico extraído de la salsa 8.7% chaya con vortex (n días de almacenamiento) peso fresco	0.74	0.03
Ácido ascórbico extraído de la salsa 16.9% chaya con mortero (n ₂ días de almacenamiento) peso seco	2.03	0.02
Ácido ascórbico extraído de la salsa 16.9% chaya con vortex (n ₂ días de almacenamiento) peso seco	2.33	0.06

Se observa que se logra una mejor extracción de vit. C al utilizar el vortex, que al usar el mortero o licuadora. Esto se comprueba estadísticamente mediante la prueba t de student ($\alpha=5\%$). En la extracción de vit. C con mortero y licuadora no se encontró diferencia estadística significativa. Estos resultados se deben al tipo y tamaño de muestra analizada. El tipo de muestra es pastoso pero homogéneo, por lo que requiere de una fuerte agitación para liberar el ácido ascórbico presente en ella. En cuanto al volumen de la muestra, el análisis aplicado no requiere de una gran cantidad, por lo que resultó no sólo más práctico, sino más efectivo el uso del vortex.

2. Evaluación del efecto antioxidante de la hoja de chaya en salsas verdes con 0%p/p chaya, 8.7%p/p chaya, 16.9% p/p chaya, y salsas con 0.27 y 0.54 mg/g reactivo ácido ascórbico grado analítico en dos formas de almacenamiento: refrigeración e incubación.

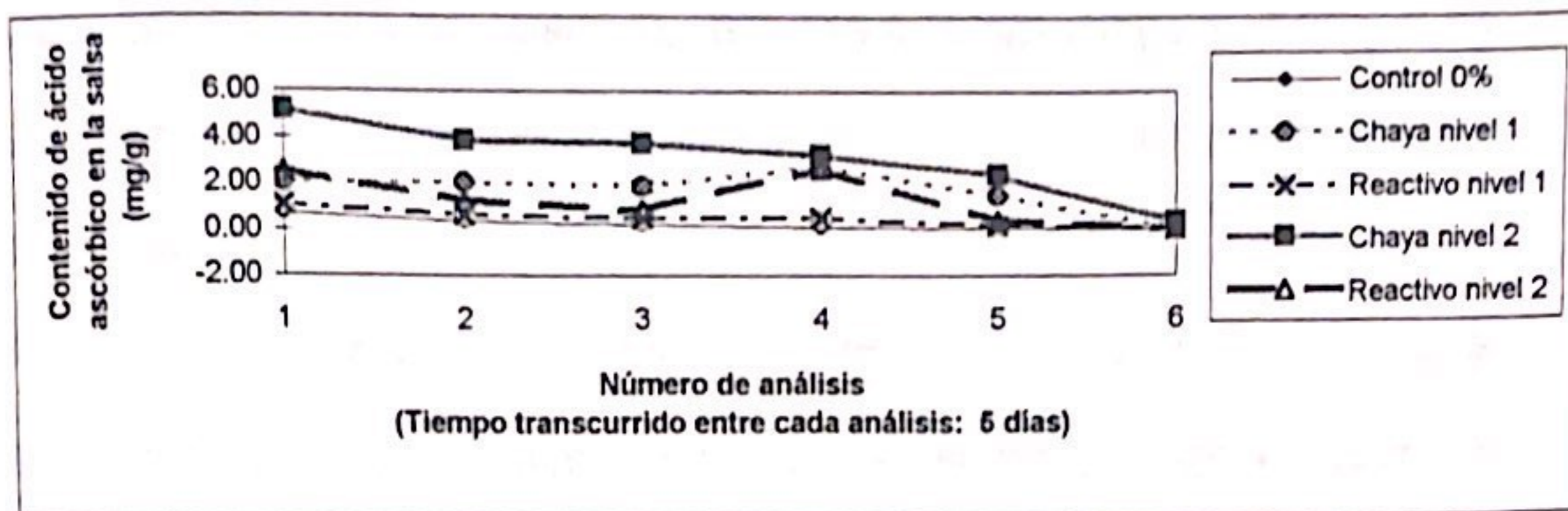
En las pruebas de almacenamiento de las muestras de salsa verde, tanto de refrigeración como de incubación, hubo cierta variación en el método indicado en la sección de Metodología. El cambio consiste en la concentración de chaya y reactivo en las salsas verdes, las cuales fueron salsa con 0, 8.7, 16.9 % p/p de chaya y las salsas con 0.27 y 0.54 mg/g reactivo ácido ascórbico grado analítico. Se observó que al agregar hoja de chaya a la salsa verde, existe un notable incremento de vitamina C en la misma. Las muestras de salsa aumentan su contenido de ácido ascórbico en aproximadamente un 200% para la muestra de 8.7% p/p chaya y un 650% en las muestras con 16.9% p/p de chaya sobre la muestra control.

En la prueba de almacenamiento en incubación (40°C) de las salsas verdes con 0, 8.7, 16.9% p/p chaya, se detectó gran inestabilidad en el contenido de ácido ascórbico de las salsas a través del tiempo. Este baja con mayor rapidez que el contenido de ácido ascórbico de la muestra control y que las muestras con reactivo vit. C grado analítico. A pesar que el contenido de vit.C en las muestras de salsa con chaya bajan con rapidez, éstos se mantienen siempre superiores al resto de salsas. No se determinó un valor numérico de la rapidez a la cual disminuye el contenido del ácido ascórbico en las muestras de salsas con chaya, debido a que en las mediciones 4 y 5, que corresponden a los 15 y 20 días de almacenamiento respectivamente, se obtuvieron valores de ácido

ascórbico demasiado altos, incluso mayores al valor inicial (0 días de almacenamiento). Este comportamiento obviamente es ilógico y resulta difícil explicarlo, ya que no es posible que se forme ácido ascórbico durante el almacenamiento, al contrario, éste se oxida, se destruye. Inicialmente se consideró la posibilidad de que un interferente estuviera reaccionando con el 2,6 dicloroindofenol, lo cual conduce a lecturas erróneas. Sin embargo este aumento del contenido de vitamina C no fue constante a través del tiempo, por lo que esta hipótesis quedó rechazada. Otra posible explicación, y la más probable, es que haya existido diferente grado de oxidación en cada muestra de salsa. Esto se explica por un descuido en el momento de envasado de las mismas. El envasado idealmente debe ser a una alta temperatura (de tal forma que se forme vacío) y a un mismo nivel (volumen) para cada muestra de salsa. De no ser así, queda un espacio con oxígeno presente entre la tapa y la salsa, el cual eventualmente conduce a la oxidación y deterioro del alimento. El oxígeno es el principal agente destructor del ácido ascórbico.

Gráfica # 1

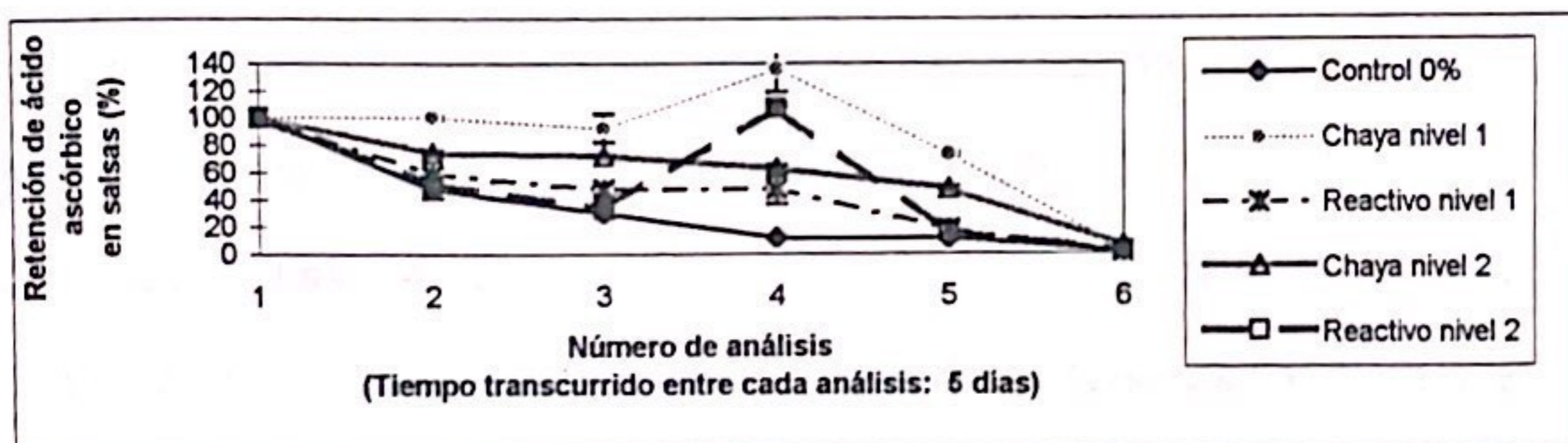
Estabilidad del ácido ascórbico en salsas verdes almacenadas en incubación (40 °C)



El control corresponde a la salsa patrón 0% p/p chaya, chaya nivel 1 corresponde al control más 8.7% p/p chaya, reactivo nivel 1 corresponde al control más 0.27 mg vit.C reactivo/g salsa, chaya nivel 2 corresponde al control más 16.9% p/p chaya, reactivo nivel 2 corresponde al control más 0.54 mg vit.C reactivo/g salsa.

Gráfica # 2

Disminución del contenido de ácido ascórbico en salsas (porcentajes), para muestras almacenadas en incubación (40°C)



El control corresponde a la salsa patrón 0% p/p chaya, chaya nivel 1 corresponde al control más 8.7% p/p chaya, reactivo nivel 1 corresponde al control más 0.27 mg vit.C reactivo/g salsa, chaya nivel 2 corresponde al control más 16.9% p/p chaya, reactivo nivel 2 corresponde al control más 0.54 mg vit.C reactivo/g salsa.

Se considera que el error del procedimiento estuvo en el momento del envasado de las 180 muestras de salsa. Se llenaron 36 frascos color ámbar de 1 onza por cada muestra de salsa: 0, 8.7, 16.9 % p/p chaya y 0.27 y 0.54 mg/g de reactivo ácido ascórbico grado analítico. Las determinaciones se hicieron en triplicado para cada muestra en refrigeración y para cada muestra en incubadora. Para evitar la contaminación microbiológica es indispensable esterilizar los frascos inmediatamente antes del llenado y luego envasar en caliente. Por la limitación del tiempo para todo este procedimiento, no se aseguró que todos los frascos quedaran llenos al mismo nivel, ni que fueran llenados a la misma temperatura. Por lo tanto, si unos frascos fueron llenados con salsa hasta el tope y otros no, los primeros tienen mayor probabilidad de retener el ácido ascórbico que los segundos. Para probar este punto, se hizo un nuevo experimento. Se envasó, en triplicado, un licuado de chaya a la mitad del frasco y otro al llenar el frasco hasta el tope. Estos se almacenaron en incubación por 5 días a 40°C y después se determinó el contenido de vitamina C de los mismos. Confirmando la hipótesis anterior, los licuados de chaya que se almacenaron hasta el tope del frasco mostraron un mayor contenido de vitamina C que los que se almacenaron a la mitad del mismo. Los valores promedio encontrados fueron de 0.56 ± 0.04 mg/g para el frasco lleno y de 0.49 ± 0.01 para el frasco envasado a la mitad. Se confirmó que éste fue un

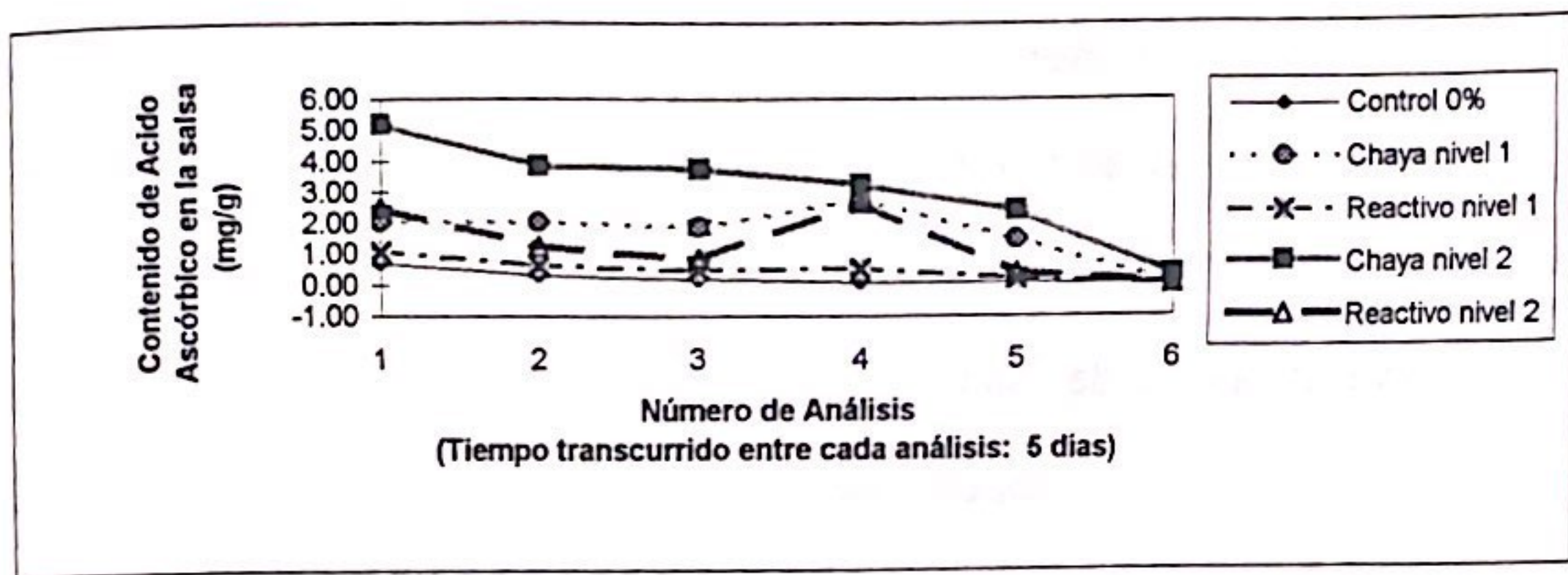
error experimental que afectó la investigación y debe de tomarse en consideración y evitarse en estudios posteriores.

En las pruebas de almacenamiento en refrigeración (3.5°C) se observó un comportamiento similar al de almacenamiento en incubación. Al analizar el comportamiento de la disminución del contenido de ácido ascórbico en porcentajes, se puede observar que en el almacenamiento en refrigeración de las salsas control y las que contienen 0.27 y 0.54 mg/g de vit.C reactivo g.a. decaen proporcionalmente con el tiempo. Sin embargo no se puede decir lo mismo sobre el decremento de contenido de vitamina C en las muestras de chaya. Si se toma en consideración únicamente la primera y última medición, se observa que el nivel de vitamina C en las muestras de chaya decaen de 100 a 16%. Al ordenar de menor a mayor, y considerar nuevamente la primera y última medición, las estabilidades de vit.C en las distintas muestras principian con la salsa control, que baja de 100 a 1.42%, en un período de 5 semanas, a ésta le sigue la muestra de salsa con 0.54 mg/g de vit.C reactivo, que baja de 100 a 8.66%. Luego están las muestras de chaya que bajan de 100 a 16%, y por último la salsa con 0.27 mg/g de vit.C reactivo que fue la más estable. Se esperaba que la salsa con 16.9% p/p chaya fuera la más estable, debido a los otros antioxidantes presentes en la hoja (β -caroteno, etc.), mientras que el

reactivo químico es lábil y carece de éstos, sin embargo, los resultados fueron distintos a lo esperado.

Gráfica # 3

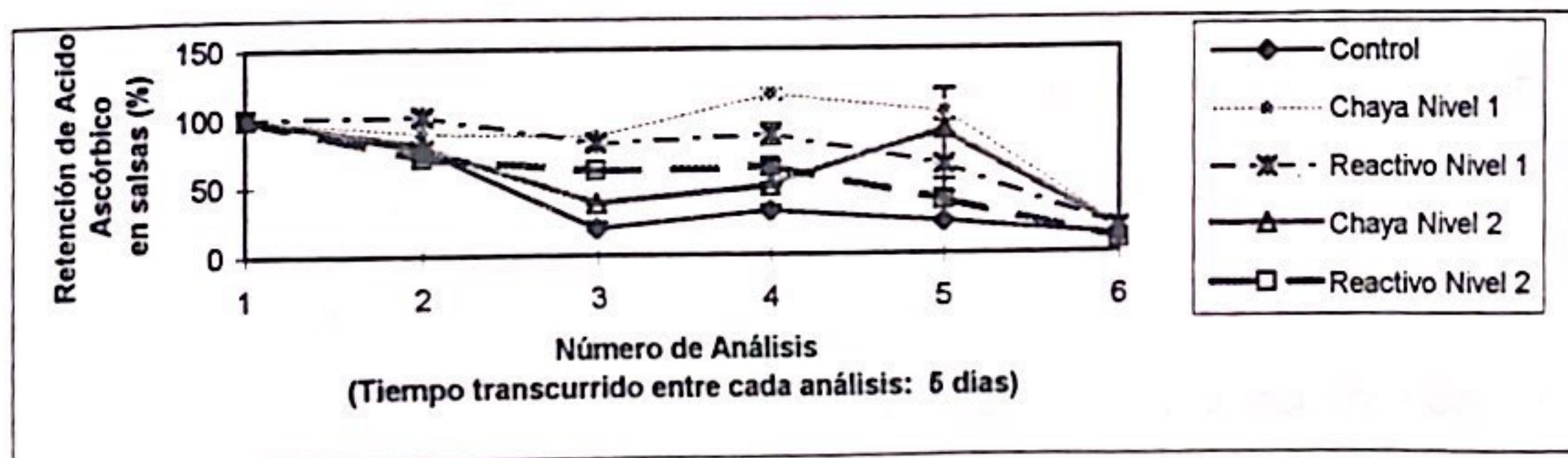
Estabilidad del ácido ascórbico en salsas verdes almacenadas en refrigeración (3.5 °C)



Chaya nivel 1 corresponde al control más 8.7% p/p chaya, Reactivo nivel 1 corresponde al control más 0.27 mg vit.C reactivo/g salsa, Chaya nivel 2 corresponde al control más 16.9% p/p chaya, Reactivo nivel 2 corresponde al control más 0.54 mg vit.C reactivo/g salsa.

Gráfica # 4

Decaimiento del contenido de ácido ascórbico en salsas (Porcentajes), almacenadas en refrigeración (3.5°C)



Chaya nivel 1 corresponde al control más 8.7% p/p chaya, Reactivo nivel 1 corresponde al control más 0.27 mg vit.C reactivo/g salsa, Chaya nivel 2 corresponde al control más 16.9% p/p chaya, Reactivo nivel 2 corresponde al control más 0.54 mg vit.C reactivo/g salsa.

Se le aplicó la prueba estadística ANOVA (apéndice) a las muestras. Por el tipo de diseño del experimento, se consideraron dos alternativas: ANOVA de dos vías con co-variable tiempo y ANOVA de tres vías. El ANOVA más apropiado es el primero, ya que este supone que el contenido de vitamina C decae con el tiempo y hace las correcciones necesarias, en este caso, para algunas de las cuartas y quintas mediciones que aparentemente dieron resultados erróneos. De todas formas, se efectuaron los 2 tipos de ANOVA y ambos mostraron que sí existe diferencia estadística significativa entre la muestra de salsa control y las muestras con chaya.

El ANOVA de tres vías muestra que la principal causa de variación es la concentración de las muestras. La segunda causa, en orden de importancia, es el tipo de almacenamiento que reciben las muestras y por último, el tiempo. El ANOVA con co-variable tiempo coincide con el resultado anterior, exceptuando el tiempo.

Basándose en el conocimiento de que muchos de los fenómenos en la naturaleza se comportan de forma logarítmica o exponencial, se realizó cada ANOVA con base en dos tendencias: lineal y logarítmica. Tal como se esperaba, los análisis de varianza en base logarítmica se adecuaron de mejor forma al diseño del experimento y esto se comprueba al obtener un mayor porcentaje de confiabilidad en el mismo (89.2%).

El ANOVA de tres vías en base lineal muestra un $r^2 = 0.789$, lo cual significa que el programa explica 78.9% del proceso. También muestra la superioridad del contenido de ácido ascórbico de las muestras de salsa con chaya sobre la control. El ANOVA de tres vías con tendencia logarítmica muestra un $r^2 = 0.892$, que explica 89.2% de proceso. En este caso, el ANOVA muestra que las salsas con 8.7 y 16.9% de chaya superan la media total de mediciones sobre la muestra control. También muestra que las salsas en refrigeración tienen un contenido de ácido ascórbico mayor a la media de las mediciones totales, al superar considerablemente el nivel de ácido ascórbico de muestras en incubación.

El ANOVA de dos vías con covariable tiempo proporcionó el mismo resultado que el de tres vías, pero su confiabilidad es menor, puesto que al analizarlo en la tendencia lineal, su $r^2 = 0.744$, explica 74.4% de los resultados obtenidos y el de tendencia logarítmica, muestra un $r^2 = 0.760$, que explica 76.0% de los resultados obtenidos.

Como se puede observar, la adición de hojas de chaya en salsa verde aumenta significativamente el contenido de ácido ascórbico en la misma, sin embargo, su comportamiento es bastante inestable comparado con el de la salsa control. A pesar de su inestabilidad, el nivel de ácido ascórbico de las

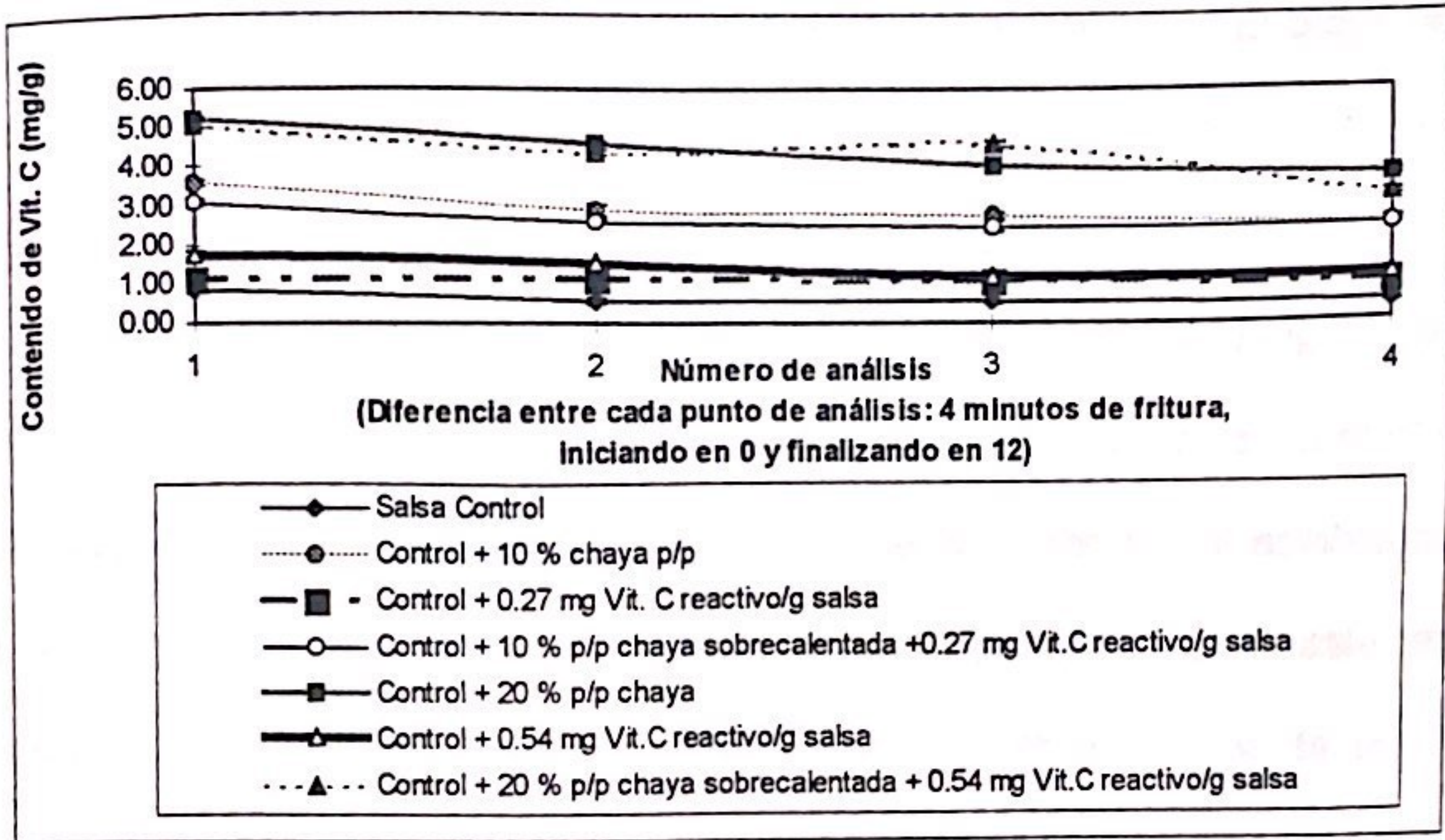
salsas con chaya es superior, en todo momento, al de la salsa control y las salsas con reactivo vit.C g.a.

3. Determinación de vitamina C en muestras de salsa verde con 0, 8.7 y 16.9%p/p chaya, con 0.27 y 0.54mg/g de reactivo ácido ascórbico grado analítico y salsas con 8.7 y 16.9%p/p chaya sobrecalentadas más 0.27 y 0.54mg/g reactivo ácido ascórbico grado analítico, a cuatro diferentes tiempos de fritura

Para profundizar el conocimiento sobre la estabilidad del ácido ascórbico de la chaya en alimentos se diseñó otra prueba. Se trabajaron siete distintas muestras (0, 8.7 y 16.9% p/p chaya, con 0.27 y 0.54 mg/g Vit.C reactivo g.a. y salsas con 8.7 y 16.9% p/p chaya sobrecalentadas durante 30 minutos para asegurar la destrucción total de la vitamina C presente más 0.27 y 0.54 mg/g Vit.C reactivo g.a. -añadido después del sobrecalentamiento- a 4 diferentes tiempos de fritura (0, 4, 8 y 12 minutos, Temp. aceite = 210°C). El objetivo de esta prueba era observar la función que ejercen los otros antioxidantes naturales presentes en la hoja de chaya (β -caroteno, tocoferoles, etc.) sobre la estabilidad de la vit.C presente en las salsas con chaya.

Gráfica # 5

Estabilidad del contenido de vitamina C en salsas a diferentes tiempos de fritura

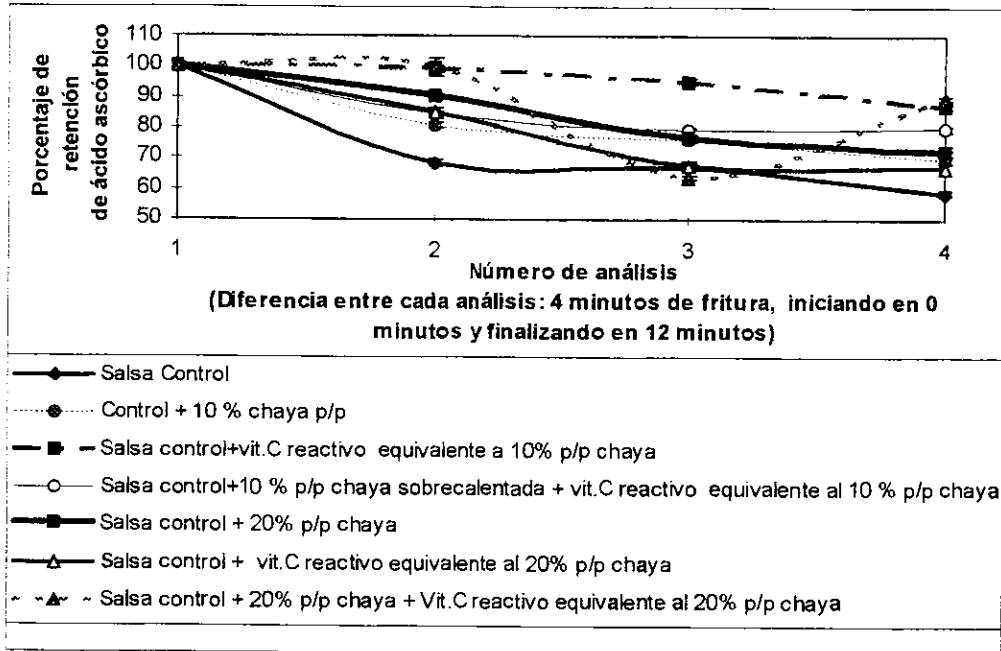


En esta prueba las salsas con chaya vuelven a tener los mayores contenidos de vit.C. El comportamiento del contenido de vit. C en las salsas muestra un descenso proporcional al tiempo de fritura. Se observó el efecto que tienen los otros antioxidantes presentes en la hoja de chaya (β -caroteno, tocoferoles, etc.) sobre la estabilidad de la vit. C de la misma, ya que a pesar de haber sobrecalentado las salsas con chaya, éstas mantuvieron un alto contenido de vit.C. Los otros antioxidantes funcionaron como una protección de la vit.C en la salsa. Esto se comprueba fácilmente al comparar el contenido de vit. C de las salsas más X cantidad de reactivo a los 0 minutos de fritura vs el contenido de vitamina C de las salsas con chaya sobrecalentadas, más la misma X cantidad

de reactivo a los 12 minutos de fritura, y analizar que a pesar de haber sido expuesto a altas temperaturas (210°C), el contenido de vit.C de las salsas con chaya sobrecalentadas más reactivo es mucho mayor al del resto. El orden del contenido de ácido ascórbico en las distintas muestras de salsa durante los cuatro tiempos de fritura es, de menor a mayor: control, 0.27 y 0.54 mg vit.C reactivo/g salsa y finalmente, las salsas con 10 y 20% p/p chaya. Al igual que las muestras almacenadas en refrigeración e incubación, las salsas control y las salsas con 0.27 y 0.54 mg vit.C reactivo/g salsa muestran mayor estabilidad en el comportamiento del contenido de ácido ascórbico, pero éste es apreciablemente menor. Al graficar estos resultados por porcentaje de ácido ascórbico perdido, se puede observar que la muestra que presenta una mayor caída (menor estabilidad en el contenido de ácido ascórbico) es la salsa control.

Gráfica # 6

Estabilidad de vitamina C en salsas a diferentes tiempos de fritura (porcentajes)



A continuación se pueden observar las pendientes o caídas del contenido de ácido ascórbico, según tiempo de fritura:

Tabla # 5

Pendientes de la gráfica contenido de ácido ascórbico vs. tiempo de fritura para la salsa verde con 0, 10 y 20% p/p chaya, con 0.27 y 0.54 mg/g de reactivo ácido ascórbico grado analítico y salsas con 10 y 20% p/p chaya sobrecalentadas más 0.27 y 0.54 mg/g reactivo ácido ascórbico grado analítico

Muestra de Salsa Verde	Tendencia Lineal		Tendencia Logarítmica	
	Pendiente	r ²	Pendiente	r ²
0% p/p chaya	-0.10	0.78	-0.23	0.90
10% p/p chaya	-0.35	0.90	-0.77	0.98
0.27mg vit.C reactivo g.a./g salsa	-0.21	0.76	-0.48	0.91
10%p/p chaya sobrecalentada más 0.27 mg vit.C reactivo/g salsa	-0.21	0.76	-0.48	0.91
20% p/p chaya	-0.50	0.97	-1.08	0.98
0.54mg vit.C reactivo g.a./g salsa	-0.21	0.91	-0.46	0.96
20%p/p chaya sobrecalentada más 0.54 mg vit.C reactivo/g salsa	-0.53	0.79	-1.09	0.71

Tal y como sucedió en el caso de las salsas almacenadas, la variación del contenido de vitamina C se adapta mejor al análisis si se utiliza una tendencia logarítmica. Se observa que la muestra de salsa que presenta la mayor pendiente en la gráfica contenido de ácido ascórbico vs. tiempo de fritura, es la muestra de salsa con 20% p/p de chaya sobrecalentada más 0.54 mg reactivo vit C g.a./g salsa, a ésta le sigue la muestra con 20% de chaya, 10% chaya, 0.27 mg reactivo vit C g.a./g salsa, 10% de chaya sobrecalentada más 0.27 mg vit C reactivo g.a./g salsa, 0.54 mg vit C reactivo g.a./g salsa y finalmente la de 0% p/p chaya.

Se realizó un ANOVA para este experimento (consultar apéndice) y este muestra que sí existe diferencia estadística significativa ($\alpha=5\%$) entre el contenido de ácido ascórbico de las muestras con y sin chaya, y que esta variación radica principalmente en la concentración de ácido ascórbico, seguida por el tiempo de fritura de la salsa.

VIII. CONCLUSIONES

Las salsas verdes con 0,10,20% p/p chaya (sistema alimenticio escogido para la determinación del efecto antioxidante de la chaya en alimentos) no mostraron diferencia estadística significativa ente sí en cuanto a su composición proximal. Para ello se utilizó la prueba estadística utilizada ANOVA ($\alpha = 0.05$).

En el análisis de glucósidos cianogénicos de las salsas con chaya se obtuvieron valores insignificantes, los cuales indican que no existe riesgo en la ingestión de las mismas. Esto confirma que la hoja de chaya puede ser utilizada como un antioxidante natural que cumple con la seguridad alimentaria.

Los resultados obtenidos en la evaluación sensorial de salsas con chaya (aceptabilidad por ordenamiento, Friedman a un $\alpha=0.05$) indican que la adición de esta hoja afecta significativamente el nivel de aceptabilidad en las características de color, olor y sabor de la salsa. Sin embargo, este resultado puede estar sujeto a un error de estímulo (color).

Se determinó que el mejor método de extracción de ácido ascórbico para una salsa es utilizando el vortex, comparado con mortero y licuadora. Esto se comprobó estadísticamente mediante la prueba t de student ($\alpha=5\%$).

En las pruebas de almacenamiento en incubación(40°C)/refrigeración(3.5°C) se determinó mayor estabilidad a través del tiempo, en el contenido de vitamina C de la salsa control y las salsas con reactivo, que en las salsas con chaya.

El principal error experimental en la prueba de almacenamiento consistió en el envasado, al no asegurarse de que todos los frascos quedaran llenos al mismo nivel, lo cual implicó variación en el grado de oxidación de cada muestra.

A la prueba de almacenamiento a distintas temperaturas se le aplicó dos ANOVA, el de dos vías con co-variable tiempo y el de tres vías. Se comprobó que el ANOVA más apropiado para esta sección es el primero, que supone que el contenido de vit. C decae con el tiempo y hace las correcciones del caso.

El ANOVA de tres vías muestra que la principal causa de variación en el contenido de ácido ascórbico de las salsas es la concentración de chaya/reactivo en las mismas, seguida por el tipo de almacenamiento y por último, el tiempo. El ANOVA con co-variable el tiempo coincide con el resultado anterior, exceptuando el tiempo.

Cada ANOVA se realizó con base en dos tendencias: lineal y logarítmica. Tal como se esperaba, los análisis de varianza con base logarítmica se adecuan de mejor forma al diseño del experimento y ésto se comprobó al obtener un mayor porcentaje de confiabilidad en el mismo (89.2%).

La confiabilidad de los ANOVA es de 78.9% para el de tres vías lineal, 89.2% para el de tres vías logarítmico, 76.0% para el de dos vías con covariable tiempo logarítmico y 74.4% para el de dos vías con covariable tiempo lineal.

Los ANOVA aplicados para la prueba de almacenamiento coinciden en que las salsas con 8.7 y 16.9% de chaya superan la media total de mediciones sobre la muestra control y las salsas con reactivo de vitamina C.

Los ANOVA aplicados para la prueba de almacenamiento también indican que las salsas en refrigeración muestran mayor estabilidad en el contenido de ácido ascórbico, que las muestras almacenadas en incubación.

En la prueba de distintos tiempos de fritura del sistema alimenticio se comprobó que los otros antioxidantes presentes en la hoja de chaya (β -caroteno, tocoferoles, etc.) sí ejercen protección sobre el ácido ascórbico de la salsa.

La prueba de distintos tiempos de fritura del sistema alimenticio muestra que las salsas con chaya poseen los mayores contenidos de vitamina C, y que éste descende proporcionalmente con el tiempo de fritura de cada salsa.

La salsa que mostró mayor estabilidad en la prueba de distintos tiempos de fritura fue la salsa control y la que mostró mayor inestabilidad fue la salsa con 20% p/p de chaya sobrecalentada más 0.54 mg reactivo.

El ANOVA realizado para la prueba de distintos tiempos de fritura del sistema alimenticio muestra que sí existe diferencia estadística significativa ($\alpha=5\%$) en el contenido de vit. C de las salsas. Esta variación radica en la concentración de chaya o reactivo en la salsa, seguida por el tiempo de fritura de las mismas.

IX. BIBLIOGRAFÍA

- Abdulwahab, M. , P. Addis, R. Epley & T. Krick. Wild Rice Hull Antioxidants.
1996 U.S.A. Journal of Agriculture and Food Chemistry 4(1):126-130.
- AOAC. Official Methods of Analysis. Décima cuarta. edición. U.S.A. William
1984 Byrd Press. 1141 pp.
- Badui, S. Química de los Alimentos. Tercera edición. México. Alhambra
1996 Mexicana. 648 pp.
- Blanchard, M. Sauce it!. Charlotte, Va. ,U.S.A. Garden Way Pub. 1pp.
1980
- Curley, L. Caracterización química y nutricional de hojas de chaya
1996 (Cnidocolus spp.) presentes en Guatemala. Tesis.
Universidad del Valle de Guatemala. Guatemala. 54 pp.
- Dziedzak, J. Getting Savy on Sauces. Food Technology (U.S.A.)
1991 41 (6): 84 - 87.
- Elías, L. , L. Jeffery, B. Watts, G. Ylimaki. Métodos sensoriales básicos para
1992 la evaluación de alimentos. Ottawa, Canadá. Centro Internacional
de Investigaciones para el desarrollo. 170 pp.
- Galford, E. Sauces. Alexandria, Va., U.S.A. Time-Life Boods. 123 p.
1983
- Giese, J. Antioxidants: Tools for Preventing Lipid Oxidation. Food Technology
1996 (U.S.A.) 50(11):73-80.
- Giese, J. Vitamin and Mineral Fortification of Foods. Food Technology
1995 (U.S.A.) 49(5):110-123.
- Hopia, A., S. Huang, K. Schwarz, B. German & E. Frankel. Effect of Different
1996 Lipid Systems on Antioxidant Activity of Rosemary Constituents
Carnosol and Carnosic Acid with and without α -Tocopherol.
Journal of Agriculture and Food Chemistry 44 (U.S.A.) (1): 2030-2036.

- Ismail, Y., M. Rustom, M. López-Leiva & B. Nair. UHT -Sterilized Peanut Beveragges: Kinetics of Physicochemical Changes during Storage and Shelf-Life . Prediction Modeling. Food Technology 61(1): 198-203.
- Machlin, L. & J. Huni. VITAMINS basics. Switzerland. Hoffmann - La Roche, 1994 Basel, 74 pp.
- Meggos, H. Effective Utilization of Food Colors. Food Technology (U.S.A.) 1994 48 (7):73.
- Pszczola, D. Discovering New Ethnic Foods. Food Technology (U.S.A.) 1996 50(7): 32.
- Pszczola, D. Lookin' Good: Improving the Appearance of Food Products. 1997 Food Technology (U.S.A.) 51 (11): 39-45.
- Ruberté, R. & F. Martin. Hojas Comestibles del Trópico. Puerto Rico. Amtilian 1975 College Press, Mayaguez. 245 pp.
- Sapers, G. Browning of Foods: Control by Sulfites, Antioxidants and Other Means. Food Technology (U.S.A.) 47(6):75-84. 1993
- Sloan, E. Prevents Disease! Tastes Great! Food Technology (U.S.A.) 1994 48 (8): 96 - 98.
- Sullivan, D. & D. Carpenter. Methods of Analysis for Nutrition Labeling. 1993 Arlington, Virginia. AOAC INTERNATIONAL. pp107.
- Taylor, S.L., Higley, N. & Bush. Sulfites in foods: Uses, analytical methods, residues, fate, exposure assessment, metabolism, toxicity, and hypersensitivity. Adv. Food Res. 30:1-76. 1986
- Vankerschaver, K. , F. Willcox, C. Smout, M. Hendrickx & P. Tobback. 1996 Modeling and Prediction of Visual Shelf Life of Minimally Porcessed Endive. Journal of Food Science (U.S.A.) 61(5):10941098.
- Vinson, J., Y. Dabbagh, M. Serry & J. Jang. Plant Flavonoids, Especially Tea Flavonols, Are Powerful Antioxidants Using an in Vitro Oxidation Model for Heart Disease. Journal of Agriculture and Food Chemistry (U.S.A.) 43(11):2800-2802. 1995

APÉNDICE

Determinación de ácido ascórbico (Vitamina C) en hojas de chaya

Para la estandarización se gastaron 15.9, 16.1 y 16.1 ml de 2,6 DCI, lo cual indica que la concentración promedio del 2,6 DCI es de 0.125 +/- 0.000, con un coeficiente de variación de 0.723.

Al titular la solución patrón de ácido ascórbico 1mg/ml, se utilizaron 0.00 ml DCI (Blanco)

Tabla # 1: Determinación de ácido ascórbico (vitamina C) en hojas de chaya, variedad I

Muestra	Peso(g)	Vol.DCI	Vit.C mg/ml (Peso seco)	Promedios	Prom.total	Prom.total (mg/g)
1	2.06	7.90	24.38	25.62	28.84	2.88
2	2.06	8.80	27.16			
3	2.06	8.20	25.31			
4	2.11	8.60	25.71	25.61		
5	2.11	8.70	26.01			
6	2.11	8.40	25.11			
7	2.09	10.70	32.22	32.07		
8	2.09	10.60	31.92			
9	2.09	10.65	32.07			

El factor de corrección por humedad tiene un valor de 0.20

Análisis proximal de las salsas verdes

(Resultados en base al peso seco y peso fresco de las muestras)

Tabla # 2: Determinación del porcentaje humedad en salsas verdes con 0, 8.7 y 16.9 % p/p de chaya

Base seca			
Muestra de Salsa	Promedio %	+ - S.D.	C.V.
Control 0% de Chaya	84.79	+ - 0.79	0.93
Nivel 1 de Chaya (8.7%)	86.94	+ - 0.04	0.04
Nivel 2 de Chaya (16.9%)	87.99	+ - 1.38	1.57

Base Fresca			
Muestra de Salsa	Promedio %	+ - S.D.	C.V.
Control 0% de Chaya	84.79	+ - 0.79	0.93
Nivel 1 de Chaya (8.7%)	86.94	+ - 0.04	0.04
Nivel 2 de Chaya (16.9%)	87.99	+ - 1.38	1.57

Tabla # 3: Determinación del porcentaje cenizas en salsas verdes con 0, 8.7 y 16.9 % p/p de chaya

Base seca			
Muestra de Salsa	Promedio %	+ - S.D.	C.V.
Control 0% de Chaya	16.75	+ - 0.41	2.45
Nivel 1 de Chaya (8.7%)	15.58	+ - 0.15	0.95
Nivel 2 de Chaya (16.9%)	14.11	+ - 0.01	0.05

Base Fresca			
Muestra de Salsa	Promedio %	+ - S.D.	C.V.
Control 0% de Chaya	2.55	+ - 0.06	2.45
Nivel 1 de Chaya (8.7%)	2.03	+ - 0.02	0.95
Nivel 2 de Chaya (16.9%)	1.69	+ - 0.00	0.05

Tabla # 4: Determinación del porcentaje grasa en salsas verdes con 0, 8.7 y 16.9 % p/p de chaya

Base seca			
Muestra de Salsa	Promedio %	+ - S.D.	C.V.
Control 0% de Chaya	30.20	+ - 0.01	0.02
Nivel 1 de Chaya (8.7%)	32.50	+ - 0.44	1.35
Nivel 2 de Chaya (16.9%)	31.65	+ - 3.54	11.19

Base Fresca			
Muestra de Salsa	Promedio %	+ - S.D.	C.V.
Control 0% de Chaya	4.59	+ - 0.00	0.02
Nivel 1 de Chaya (8.7%)	4.25	+ - 0.06	1.35
Nivel 2 de Chaya (16.9%)	3.80	+ - 0.43	11.19

Tabla # 5: Determinación del porcentaje proteína en salsas verdes con 0, 8.7 y 16.9 % p/p de chaya

Base seca			
Muestra de Salsa	Promedio %	+ - S.D.	C.V.
Control 0% de Chaya	8.00	+ - 0.34	4.24
Nivel 1 de Chaya (8.7%)	10.24	+ - 0.18	1.80
Nivel 2 de Chaya (16.9%)	14.06	+ - 0.27	1.91

Base Fresca			
Muestra de Salsa	Promedio %	+ - S.D.	C.V.
Control 0% de Chaya	1.22	+ - 0.05	4.24
Nivel 1 de Chaya (8.7%)	1.34	+ - 0.02	1.80
Nivel 2 de Chaya (16.9%)	1.69	+ - 0.03	1.91

Tabla # 6: Determinación del porcentaje fibra cruda en salsas verdes con 0, 8.7 y 16.9 % p/p de chaya

Base seca			
Muestra de Salsa	Promedio %	+ - S.D.	C.V.
Control 0% de Chaya	10.27	+ - 1.49	14.56
Nivel 1 de Chaya (10%)	11.73	+ - 3.40	28.96
Nivel 2 de Chaya (20%)	12.78	+ - 0.31	2.45

Base Fresca			
Muestra de Salsa	Promedio %	+ - S.D.	C.V.
Control 0% de Chaya	1.56	+ - 0.23	14.56
Nivel 1 de Chaya (10%)	1.53	+ - 0.44	28.96
Nivel 2 de Chaya (20%)	1.53	+ - 0.04	2.45

Tabla # 7: Calculo del porcentaje de carbohidratos en salsas verdes con 0, 8.7 y 16.9 % p/p de chaya

Muestra de Salsa	Promedio %
Control 0% de Chaya	6.85
Nivel 1 de Chaya (10%)	5.45
Nivel 2 de Chaya (20%)	1.83

Tabla # 7: Determinación de glucósidos cianogénicos en salsas verdes

Muestra	Peso	Vol. Consumido AgNO3 (ml)	HCN (mg/g) peso seco	Media	D.S.	C.V.
Control	10.283	0.200	0.000	0.023	0.000	1.730
	9.459	0.200	0.000			
	10.636	0.300	0.069			
Salsa control + 8.7%chaya	10.355	0.500	0.204	0.166	0.000	0.200
	10.159	0.400	0.139			
	9.054	0.400	0.156			
Salsa control + 0.27 mg reactivo vit.C/g salsa	10.048	0.300	0.081	0.027	0.000	1.730
	9.407	0.200	0.000			
	9.131	0.200	0.000			
Salsa control + 16.9% chaya	10.276	0.700	0.315	0.228	0.100	0.330
	10.265	0.500	0.189			
	10.259	0.500	0.180			
Salsa control + 0.54 mg reactivo vit.C/g salsa	10.049	0.200				
	10.237	0.200				
	10.258	0.200				

Tabla # 8: Resultados de la evaluación sensorial

Número de Panelista no entrenado	Calificación otorgada por el panelista en la característica de											
	color			olor			sabor			textura		
	% chaya en la salsa			% chaya en la salsa			% chaya en la salsa			% chaya en la salsa		
	0%	10%	20%	0%	10%	20%	0%	10%	20%	0%	10%	20%
1	1	2	3	2	1	3	1	2	3	2	1	3
2	1	2	3	1	2	3	3	1	2	1	3	2
3	1	3	2	1	3	2	3	1	2	2	1	3
4	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	3	2
5	1	3	2	1	2	3	1	3	2	1	3	2
6	1	2	3	2	1	3	1	2	3	1	3	2
7	1	3	2	1	2	3	1	2	3	3	1	2
8	1	3	2	1	2	3	1	2	3	1	3	2
9	1	2	3	1	2	3	2	1	3	1	2	3
10	1	2	3	1	3	2	1	2	3	1	3	2
11	3	1	2	1	2	3	2	1	3	1	2	3
12	1	3	2	1	2	3	1	3	2	1	2	3
13	3	2	1	1	3	2	1	3	2	1	3	2
14	3	1	2	3	2	1	3	1	2	3	1	2
15	1	2	3	1	3	2	2	1	3	2	3	1
16	1	3	2	2	3	1	1	3	2	3	2	1
17	1	3	2	1	2	3	1	3	2	1	3	2
18	1	3	2	2	3	1	1	3	2	1	3	2
19	1	3	2	1	2	3	1	3	2	1	3	2
20	1	3	2	2	3	1	3	2	1	2	1	3
21	1	3	2	1	3	2	3	2	1	3	2	1
22	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2
23	1	3	2	1	2	3	1	2	3	1	3	2
24	1	3	2	1	3	2	2	1	3	3	2	1
25	1	3	2	1	3	2	1	2	3	1	2	3
26	1	3	2	1	3	2	1	3	2	2	3	1
27	3	1	2	2	1	3	1	2	3	2	3	1
28	3	1	2	1	3	2	1	2	3	1	2	3
29	1	2	3	2	3	1	1	2	3	2	1	3
30	1	2	3	2	1	3	1	3	2	1	2	3
31	3	2	1	3	2	1	1	3	2	1	3	2
32	1	3	2	2	1	3	3	1	2	3	1	2
Sumatoria	44	77	71	45	73	74	48	67	77	51	73	68

Tabla # 9: Contenido de vitamina C en salsas almacenadas en refrigeración a 3.5 °C

Muestra de Salsa	VitC(mg/g)+/-SD 0 días	VitC(mg/g)+/-SD 5 días	VitC(mg/g)+/-SD 10 días	VitC(mg/g)+/-SD 15 días	VitC(mg/g)+/-SD 20 días	VitC(mg/g)+/-SD 25 días
Control	0.68+/- 0.01	0.52+/- 0.02	0.31+/- 0.04	0.22+/- 0.02	0.16+/- 0.01	0.01+/- 0.01
Chaya Nivel 1	2.03+/- 0.05	1.81+/- 0.08	1.77+/- 0.04	2.37+/- 0.02	2.11+/- 0.29	0.33+/- 0.01
Reactivo Nivel 1	1.06+/- 0.00	1.07+/- 0.05	0.87+/- 0.04	0.93+/- 0.08	0.69+/- 0.22	0.21+/- 0.00
Chaya Nivel 2	5.19+/- 0.02	4.14+/- 0.12	1.95+/- 0.02	2.60+/- 0.06	4.71+/- 0.34	0.86+/- 0.01
Reactivo Nivel 2	2.47+/- 0.07	1.75+/- 0.07	1.52+/- 0.03	1.57+/- 0.13	0.96+/- 0.01	0.21+/- 0.01

Tabla # 10: Contenido de vitamina C en salsas almacenadas en incubadora a 40°C

Muestra de Salsa	VitC(mg/g)+/-SD 0 días	VitC(mg/g)+/-SD 5 días	VitC(mg/g)+/-SD 10 días	VitC(mg/g)+/-SD 15 días	VitC(mg/g)+/-SD 20 días	VitC(mg/g)+/-SD 25 días
Control	0.68+/- 0.01	0.32+/- 0.04	0.20+/- 0.02	0.08+/- 0.00	0.07+/- 0.01	0.01+/- 0.01
Chaya Nivel 1	2.03+/- 0.05	2.04+/- 0.02	1.89+/- 0.21	2.75+/- 0.34	1.48+/- 0.05	0.06+/- 0.00
Reactivo Nivel 1	1.06+/- 0.00	0.62+/- 0.05	0.50+/- 0.03	0.50+/- 0.12	0.18+/- 0.05	0.01+/- 0.00
Chaya Nivel 2	5.19+/- 0.02	3.84+/- 0.08	3.75+/- 0.03	3.24+/- 0.12	2.48+/- 0.11	0.32+/- 0.00
Reactivo Nivel 2	2.47+/- 0.07	1.25+/- 0.01	0.84+/- 0.05	2.64+/- 0.04	0.37+/- 0.03	0.04+/- 0.00

Tabla # 11
Estabilidad de ácido ascórbico en salsas almacenadas en refrigeración a 3.5 °C (Porcentajes)

Muestra	Vit. C en Salsa: 0 días				Vit. C en Salsa: 5 días				Vit. C en Salsa: 10 días				Vit. C en Salsa: 15 días				Vit. C en Salsa: 20 días				Vit. C en Salsa: 25 días									
	(mg/g)	%	Prom.%	CV	(mg/g)	%	Prom.%	CV	(mg/g)	%	Prom.%	CV	(mg/g)	%	Prom.%	CV	(mg/g)	%	Prom.%	CV	(mg/g)	%	Prom.%	CV						
Control	0.683	100.0	100.0	0.0	0.521	76.3	77.6	5.0	6.5	0.290	42.4	45.9	4.9	10.7	0.204	29.8	31.8	3.5	11.1	0.164	24.1	23.4	0.9	3.9	0.018	2.6	12.8	1.8	14.2	
Control	0.663	100.0			0.551	83.1				0.290	43.7				0.238	35.9				0.148	22.4				0.000	0.0				
Control	0.693	100.0			0.508	73.3				0.357	51.5				0.208	29.7				0.165	23.8									
Chaya 8.7% ⁹	1.993	100.0	100.0	0.0	1.902	95.4	89.3	5.3	6.0	1.745	87.6	87.1	0.5	0.5	2.390	119.9	116.7	3.4	2.9	2.450	122.9	104.0	16.5	15.8	0.387	19.4	18.9	0.7	3.7	
Chaya 8.7% ⁹	2.028	100.0			1.757	86.7				1.758	88.7				2.373	117.1				1.942	95.6				0.373	18.4				
Chaya 8.7% ⁹	2.082	100.0			1.787	85.8				1.812	87.0				2.357	113.2				1.941	93.2									
Reactivo N1	1.059	100.0	100.0	0.0	1.038	98.1	101.4	4.8	4.7	0.912	86.1	82.1	3.8	4.6	0.838	79.1	87.6	7.4	8.4	0.667	63.0	65.0	21.1	32.5	0.197	18.6	18.3	0.4	2.2	
Reactivo N1	1.059	100.0			1.050	99.2				0.832	78.6				0.970	91.6				0.475	44.9				0.190	18.0				
Reactivo N1	1.054	100.0			1.128	106.9				0.860	81.6				0.972	92.2				0.917	87.0									
Chaya 16.9%	5.203	100.0	100.0	0.0	4.215	81.0	79.8	2.5	3.1	1.935	37.2	37.6	0.4	1.2	2.546	48.9	50.0	1.1	2.2	4.502	86.5	90.8	6.5	7.1	0.677	16.9	17.0	0.3	1.5	
Chaya 16.9%	5.193	100.0			3.997	77.0				1.976	38.1				2.657	51.2				5.098	98.2				0.694	17.2				
Chaya 16.9%	5.162	100.0			4.204	81.5				1.945	37.7				2.581	50.0				4.519	87.6									
Reactivo N2	2.433	100.0	100.0	0.0	1.762	72.4	70.7	1.8	2.5	1.489	61.2	61.4	0.8	1.3	1.433	58.9	63.5	4.0	6.4	0.946	38.9	30.6	15.2	49.6	0.221	9.1	8.8	0.3	3.6	
Reactivo N2	2.428	100.0			1.672	68.9				1.512	62.3				1.585	65.3				0.968	39.8				0.209	8.6				
Reactivo N2	2.554	100.0			1.807	70.7				1.551	60.7				1.694	66.3				0.335	13.1									

El control se refiere a la salsa patrón, y las muestras con chaya al patrón más el porcentaje de chaya indicado (peso seco).
 El Reactivo N1 se refiere a la salsa patrón más 0.27 mg vit.C reactivo g.a./g salsa
 El Reactivo N2 se refiere a la salsa patrón más 0.54 mg vit.C reactivo g.a./g salsa

Los resultados del análisis se presentan en base al peso seco de la muestra

Tabla # 12
Estabilidad de ácido ascórbico en salsas almacenadas en incubadora a 40° C (Porcentajes)

Muestra	Vit. C en Salsa: 0 días			Vit. C en Salsa: 5 días			Vit. C en Salsa: 10 días			Vit. C en Salsa: 15 días			Vit. C en Salsa: 20 días			Vit. C en Salsa : 25 días			
	(mg/g)	%	Prom.%	(mg/g)	%	Prom.%	(mg/g)	%	Prom.%	(mg/g)	%	Prom.%	(mg/g)	%	Prom.%	(mg/g)	%	Prom.%	
Control	0.683	100.0	100.0	0.319	46.7	47.2	0.216	31.6	30.0	0.075	11.0	0.082	12.0	11.0	0.082	12.0	11.0	0.000	0.0
Control	0.663	100.0		0.358	53.9		0.216	32.5		0.084	12.7	0.071	10.7		0.071	10.7		0.013	2.0
Control	0.693	100.0		0.285	41.1		0.179	25.9		0.082	11.9	0.071	10.2		0.071	10.2			
8.7%Chaya	1.993	100.0	100.0	2.033	102.0	100.2	1.734	87.0	92.8	2.943	147.7	1.429	71.7	135.2	1.429	71.7	72.8	0.060	3.0
8.7%Chaya	2.026	100.0		2.022	99.8		2.123	104.8		2.363	116.6	1.513	74.7		1.513	74.7		0.084	3.2
8.7%Chaya	2.082	100.0		2.000	98.9		1.801	86.5		2.945	141.4	1.497	71.9		1.497	71.9			
Reactivo N1	1.059	100.0	100.0	0.621	58.7	58.6	0.469	44.3	47.3	0.595	56.2	0.154	14.6	47.7	0.154	14.6	17.5	0.011	1.0
Reactivo N1	1.059	100.0		0.688	63.1		0.502	47.5		0.545	51.5	0.245	23.2		0.245	23.2		0.011	1.1
Reactivo N1	1.054	100.0		0.570	54.1		0.528	50.1		0.372	35.3	0.154	14.6		0.154	14.6			
16.9%Chaya	5.203	100.0	100.0	3.829	73.6	74.1	3.719	71.5	72.4	3.248	62.4	2.416	46.4	62.5	2.416	46.4	47.8	0.316	6.1
16.9%Chaya	5.193	100.0		3.769	72.6		3.766	72.5		3.115	60.0	2.600	50.1		2.600	50.1		0.320	6.2
16.9%Chaya	5.162	100.0		3.934	76.2		3.779	73.2		3.353	65.0	2.417	46.8		2.417	46.8			
Reactivo N2	2.433	100.0	100.0	1.245	51.2	50.5	0.861	35.4	34.0	2.587	106.3	0.402	16.5	106.8	0.402	16.5	14.9	0.040	1.6
Reactivo N2	2.428	100.0		1.236	50.9		0.874	36.0		2.671	110.0	0.369	15.2		0.369	15.2		0.040	1.7
Reactivo N2	2.554	100.0		1.264	49.5		0.788	30.8		2.657	104.0	0.335	13.1		0.335	13.1			

El control se refiere a la salsa patrón, y las muestras con chaya al patrón más el porcentaje de chaya indicado (peso seco).

El Reactivo N1 se refiere a la salsa patrón más 0.27 mg vit.C reactivo g.a./g salsa

El Reactivo N2 se refiere a la salsa patrón más 0.54 mg vit.C reactivo g.a./g salsa

Los resultados del análisis se presentan en base al peso seco de la muestra

Determinación de Acido Ascórbico (Vitamina C) en Salsa

Prueba para la determinación del mejor método de extracción: 1. Licuadora, 2. Vortex, e. Mortero

Para la estandarización se gastaron 16.3, 15.9 y 16.5 ml de 2,6 DCI, lo cual indica que la concentración promedio del 2,6 DCI es de 0.123 +/- 0.002, con un coeficiente de variación de 1.89

Al titular la solución patrón de ácido ascórbico 1mg/ml, se utilizaron 0.1 ml DCI (Blanco)

Tabla # 13: Determinación de ácido ascórbico extraído con licuadora

Muestra	DCI(ml)	**Vit.C(mg/g)	Promedio	SD	CV
1	7.30	0.77	0.69	0.13	19.04
2	6.80	0.68			
3	7.30	0.77			
4	7.20	0.75			
5	7.20	0.75			
6	7.30	0.43			

El promedio de humedad de las muestras es de 95.58

Tabla # 14: Determinación de ácido ascórbico extraído con vortex

Muestra	Vol.DCI	**Vit.C(mg/g)	Promedio	SD	CV
1	7.20	0.77	0.74	0.04	5.03
2	7.30	0.79			
3	7.20	0.74			
4	7.20	0.74			
5	6.90	0.70			
6	6.90	0.70			

El promedio de humedad de las muestras es de 95.58

Estandarización de la solución 2,6 dicloroindofenol

Para la estandarización se gastaron 16.7 y 16.9 ml de 2,6 DCI, lo cual indica que la concentración promedio del 2,6 DCI es de 0.119 +/- 0.001, con un coeficiente de variación de 0.841

Al titular la solución patrón de ácido ascórbico 1mg/ml, se utilizaron 0.1 ml DCI (Blanco)

Tabla # 15: Determinación de ácido ascórbico extraído con vortex

Muestra	DCI(ml)	Vit.C(mg/g)peso seco	Promedio	SD	CV
1	2.50	2.38	2.33	0.07	2.89
2	2.40	2.28			

El promedio de humedad de las muestras es de 87.23

Tabla # 16: Determinación de ácido ascórbico extraído con mortero

Muestra	Vol.DCI	Vit.C(mg/g)peso seco	Promedio	SD	CV
1	2.40	2.02	2.03	0.02	1.02
2	2.40	2.05			

El promedio de humedad de las muestras es de 87.23

Estandarización de la solución 2,6 dicloroIndofenol

ol.A.A. (mg/ml sol. A.A.)	DCI	Conc. 2,6 DCI
1.00	14.5	0.137931
1.00	14.7	0.136054
1.00	14.7	0.136054

Estadísticas	
Promedio	0.136679959
SDEV	0.001083463
CV	0.792700598

Tabla # 17: Determinación del efecto del nivel de llenado del frasco sobre la estabilidad del ácido ascórbico

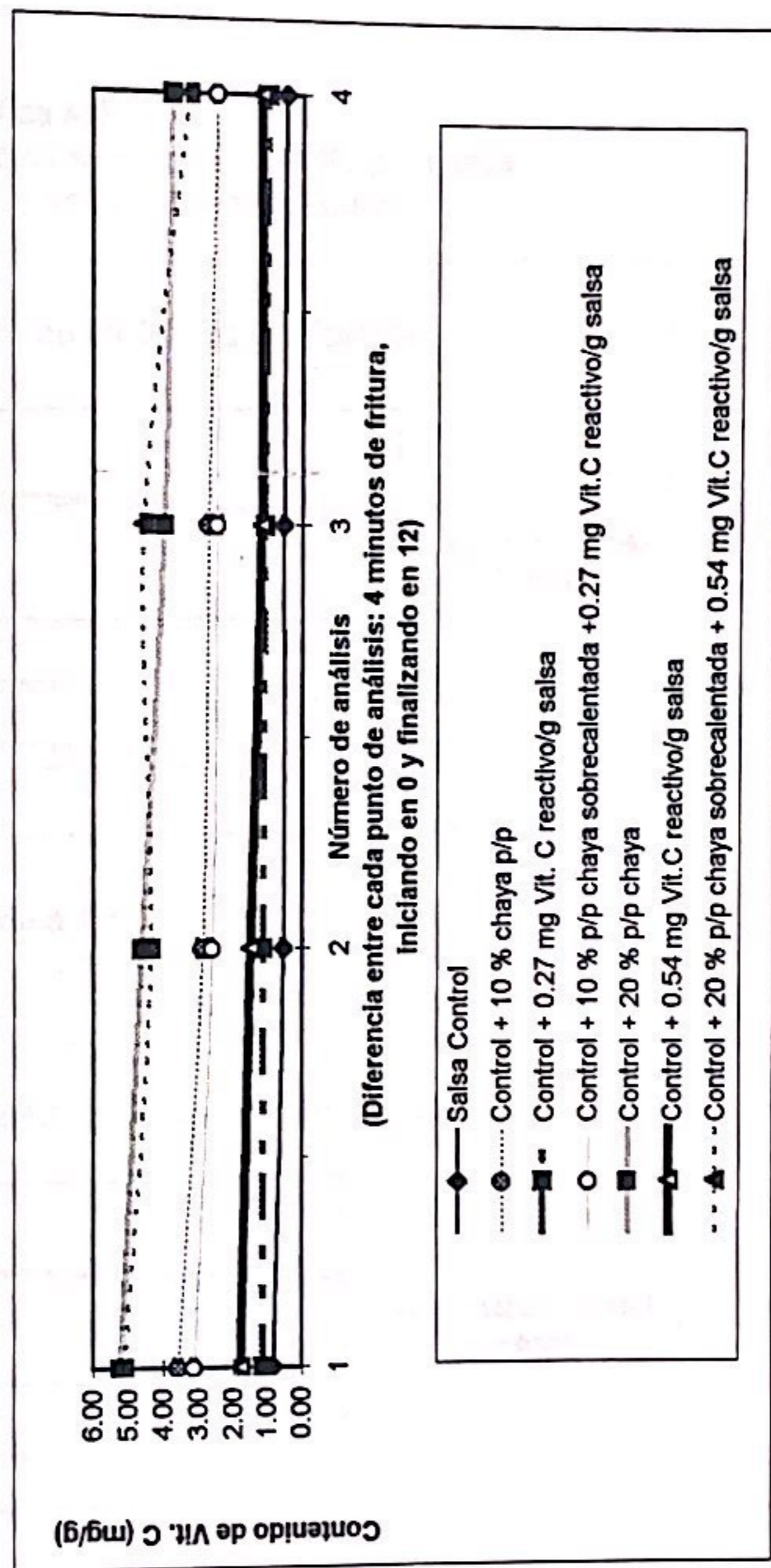
Muestra	Peso(g)	Bl.ml	Conc.2,6 DCI	Vol.DCI	Alic.ml	*Vit.C(mg/g)	Prom.	SD	CV
Lleno 1	10.3594	0	0.13668	4.50	20	0.59372	0.56216	0.04	6.72
Lleno 2	9.5508	0	0.13668	4.00	20	0.57243			
Lleno 3	12.8717	0	0.13668	4.90	20	0.52031			
1/2 lleno 1	11.9853	0	0.13668	4.30	20	0.49037	0.49809	0.01	2.10
1/2 lleno 2	10.1838	0	0.13668	3.80	20	0.51001			
1/2 lleno 3	10.5163	0	0.13668	3.80	20	0.49388			

* Resultado en base al peso fresco de la muestra

Tabla # 18 : Estabilidad del contenido de vitamina C en salsas a diferentes tiempos de fritura

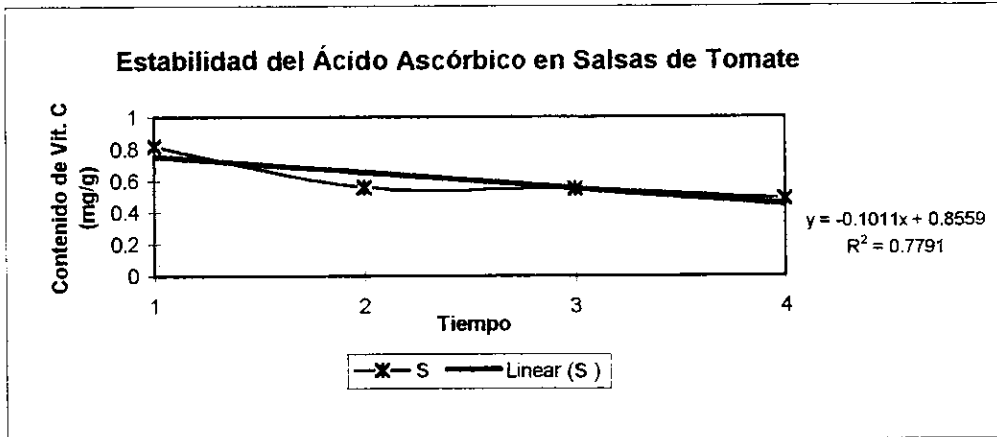
Muestra (clasificada según contenido de chaya)	Acido Ascórbico (mg/g) según tiempo de fritura aplicado a la salsa			
	0 minutos (T1)	4 minutos (T2)	8 minutos (T3)	12 minutos (T4)
Salsa control	0.82+/-0.05	0.56+/-0.06	0.55+/-0.55	0.48+/-0.03
Salsa control + 10% (p/p) Chaya	3.60+/-0.10	2.91+/-0.14	2.74+/-0.07	2.50+/-0.08
Salsa control + 0.27 mg vit.C reactivo /g salsa	1.15+/-0.09	1.14+/-0.05	1.09+/-0.04	1.00+/-0.00
Salsa control + 10%(p/p)Chaya + 0.27mgvitCr/g	3.14+/-0.07	2.62+/-0.03	2.49+/-0.13	2.50+/-0.07
Salsa control + 20% (p/p) Chaya	5.22+/-0.05	4.62+/-0.03	4.00+/-0.00	3.76+/-0.07
Salsa control + 0.54 mg vit.C reactivo /g salsa	1.78+/-0.09	1.52+/-0.01	1.20+/-0.02	1.19+/-0.10
Salsa control + 20%(p/p)Chaya + 0.54mgvitCr/g	5.11+/-0.13	4.37+/-0.06	4.58+/-0.07	3.27+/-0.07

Gráfica # 1: Estabilidad del contenido de vitamina C en salsas a diferentes tiempos de fritura



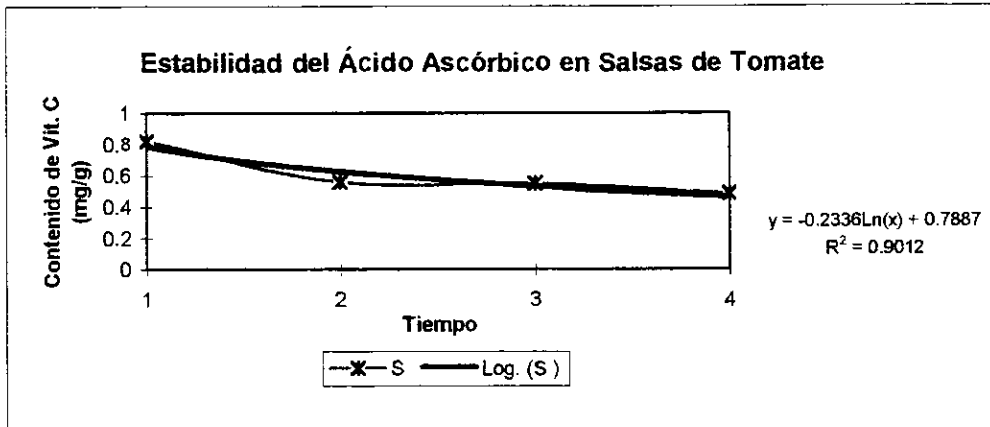
Gráfica # 2

Estabilidad del ácido ascórbico en salsa control 0% p/p chaya a diferentes tiempos de fritura, tendencia lineal



Gráfica # 3

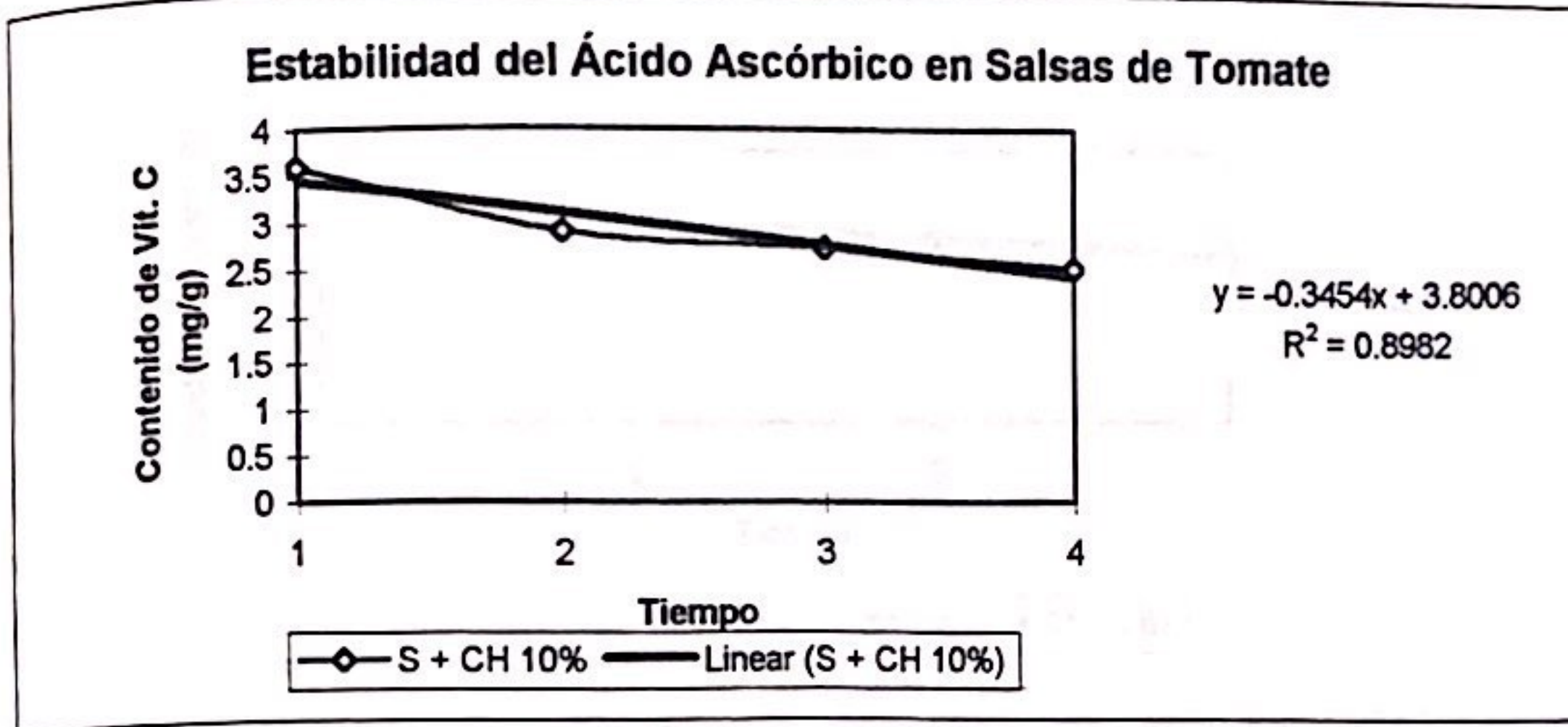
Estabilidad del ácido ascórbico en salsa control 0% p/p chaya a diferentes tiempos de fritura, tendencia logarítmica



1

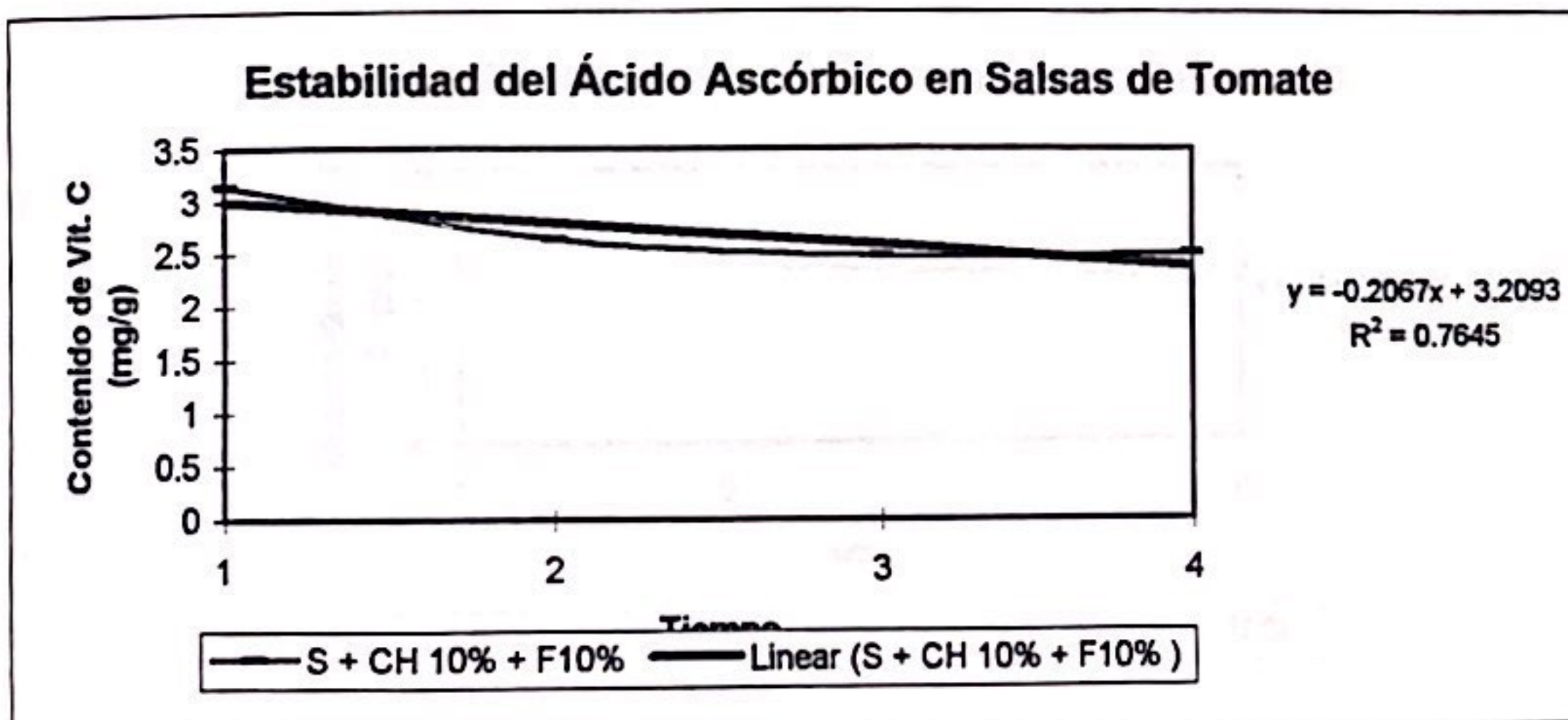
Gráfica # 4

Estabilidad del ácido ascórbico en salsa control más 10% p/p chaya a diferentes tiempos de fritura, tendencia lineal



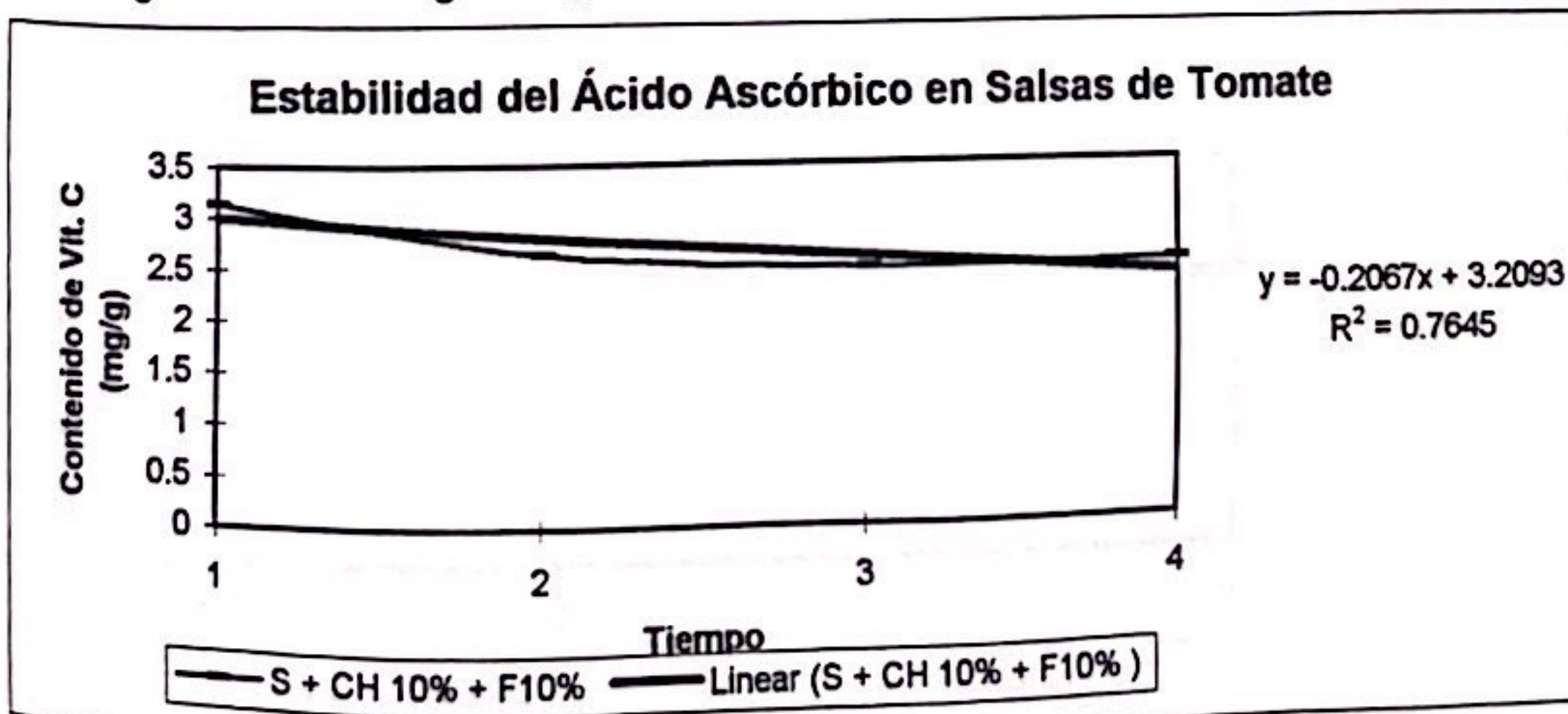
Gráfica # 5

Estabilidad del ácido ascórbico en salsa control más 0.27mg vit.C reactivo/g salsa a diferentes tiempos de fritura, tendencia lineal



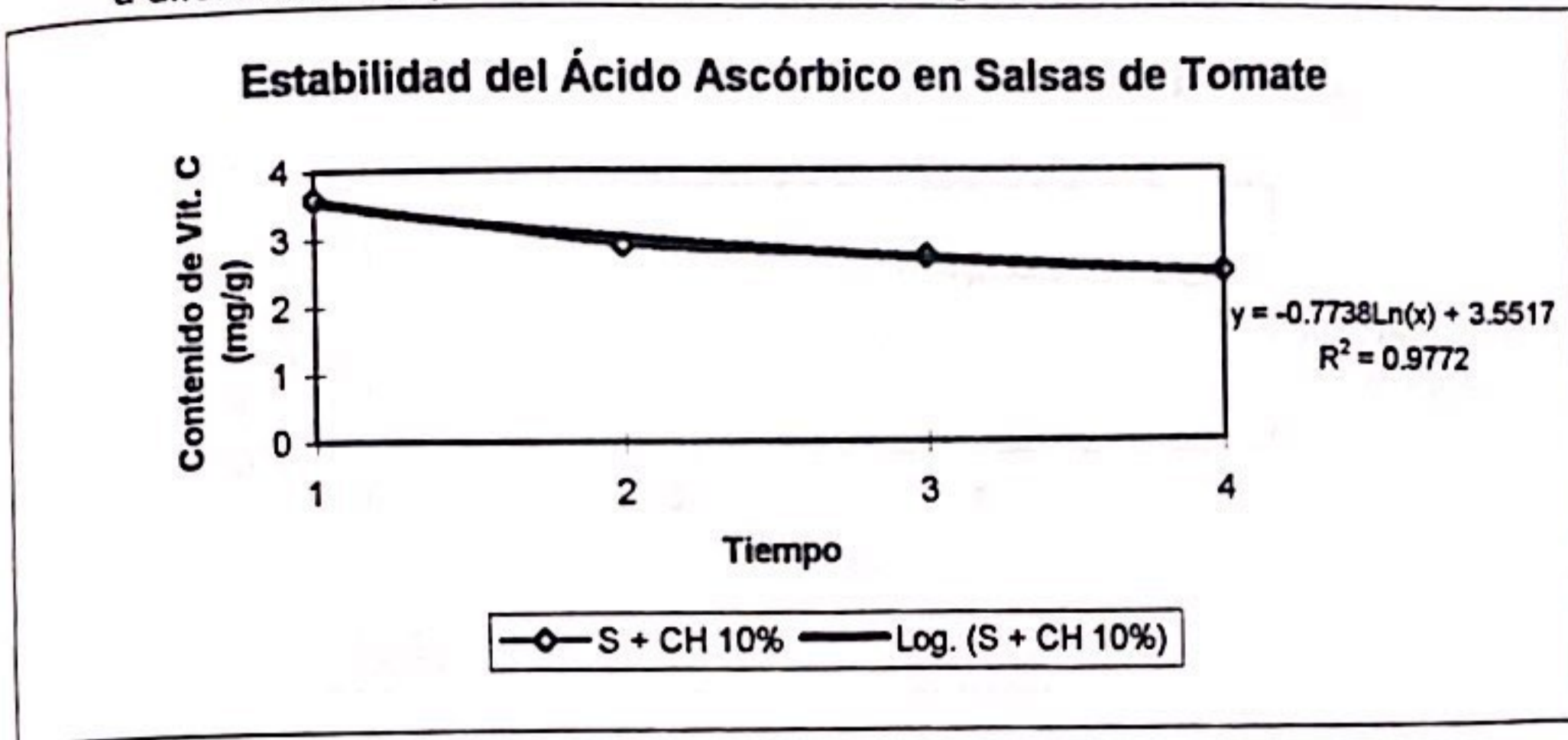
Gráfica # 6

Estabilidad del ácido ascórbico en salsa con 10% chaya sobrecalentada más 0.27mg vit.C reactivo/g salsa, a diferentes tiempos de fritura, tendencia lineal



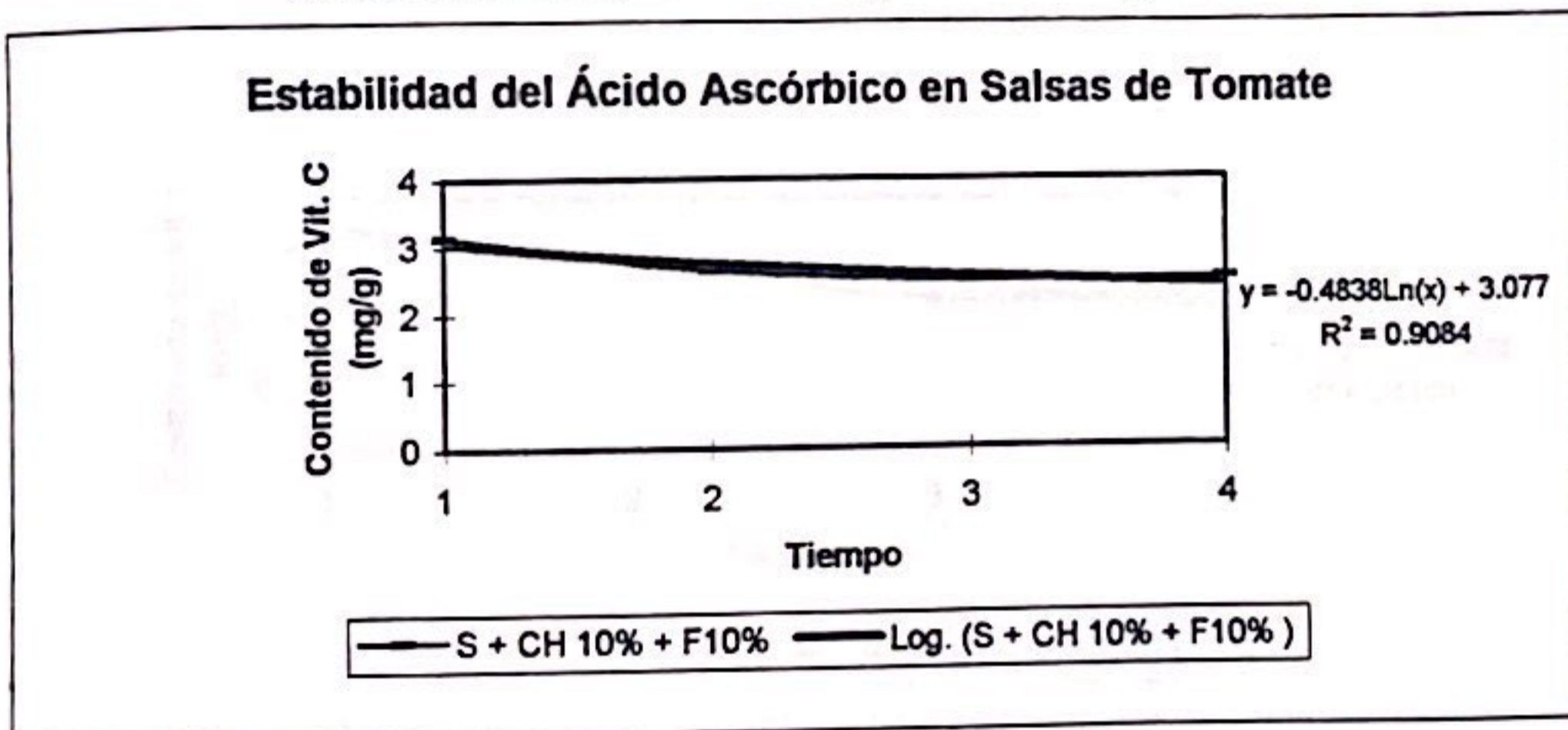
Gráfica # 7

Estabilidad del ácido ascórbico en salsa control más 10% p/p chaya a diferentes tiempos de fritura, tendencia logarítmica



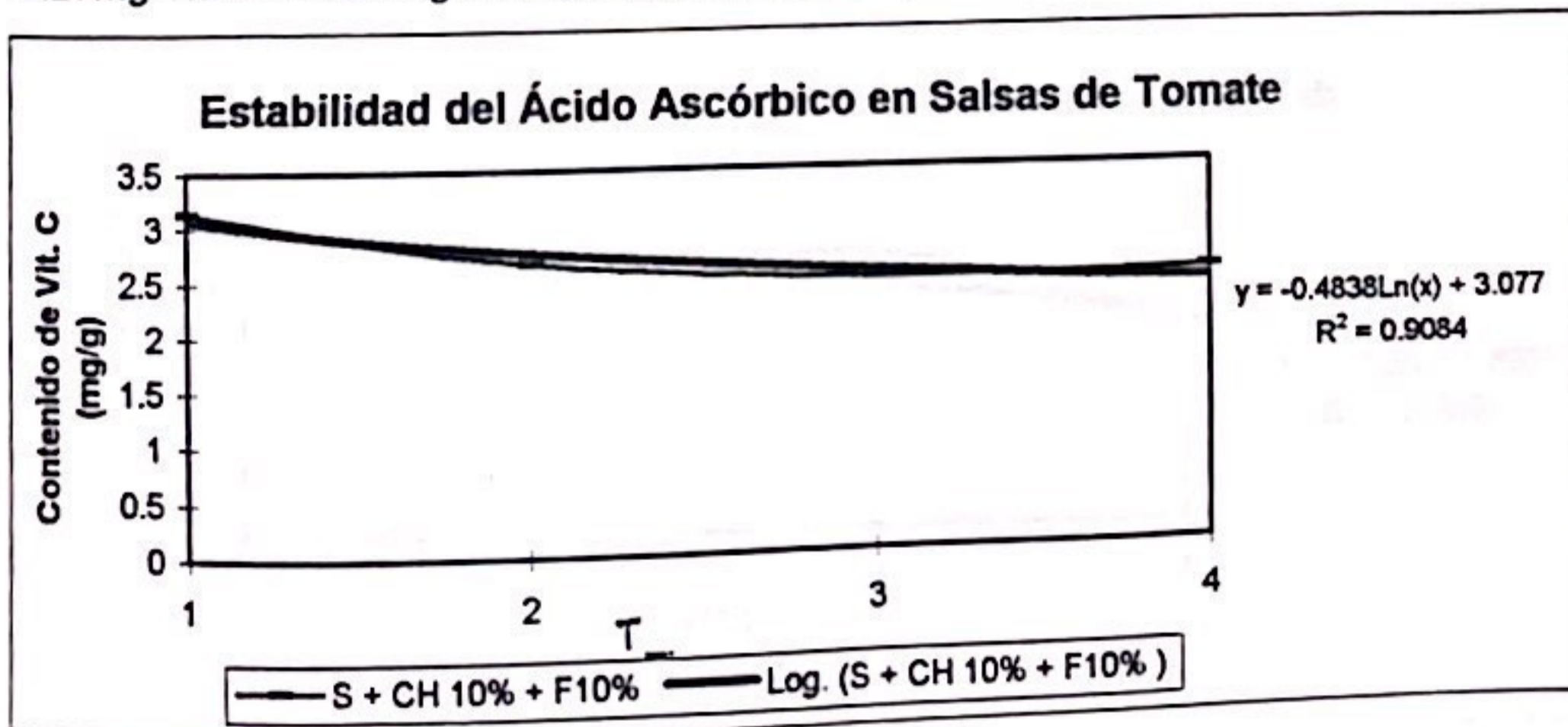
Gráfica # 8

Estabilidad del ácido ascórbico en salsa control más 0.27mg vit.C reactivo/g salsa a diferentes tiempos de fritura, tendencia logarítmica



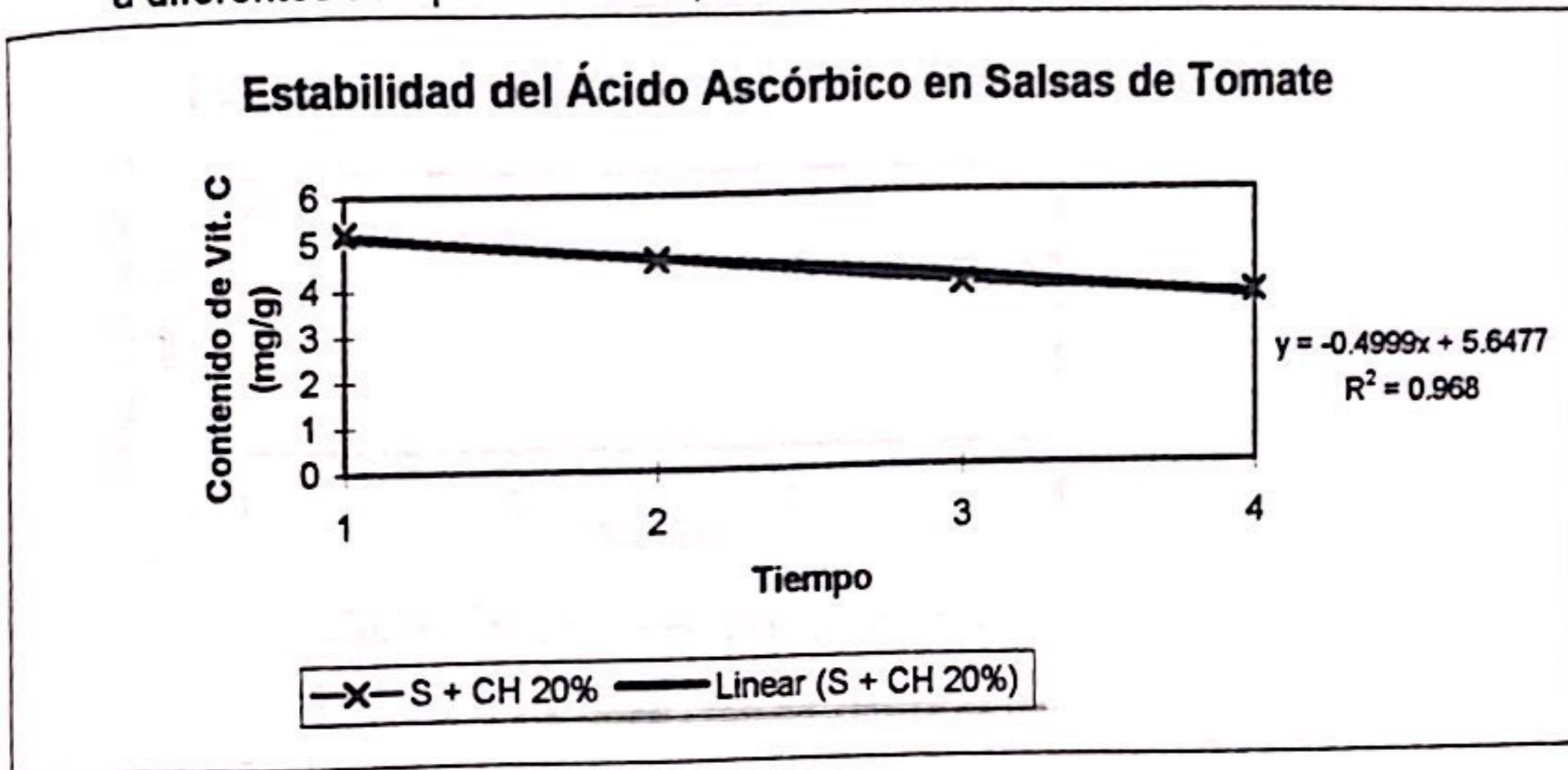
Gráfica # 9

Estabilidad del ácido ascórbico en salsa con 10% chaya sobrecalentada más 0.27mg vit.C reactivo/g salsa, a diferentes tiempos de fritura, tendencia logarítmica



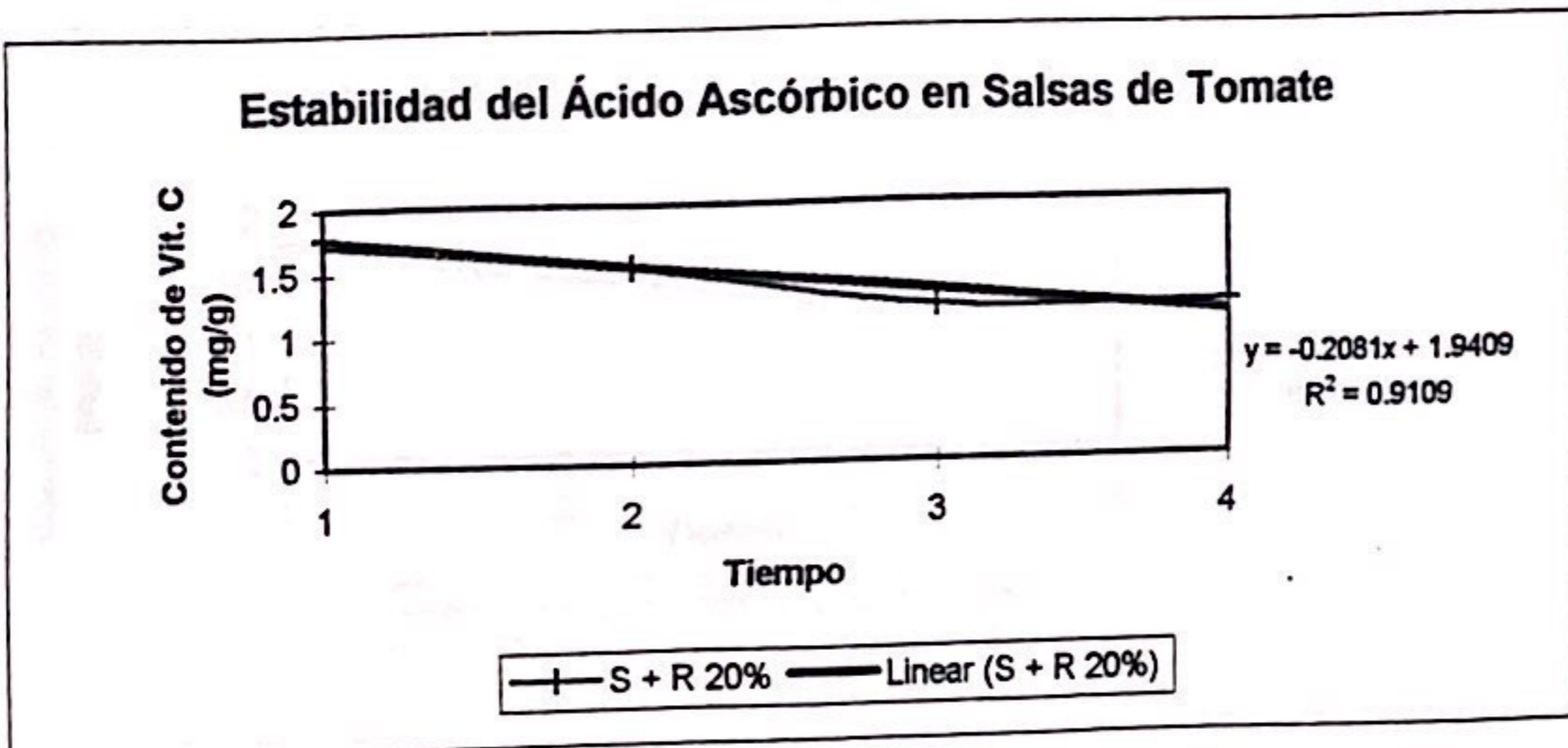
Gráfica # 10

Estabilidad del ácido ascórbico en salsa control más 20% p/p chaya a diferentes tiempos de fritura, tendencia lineal



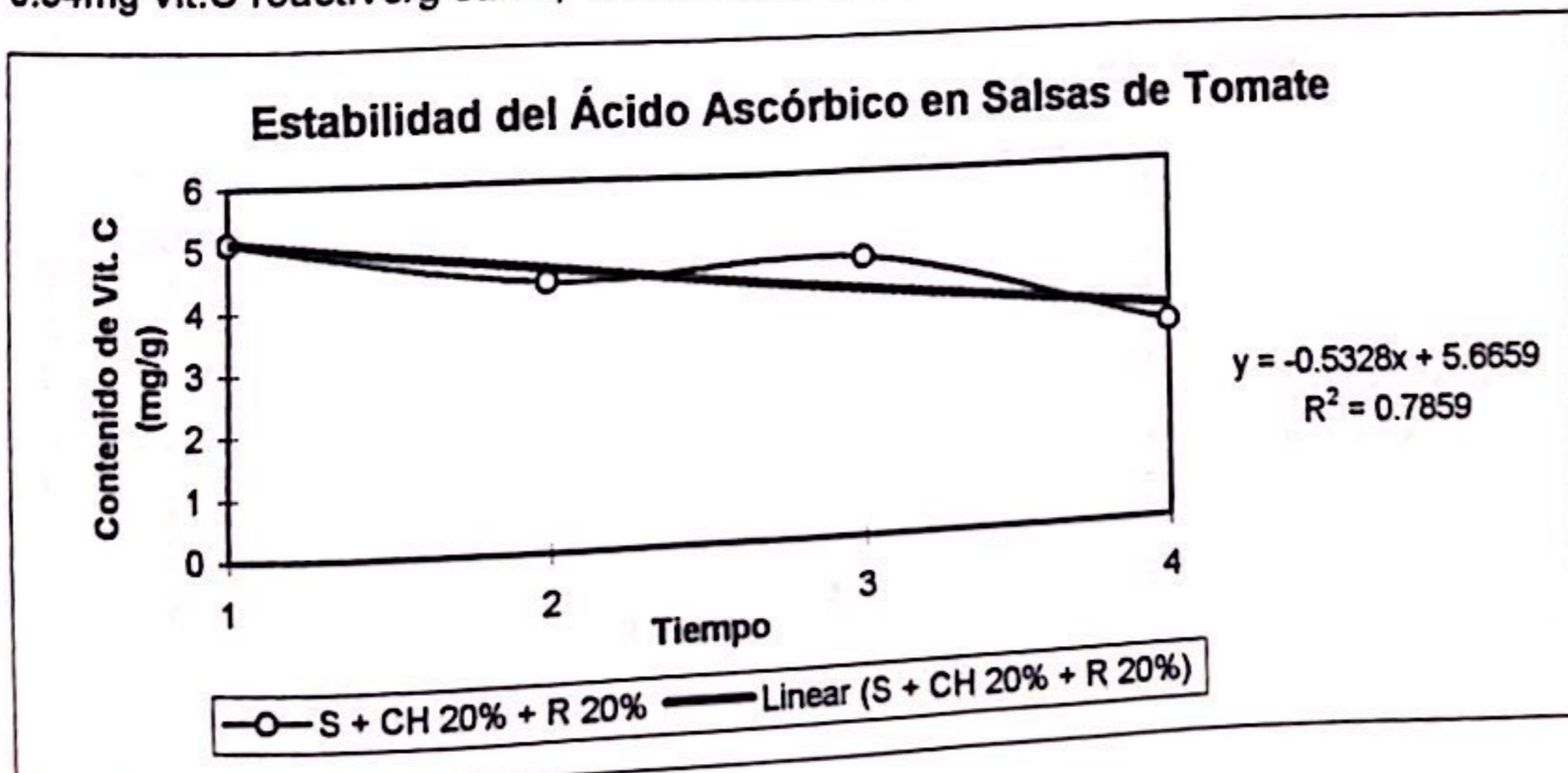
Gráfica # 11

Estabilidad del ácido ascórbico en salsa control más 0.54mg vit.C reactivo/g salsa a diferentes tiempos de fritura, tendencia logarítmica



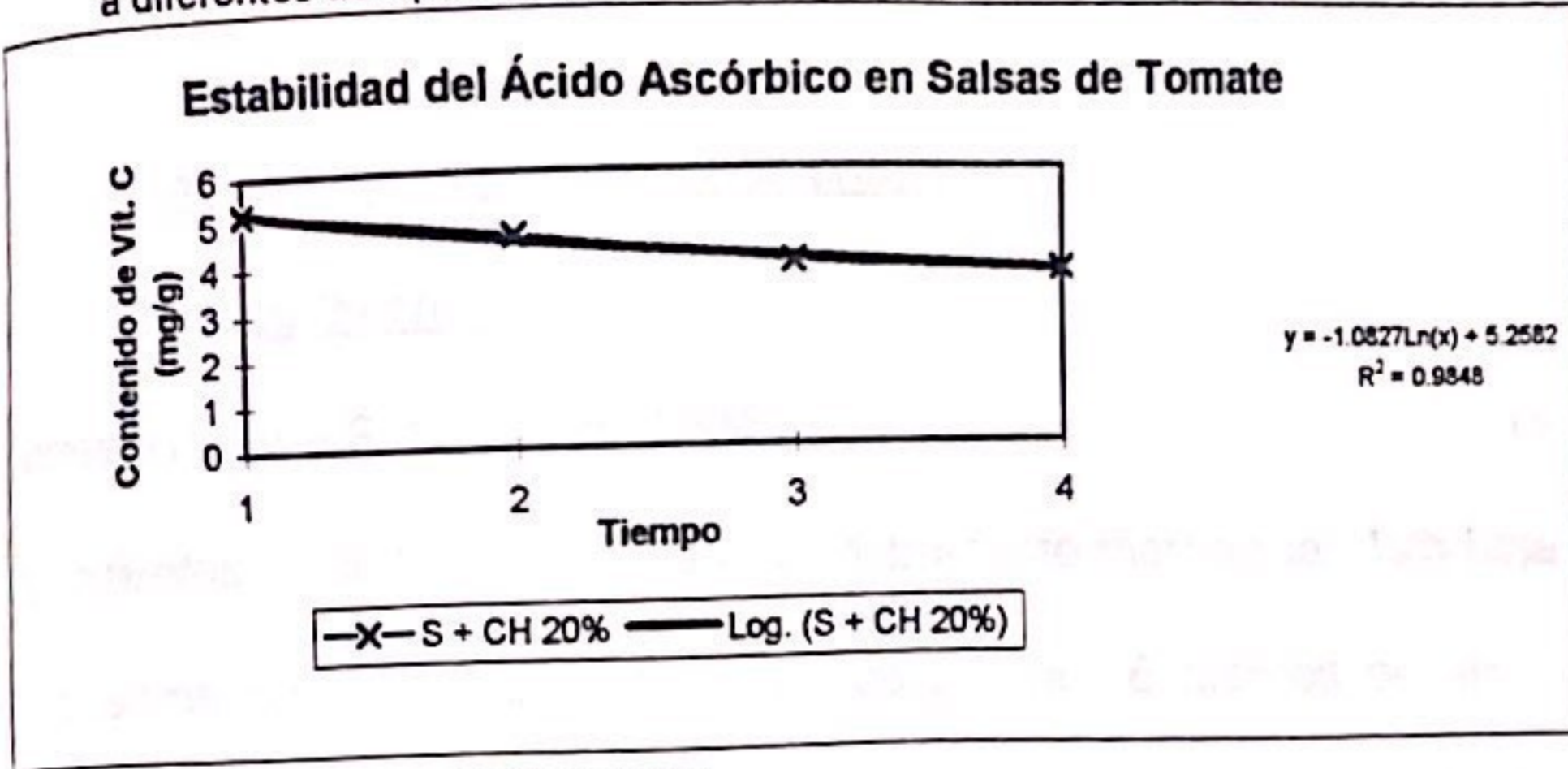
Gráfica # 12

Estabilidad del ácido ascórbico en salsa con 20% chaya sobrecalentada más 0.54mg vit.C reactivo/g salsa, a diferentes tiempos de fritura, tendencia lineal



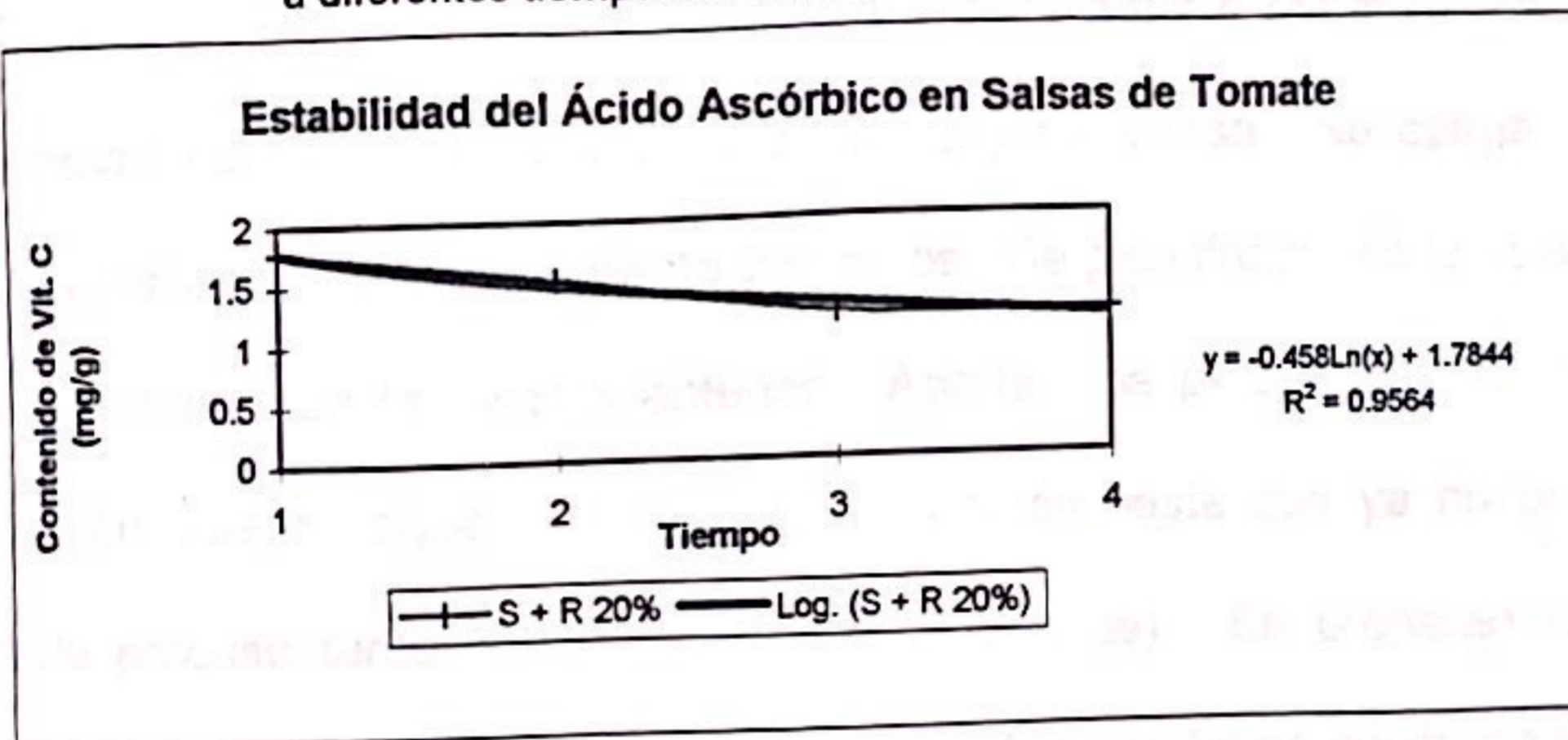
Gráfica # 13

Estabilidad del ácido ascórbico en salsa control más 20% p/p chaya a diferentes tiempos de fritura, tendencia logarítmica



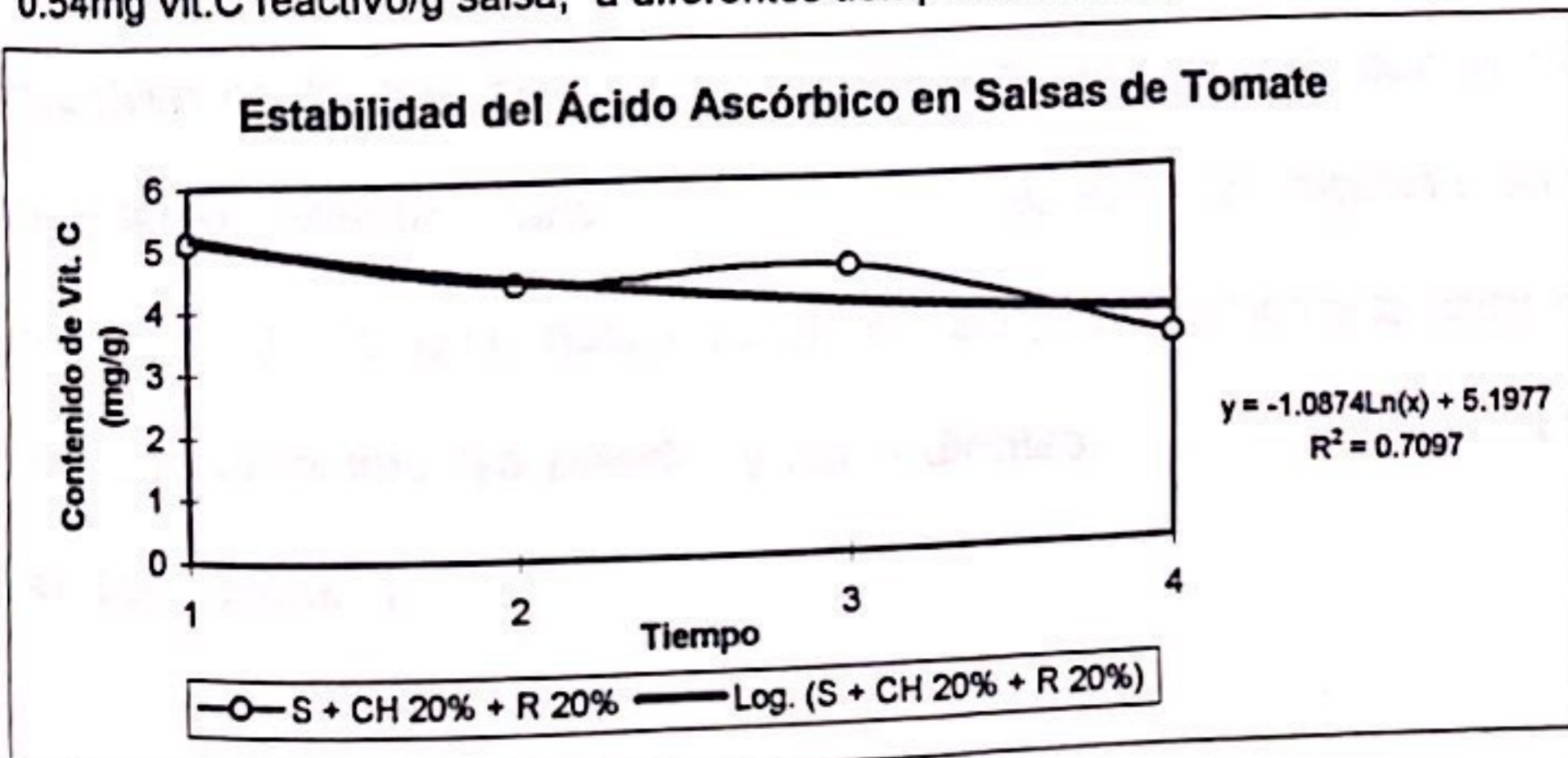
Gráfica # 14

Estabilidad del ácido ascórbico en salsa control más 0.54mg vit.C reactivo/g salsa a diferentes tiempos de fritura, tendencia logarítmica



Gráfica # 15

Estabilidad del ácido ascórbico en salsa con 20% chaya sobrecalentada más 0.54mg vit.C reactivo/g salsa, a diferentes tiempos de fritura, tendencia logarítmica



A. Recetas tradicionales de hoja de chaya

1. "Bollitos de chaya"

Cortesía de Ana Sofía Cano, Petén

(4 personas)

Ingredientes: 1lb de maíz ó maseca, 1 barra de margarina, ½lb hoja de chaya, 1 consomé de pollo, 3 cucharadas de aceite, 6 dientes de ajo, 6 tomates medianos, 1 chile pimiento, 1 cebolla mediana, queso seco de Zacapa.

Preparación: Se prepara la masa, ya sea de maíz ó maseca, se agrega el consomé de pollo, la margarina derretida y se amasa. Se apaga la hoja de chaya en agua hirviendo durante 2 minutos. Se pica finamente la hoja de chaya y se amasa con la mezcla anterior. Aparte, se preparan hojas de plátano apagándolas en agua hirviendo y cociéndolas hasta que ya no se quiebren (este proceso tarda 5 minutos aproximadamente). Se preparan los bollitos tomando "bolitas" de masa y tratándo de darles una forma cuadrada (8 x 5 cm), y deben quedar delgados, no más anchos que 2½ cm. Los bollitos se envuelven en la hoja de plátano y se cuecen en una olla por 40 minutos, a fuego lento. Mientras tanto, se prepara la salsa. Se colocan los tomates en agua hirviendo por un minuto y se pelan. Se pica finamente la cebolla, el chile pimiento, el tomate (ya pelado) y los 6 dientes de ajo. Estos ingredientes se fríen por 3 minutos.

Forma de servir: en caliente. Se pelan los tamalitos, se les agrega salsa y se les espolvorea el queso seco de Zacapa.

2. "Caldo de res con chaya"

Cortesía de Ana Sofía Cano, Petén

(4 personas)

Ingredientes: 2lb de carne de res (costilla), 1lb papa, 3 zanahorias medianas, 1 guisquil, 2 elotes, 1lb hoja de chaya, 2 tomates medianos, 1 cebolla mediana, 1 chile pimiento, 6 ajos, 1 consomé de pollo.

Preparación: Se cuece la carne en medio litro de consomé, en una olla de presión, por media hora. Se pican los tomates y la cebolla. Se parte la papa, la zanahoria, los elotes y el guisquil en trozos pequeños. Una vez cocinada la carne, se saca de la olla, se escurre y en su agua de cocción se cuecen las verduras picadas junto con la hoja de chaya. Aparte, se dora la carne con el aceite en un sartén. Finalmente se mezclan las dos partes: carne y verduras.

Forma de servir: El caldo se sirve caliente, usualmente se acompaña con arroz. Se acostumbra agregarle unas gotitas de limón. Las verduras y la carne se sirven en un plato aparte.

3. "Chaya frita"

Cortesía de Margoth de Cosenza, Guatemala

(4 personas)

Ingredientes: 2lb de chaya, 2 tomates medianos, 1 cebolla, 4 dientes de ajo

Preparación: Se cuece la hoja de chaya en 2 tazas de agua y se pica finamente. Se pelan los tomates (sumergiéndolos en agua hirviendo) y se pican en trozos pequeños junto con la cebolla y dientes de ajo. Se fríen el tomate, la cebolla y ajo por un minuto y luego se añade la hoja de chaya picada. Esta mezcla se fríe por 5 minutos más. *Variación:* Se puede agregar consomé de pollo a la mezcla de tomate, ajo y cebolla, antes de agregar la hoja de chaya.

4. "Ensalada de chaya"

Cortesía de Ana Sofía Cano, Petén

(4 personas)

Ingredientes: 1lb de hoja de chaya, 4 limones, sal

Preparación: Se apaga la hoja de chaya en agua hirviendo por 4 ó 5 minutos. Se pica finamente. *Variación:* hervir la hoja con consomé de pollo.

Forma de servir: Se coloca la hoja de chaya junto a la mitad de un limón. Justo antes de comer, se añade jugo de limón y sal al gusto a la hoja ya cocida.

5. "Huevos con chaya"

Cortesía de Margoth de Cosenza, Guatemala

(2 personas)

Ingredientes: 3 huevos, ¼ lb de chaya, Leche, Sal y/o consomé

Preparación: Se cuece la hoja de chaya y se pica finamente. Se fríe en aceite. En un recipiente separado, se revuelven los huevos, se les añade una pizca de sal ó consomé y se fríen junto con la hoja ya picada. Se sirve en caliente con pan tostado y mantequilla.

6. "Sopa de chaya"

Cortesía de Ana Sofía Cano, Petén

(4 personas)

Ingredientes: 1½ lb chaya, 1 tomate, 1 cebolla, 1 chile pimiento, 4 dientes de ajo, margarina

Preparación: Se cuece la hoja de chaya junto al tomate, el chile pimiento y el ajo. Una vez cocidos, se licúan y se les agrega 2 cucharadas de harina de trigo. Aparte, se corta en rodajas la cebolla y se fríe a punto de cristal con 4 cucharadas de margarina derretida. Se agrega la cebolla, a punto de cristal, al licuado de verduras y se hierva por 4 minutos.

Forma de servir: En caliente y con trocitos de pan tostado.

7. "Spaghetti con chaya"

Cortesía de Ana Sofía Cano, Petén

(4 personas)

Ingredientes: ½ lb de spaghetti, ½ lb de chaya, 1 cebolla, 6 dientes de ajo, ½ litro de crema

Preparación: Se coloca el spaghetti en agua hirviendo y se cuece por diez minutos a fuego lento. Una vez cocido, se escurre. Mientras tanto, se frien delgadas rodajas de cebolla, ajo finamente picado y delgadas tiras de hoja de chaya. Esta mezcla se le agrega al spaghetti, ya escurrido, y luego se añade la crema y se cuece por 4 minutos.

Forma de servir: en caliente.