



**UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA**

*La Universidad Católica de Loja*

**ESCUELA DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS  
AGROPECUARIAS**

**“Optimización del proceso de elaboración de pulpa  
de babaco (*Carica pentagona*), con incorporación de  
su corteza y maximizando la retención de ácido  
ascórbico”.**

*Tesis previa a la obtención del  
título de Ingeniera en Industrias  
Agropecuarias*

**AUTORA:**

Dayana del Cisne Núñez Abarca

**DIRECTOR:**

Ing. Ángel Vicente Tene Tene

**LOJA – ECUADOR  
2008**

---

---

## CESIÓN DE DERECHOS EN TESIS DE GRADO

Yo, Dayana del Cisne Núñez Abarca, declaro ser autora del presente trabajo y eximo expresamente a la Universidad Técnica Particular de Loja y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Adicionalmente declaro conocer y aceptar la disposición del Art. 67 del Estatuto Orgánico de la Universidad Técnica Particular de Loja que en su parte pertinente dice: "Formarán parte del patrimonio de la Universidad, la propiedad intelectual de investigación, trabajos científicos o técnicos y tesis de grado que se realicen a través, o con el apoyo financiero, académico o institucional (operativo) de la Universidad"

-----  
**Dayana Núñez Abarca**  
C.I: 1717670622

Ing. Ángel Vicente Tene Tene

Catedrático de la Escuela de Industrias Agropecuarias de la  
Universidad Técnica Particular de Loja;

**CERTIFICA:**

Haber dirigido y revisado la presente investigación con el tema: **“Optimización del proceso de elaboración de pulpa de babaco (*Carica pentagona*), con incorporación de corteza y maximizando la retención de ácido ascórbico”**, por lo tanto queda autorizada su presentación y defensa ante los tribunales respectivos.

-----  
Ing. Ángel Vicente Tene Tene  
**Director de Tesis**

Loja, Diciembre de 2008

## AUTORÍA

*Las ideas, criterios y análisis emitidos en el presente trabajo, son de responsabilidad de la Autora.*

-----  
**Dayana Núñez Abarca**

## DEDICATORIA

*Dedico esta investigación a Dios por acompañarme siempre y permitirme realizarla, a mis padres Julio y Marlene quienes me han brindado su apoyo incondicional y han sido mi ejemplo de superación y sacrificio a lo largo de mi vida, también a mis hermanos Fabricio y Fernando por el cariño y apoyo de siempre. A mis amigos y a todos quienes de una u otra forma aportaron para la realización de este proyecto.*

## **AGRADECIMIENTO**

Mi agradecimiento a la Universidad Técnica Particular de Loja y de manera especial a la Escuela de Industrias Agropecuarias por los conocimientos y valores impartidos en las aulas y fuera de ellas, que con seguridad van a ser de mucha ayuda en el campo profesional.

De manera especial mi sincero agradecimiento al Ing. Ángel Vicente Tene Tene, catedrático de la misma y Director de la presente investigación, por la confianza, apoyo, y quien con sus conocimientos supo guiar de forma acertada el desarrollo del presente trabajo.

Finalmente mi agradecimiento al laboratorio CETTIA por facilitarme los equipos y materiales para la culminación de esta investigación.

**La Autora**

# ÍNDICE

Cesión de derechos en tesis de grado	ii
Certificación	iii
Autoría	iv
Dedicatoria	v
Agradecimiento	vi
Índice	vii
Lista de tablas	ix
Lista de gráficas	x
Anexos	xi
Resumen	xii

## CAPITULO I Introducción

1.1	Justificación e importancia de la investigación	
	2	
1.2	Fin del proyecto	
	4	
1.3	Propósito del proyecto	
	4	
1.4	Componentes del proyecto	
	4	
1.5	Metodología.	
	5	
1.5.1	Materia prima	5
1.5.2	Evaluación poscosecha	5
1.5.2.1	Características físicas	5
1.5.2.2	Características químicas	6
1.5.3	Elaboración de pulpa	7
1.5.4	Factores estudiados	7
1.5.5	Procesamiento de datos	8
1.5.6	Hipótesis	8

## **CAPITULO II**

### **Revisión Bibliográfica**

2.1	Radicales libres	
	11	
2.2	Estrés oxidativo	
	11	
2.3	Los antioxidantes	
	12	
2.4	Vitamina C	13
2.5	Fenoles	
	16	
2.6	El babaco ( <i>Carica pentagona</i> )	
	17	
2.7	Pulpa de fruta	19
2.8	Tratamientos térmicos	
	20	
2.9	Metodología Taguchi	20
2.10	Metodología superficie de respuesta	22

## **CAPITULO III**

### **Resultados Experimentales y Discusión**

3.1	Análisis de ácido ascórbico de la materia prima	24
3.2	Características físicas del babaco ( <i>Carica pentagona</i> ) durante el almacenamiento poscosecha	24
3.3	Características químicas del babaco ( <i>Carica pentagona</i> ) durante el almacenamiento poscosecha	26
3.4	Variables que influyen en la retención de ácido ascórbico durante el proceso de elaboración de pulpa	29



3.5	Determinación del nivel óptimo para los factores influyentes sobre la retención de ácido ascórbico en la elaboración de pulpa.	31
3.6	Análisis de compuestos bioactivos y microbiológico en pulpa optimizada.	35
	CONCLUSIONES	37
	RECOMENDACIONES	38
	BIBLIOGRAFÍA	40
	ANEXOS.	

#### LISTA DE TABLAS

Tabla 2.1	Ingesta diaria recomendada de vitamina C	15
Tabla 2.2	Composición nutricional del babaco	18
Tabla 2.3	Expresiones algebraicas de los índices (señal /ruido)	22
Tabla 3.1	Análisis de ácido ascórbico en babaco con corteza y babaco sin corteza	24
Tabla 3.2	Características físicas del babaco (Carica pentagona) durante el almacenamiento poscosecha	25
Tabla 3.3	Características químicas del babaco (Carica pentagona) durante el almacenamiento poscosecha	27
Tabla 3.4	Promedio de ácido ascórbico para los dos niveles de los tratamientos estudiados.	29
Tabla 3.5	Señal/ruido para los niveles de los factores estudiados.	30
Tabla 3.6	Tratamientos aplicados para el screening	31

	mediante metodología Taguchi y valores promedio de ácido ascórbico	
Tabla 3.7	Coefficientes de regresión estimados para ácido ascórbico	32
Tabla 3.8	Contenido de fenoles totales y capacidad antioxidante en pulpa optimizada.	35

### LISTA DE GRÁFICAS

Gráfica 2.1	Estructura del ácido ascórbico y sus derivados	14
Gráfica 2.2	Planta de babaco	17
Gráfica 3.1	Efectos principales (datos medias) para las proporciones de Señal/Ruido (ETA)	30
Gráfica 3.2	Respuesta óptima para maximizar la retención de ácido ascórbico en pulpa de babaco.	33
Gráfica 3.3	Contorno de la superficie de respuesta estimada para la máxima retención de ácido ascórbico (temperatura- tiempo)	34
Gráfica 3.4	Contorno de la superficie de respuesta estimada para la máxima retención de ácido ascórbico ( °Brix- pH)	34

## LISTA DE ANEXOS.

- ANEXO 1 Técnicas analíticas de determinación de capacidad antioxidante y fenoles totales.
- ANEXO 2 Acido ascórbico en materia prima
- ANEXO 3 Características físico- química del babaco durante el almacenamiento poscosecha.
- ANEXO 4 Tablas de anova
- ANEXO 5 Fotografías de variación de color en babaco durante el almacenamiento poscosecha
- ANEXO 6 Recuperaciones
  
- ANEXO 7 Screening utilizando metodología Taguchi y optimización del proceso a través de la metodología Superficie de Respuesta.
  
- ANEXO 8 Análisis de compuestos bioactivos y microbiológico de la pulpa optimizada

## RESUMEN

Se cuantificó la cantidad de ácido ascórbico en pulpa de babaco con y sin corteza y se evaluó las características físico-químicas en almacenamiento poscosecha del babaco en condiciones ambientales de la ciudad de Loja. Adicionalmente se estudió la influencia de los factores (pH, sólidos solubles, sorbato de potasio, tiempo y temperatura de pasteurizado) sobre el contenido de ácido ascórbico en pulpa de babaco con corteza, realizando un screening empleando la metodología Taguchi con un diseño  $L_82^5$ . Los factores influyentes fueron optimizados empleando la metodología Superficie de Respuesta. Finalmente se cuantificó el contenido de ácido ascórbico, fenoles totales y capacidad antioxidante en la pulpa edulcorada optimizada.

Se destaca un 14,6 % más de ácido ascórbico en pulpa de babaco completamente maduro y con corteza. Durante el almacenamiento la pulpa con corteza inició con  $5.71 \pm 1.56$  mg de ácido ascórbico por 100 gramos de pulpa y al final el valor fue de  $19.63 \pm 0.4$  mg por 100 gramos de pulpa; la acidez, ácido ascórbico, capacidad antioxidante y fenoles totales presentaron diferencia significativa ( $P < 0,05$ ) con tendencia a aumentar; el pH, índice de madurez, rendimiento y textura presentó el mismo comportamiento estadístico pero con tendencia a la disminución; características como la longitud, circunferencia, diámetro, peso y humedad no presentan diferencia estadística significativa y tienen tendencia a la disminución; los sólidos solubles no presentan un cambio significativo. El tiempo, la temperatura de pasteurización, pH y °Brix resultaron ser los factores de mayor influencia según metodología Taguchi para la elaboración de pulpa edulcorada. Así mismo, se encontró que los niveles con los que se retuvo mayor cantidad de ácido ascórbico según superficie de respuesta fueron: temperatura de pasteurización ( $69,03^\circ\text{C}$ ), tiempo de pasteurización (12,54 min), pH (3,1) y °Brix (12,22), dando como resultado una retención del 71,8% respecto de su contenido en la fruta fresca del último día de almacenamiento poscosecha.

# **CAPÍTULO 1**

# **INTRODUCCIÓN**

# INTRODUCCIÓN.

## 1.1 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA.

El consumo de frutas juega un papel de vital importancia para proporcionar una dieta variada y equilibrada, la misma que radica en el aporte de vitaminas, minerales, fibra, agua y otros nutrientes, indispensables para el buen funcionamiento del organismo (Murillo 2002).

Numerosas investigaciones epidemiológicas y experimentales han demostrado que el consumo de legumbres y frutas ayuda en la prevención del cáncer y de enfermedades cardiovasculares, principales causas de muerte en nuestra sociedad. El efecto benéfico de las legumbres y frutas se atribuye principalmente a los polifenoles, la vitamina C, los carotenoides y la vitamina E, por su acción antioxidante. En general, las frutas son los vegetales más ricos en compuestos polifenólicos, pero algunas los contienen como antioxidantes en mayor concentración (Murillo 2002).

A nivel de todas las administraciones se está fomentando el consumo de frutas y hortalizas, la OMS, expertos en nutrición y sociedades afines estiman que el consumo recomendado es de 400 g o superior, dividido en 5 raciones variadas de frutas y hortalizas, cantidad que asegura el consumo mínimo de compuestos bioactivos de origen vegetal con efectos beneficiosos para la salud (Torregrosa 2006).

Así mismo, existen muchas evidencias de que la oxidación de moléculas biológicas, membranas y tejidos, inducida por el oxígeno activo y mediada por radicales libres, se relaciona con un aumento en la incidencia de las principales enfermedades digestivas de los seres humanos. El metabolismo oxidativo, proceso biológico normal, es capaz de generar radicales libres oxigenados, altamente reactivos. Cuando la defensa antioxidante no es 100% eficiente incrementa la formación de radicales libres en el organismo; a esto se denomina estrés oxidativo (Murillo 2002). Es por esto que en la actualidad, investigadores y tecnólogos de alimentos están realizando un gran esfuerzo para asegurar que los compuestos fitoquímicos o bioactivos presentes en los alimentos de origen vegetal se mantengan o modifiquen mínimamente durante el tratamiento y

almacenamiento, conservando su valor nutricional y sus propiedades benéficas. Entre estos compuestos bioactivos destacan por su gran poder antioxidante la vitamina C y los carotenoides(Domínguez 2004; Torregrosa 2006).

La vitamina C interviene en la formación de colágeno, huesos y dientes, glóbulos rojos y favorece la absorción del hierro de los alimentos y la resistencia a las infecciones (Falconí. 2001). Esta vitamina tiene gran importancia en los productos de frutas, no solo por su valor nutritivo, sino también por constituir un índice de apreciación de las pérdidas de otras vitaminas y servir como criterio válido de la conservación de otros componentes sensoriales y nutrimentales como pigmentos naturales y sustancias aromáticas(Domínguez 2004).

El babaco (*Carica pentagona*) es una especie del Ecuador; se considera que es originaria de la provincia de Loja. Su cultivo es tradicional prácticamente en todas las provincias de la serranía ecuatoriana, existiendo zonas de producción comercial en Patate y Baños en la provincia de Tungurahua y en los valles cálidos de Loja, Pichincha, Imbabura y Carchi. La producción de esta fruta a crecido favorablemente, según datos conservadores se calcula que la superficie sembrada de babaco puede llegar de 150 – 200 ha, la gran mayoría en cultivos bajo invernadero (Falconí. 2001). En su correcto estado de madurez, la piel es amarilla intensa y la pulpa color crema amarillento, esta fruta es deliciosa consumida en fresco con o sin azúcar. Siendo una fruta sin semilla, es posible consumirla en su totalidad. La cáscara, que es fina y suave, se puede comer también, y contiene importantes beneficios nutricionales (Falconí. 2001; Brito 2006). Su componente mayoritario es el agua y es un fruto de moderado valor calórico, a expensas de su aporte de hidratos de carbono. Entre las principales cualidades nutricionales de la fruta destaca su contenido de provitamina A y C, de acción antioxidante, y en menor proporción contiene otras vitaminas del grupo B, como la B6 o piridoxina, siendo su contenido de fibra soluble (pectina) alto (Cadena 2002).

Según The Natural Food Hub, los frutos por su contenido en vitamina C pueden clasificarse como “buena” fuente a aquellos frutos que contenga de 6 – 14 mg de vitamina C/100g, “muy buena” fuente de 15 – 30 mg de vitamina C/100g y “excelente” fuente cuando el contenido de vitamina C es mayor a 30 mg/100g. En esta misma

fuelle el Babaco recibe la calificación de muy bueno ya que contiene de 21- 32 mg vitamina C/100g.

De acuerdo a estos antecedentes y enmarcándose en la línea de investigación “Alimentos funcionales y nutraceuticos”, que se encuentra desarrollando el Centro de Transferencia de Tecnología e Investigación Agroindustrial (CETTIA), cuyo objetivo es promover el cultivo de los frutales y mejorar las condiciones de vida de los agricultores, se plantea la optimización del proceso de elaboración de pulpa de babaco (*Carica pentagona*), con incorporación de corteza maximizando la retención de ácido ascórbico.

### **1.2 FIN DEL PROYECTO.**

Contribuir al conocimiento para la industrialización de frutas en la provincia de Loja, conservando sus características nutricionales y funcionales.

### **1.3 PROPÓSITO DEL PROYECTO.**

Optimizar el proceso de elaboración de pulpa de babaco (*Carica pentagona*), con incorporación de su corteza y maximizando la retención de ácido ascórbico.

### **1.4 COMPONENTES DEL PROYECTO.**

- a. Evaluación de las características físico-químicas y del contenido de ácido ascórbico durante el almacenamiento poscosecha en babaco.
- b. Evaluar los parámetros: pH, sólidos solubles, tiempo, sorbato de potasio y temperatura de pasterización para la obtención de pulpa de babaco con corteza que permita maximizar la retención de ácido ascórbico.
- c. Optimizar los parámetros influyentes en la retención de ácido ascórbico en el proceso de elaboración de pulpa de babaco, utilizando la metodología superficie de respuesta.



## **1.5 METODOLOGÍA**

### **1.5.1 Materia Prima.**

Se utilizó babaco (*Carica pentagona*) de invernadero, proveniente del cantón Saraguro de la provincia de Loja y recolectado durante los meses de abril y mayo. Los requerimientos del fruto para su recolección fueron tener aproximadamente el mismo tamaño, encontrarse ubicados a la misma altura de la planta y tener un 25% de su corteza amarilla con el fin de garantizar que el mismo madure satisfactoriamente durante el almacenamiento poscosecha y minimizar la variabilidad en el contenido de nutrientes del fruto. Para la elaboración de pulpas se utilizó babacos completamente maduros (corteza 100% amarilla), debido al requerimiento de utilizar también la corteza del fruto.

Se seleccionó un invernadero de aproximadamente 500 m<sup>2</sup> considerando para esto los invernaderos que se encontraban en etapa productiva durante los meses antes mencionados, el mantenimiento brindado por el agricultor y la pendiente que tienen cada uno de éstos.

### **1.5.2 Evaluación poscosecha**

Se evaluaron las características físico-químicas de la fruta a condiciones ambientales de la ciudad de Loja (temperatura 20±2 °C y humedad relativa 50±5%) a intervalos de 72 horas y durante 21 días; se trabajaron tres muestras de aproximadamente 54 Kg de babaco cada una según norma INEN 1750, las cuales fueron divididas para características físicas y químicas como se indica a continuación:

#### **1.5.2.1 Características Físicas**

Para la evaluación de características físicas se tomó aproximadamente 6 Kg de fruta de la muestra total (6 unidades), misma que no se destruyen durante todo el periodo de almacenamiento poscosecha. En dichas frutas se analizó la variación de características

como: peso utilizando una balanza de precisión SARTORIUS CP 4202S de 0,001g de sensibilidad, color utilizando para ello cartas colorimétricas RHS (THE ROYAL HORTICULTURAL SOCIETY), el diámetro fue medido utilizando un calibrador marca ROSTFREI GEHARTET INOX DE de 0,01mm de precisión, además se evaluó variabilidad en la longitud y la circunferencia del fruto utilizando para ello una cinta métrica; se analizó también la textura de los frutos utilizando para esto penetrómetros modelo TR (Fruit pressure tester) con un rango de 1 a 13 Kg/cm<sup>2</sup> de presión en las tres primeras semanas y con un rango de 0,5 a 5 Kg/cm<sup>2</sup> en la semana final. Para la determinación del rendimiento se tomó el peso inicial del fruto (P1) luego se realizó cortes en el pedúnculo, en la punta y en la parte transversal con el fin de retirar la parte central del fruto, pesando así solo pulpa y corteza (P2), de esta forma se aplicó la siguiente ecuación:  $\text{rendimiento} = (P2 * 100) / P1$ . La determinación de textura se efectuó utilizando los frutos empleadas en características químicas.

#### 1.5.2.2 Características Químicas

Para la evaluación de características químicas se tomó los 48 Kg restantes de la muestra total, la misma que fue dividida en 8 submuestras de 6 Kg y así se analizó una submuestra por cada día de análisis durante el periodo de almacenamiento poscosecha.

Se evaluó la variabilidad de características como:

- **pH:** Utilizando para ello el método potenciométrico de la norma INEN 389, el pH-metro utilizado es marca HANNA 8520 con un electrodo tipo H1 1230.
- **Acidez:** Se lo realizó mediante el método volumétrico de la AOAC 942.15 para determinación de acidez en frutas y derivados.
- **°Brix:** Mediante el método refractométrico usando para ello un refractómetro Abbe modelo NAR-1T.
- **Humedad:** Determinada en una estufa COLE PARMER digital a 105°C ± 1°C por tres horas.

- **Ácido ascórbico:** Se usó el método titulométrico de la AOAC 967.21 para determinación de ácido ascórbico en jugos.
- **Capacidad antioxidante:** Basándose en el método de Brand- Williams y Col (1995) se determinó la capacidad antioxidante total en babaco, realizando ligeras modificaciones con el fin de adaptar la técnica al tipo de muestra. (Anexo 1).
- **Fenoles totales:** Para la determinación de fenoles totales se utilizó el método colorimétrico de Folin-Ciocalteu descrito por Singleton, V.L. & Rosi, J.A. 1965, *Am. J. Enol. Vitic.* (Anexo 1)

### 1.5.3 Elaboración de pulpa

Para la obtención de pulpa la materia prima fue sometida a los siguientes procesos: lavado, eliminación de mucílago, licuado, formulación, envasado y pasteurizado.

### 1.5.4 Factores estudiados

Para el estudio de los factores y teniendo como objetivo maximizar la retención de ácido ascórbico se realizó un screening utilizando el criterio “mayor es mejor” de la metodología Taguchi. Según ésta el diseño a utilizar es  $L_8 2^5$  donde el subíndice 8 corresponde al número de tratamientos, el superíndice 5 representa la cantidad de factores estudiados y el número 2 señala que se utilizaron dos niveles de trabajo para cada factor; se realizaron tres repeticiones por cada tratamiento dando como resultado un total de 24 ensayos. Los valores para los niveles de trabajo de tiempo y temperatura de pasteurización y °Brix de la pulpa se establecieron en base a la bibliografía, así también los valores de sorbato de potasio fueron tomados de la norma INEN 2074: 96 y el pH fue basado en no superar lo estipulado en la resolución 7992 del Ministerio de Salud de Colombia.

Del screening realizado se obtuvieron 4 factores influyentes que a su vez fueron optimizados a través de la metodología de superficie de respuesta aplicando un arreglo factorial  $2^4$ , que sumados a 8 puntos axiales y 3 centrales da un total 27 tratamientos, los mismos que se realizaron por triplicado.

### 1.5.5 Procesamiento de datos

A los resultados obtenidos de la caracterización físico-química durante el almacenamiento poscosecha se les realizó un análisis de varianza empleando el software XLSTAT 2007; para el screening según la metodología Taguchi y para la optimización mediante la metodología superficie de respuesta se utilizó el software MINITAB 15.

### 1.5.6 Hipótesis.

#### 1. *Diseño Simple.*

Ho: El tiempo de almacenamiento no afecta el contenido de ácido ascórbico del babaco.

V. independientes: Tiempo (0, 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21) días

V. dependientes: Contenido de ácido ascórbico (mg/100g de pulpa).

#### 2. *Metodología Taguchi.*

Ho: El pH, °Brix, sorbato de potasio, tiempo y temperatura de pasteurización no afecta el contenido de ácido ascórbico en la pulpa de babaco.

V. independientes:

Factores	Niveles	
pH	3	4
°Brix	12	30
Sorbato de potasio (ppm).	0	600
Temperatura de pasteurización (°C)	65	95
Tiempo de pasteurización (min)	3	30

V. dependiente: Contenido de ácido ascórbico (mg/100g de pulpa).

### 3. Superficie de respuesta

Ho: El pH, °Brix, tiempo y temperatura de pasteurización no afecta el contenido de ácido ascórbico en la pulpa de babaco.

V. independientes:

Factores	Niveles	
pH	3	4
°Brix	12	30
Temperatura de pasteurización (°C)	65	95
Tiempo de pasteurización (min)	3	30

V. dependiente: Contenido de ácido ascórbico (mg/100g de pulpa).

# **CAPÍTULO 2**

## **REVISIÓN**

### **BIBLIOGRÁFICA**

## **2.1 RADICALES LIBRES**

Un radical libre es una molécula o fragmento de molécula, que contiene uno o más electrones desapareados en su orbital externo. Tienen una vida media del orden de milisegundos debido a su gran reactividad, aunque varía según el tipo de radical libre (Gómez 2004; Velázquez 2004). La inestabilidad que tienen les confiere una avidez física por la captura de un electrón de cualquier otra molécula de su entorno, ocasionando que la estructura afectada quede inestable, de esta forma establecen reacciones en cadena por medio de varios transportadores que se oxidan y reducen a la vez (Velázquez 2004).

Los radicales libres son el resultado de los procesos fisiológicos propios del organismo, como el metabolismo de los alimentos, la respiración y el ejercicio, o bien son generados por factores ambientales como la contaminación industrial, el tabaco, la radiación, los medicamentos, los aditivos químicos en alimentos procesados y los pesticidas (Velázquez 2004).

## **2.2 ESTRÉS OXIDATIVO**

El estrés oxidativo es el incremento de la formación de radicales libres en el organismo. Se dice que ha ocurrido un daño oxidativo cuando hay un exceso de radicales libres que causan daño celular. Muchas sustancias son capaces de formar radicales libres y disminuir nuestras defensas antioxidantes, aumentando el estrés oxidativo (Murillo 2002).

El ser humano dispone de varios compuestos que tienen la propiedad de ejercer una acción antioxidante; algunos de ellos son de naturaleza enzimática, como la catalasa, superóxido dismutasa, glutatión reductasa, etc., mientras que otros son de naturaleza no enzimática, como ácido úrico, glutatión, ferritina, transferrina, bilirrubina, ceruloplasmina, etc. Los compuestos anteriores constituyen la defensa antioxidante que el organismo es capaz de generar y que, al parecer, resulta ineficiente, por cuyo motivo es necesario que ingiera diariamente sustancias con capacidad antioxidante, como vitamina C, flavonoides, B-caroteno, vitamina E (Guija, Troncoso et al. 2003).

La oxidación de las macromoléculas biológicas: lípidos, proteínas, carbohidratos y ADN en diferentes tejidos y órganos puede generar un daño irreversible que, si es muy extenso produce enfermedad y lleva incluso a la muerte celular. En las frutas y verduras se encuentran muchas sustancias que son capaz de atrapar radicales libres, mejorando nuestra defensa antioxidante (Murillo 2002).

### **2.3 LOS ANTIOXIDANTES**

Las frutas y los vegetales contienen una gran variedad de fitonutrientes, muchos de los cuales tienen propiedades antioxidantes. Además de las bien conocidas vitaminas C y E y los carotenoides, existen otros compuestos como los flavonoides (incluyendo flavonas, isoflavonas, flavononas, antocianinas y catequinas) que son fuertes antioxidantes y que contribuyen significativamente a la capacidad antioxidante total (Guija, Troncoso et al. 2003; Velázquez 2004; Soto 2005).

Los antioxidantes impiden que otras moléculas se unan al oxígeno, al reaccionar-interactuar más rápido con los radicales libres del oxígeno y las especies reactivas del oxígeno que con el resto de las moléculas presentes, en un determinado microambiente –membrana plasmática. La acción del antioxidante es de sacrificio de su propia integridad molecular para evitar alteraciones de moléculas -lípidos, proteínas, ADN, etc.- funcionalmente vitales o más importantes. Su acción la realizan tanto en medios hidrofílicos como hidrofóbicos (Prakash 2001; Venereo 2002).

Existe una clasificación que los divide en antioxidantes primarios, secundarios y terciarios:

Los antioxidantes primarios previenen la formación de nuevas especies de radicales libres. Estos antioxidantes actúan por conversión de los radicales libres existentes en moléculas menos dañinas, o impidiendo su formación desde otras moléculas. Dentro de este grupo se incluye a la superóxido dismutasa, la glutatión peroxidasa, la catalasa y las proteínas ligadoras de metales (ferritina y ceruloplasmina) que limitan la disponibilidad de hierro necesario para la formación del radical OH• (Gómez 2004).



Los antioxidantes secundarios son protectores no enzimáticos o captadores de radicales libres que intervienen cuando hay superproducción de los mismos y los sistemas enzimáticos están desbordados, previniendo así las reacciones en cadena. Se incluye el glutatión, la vitamina E, vitamina C, ácido úrico, bilirrubina y albúmina(Gómez 2004).

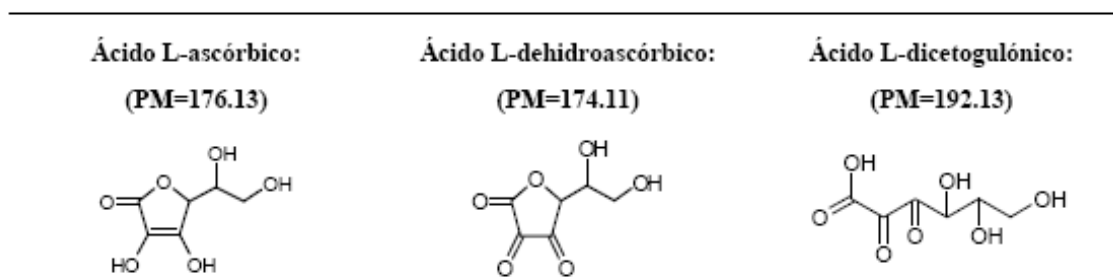
Los antioxidantes terciarios reparan biomoléculas dañadas por los radicales libres. Entre ellos se encuentran los sistemas proteolíticos intracelulares, que actúan degradando proteínas dañadas oxidativamente, evitando de este modo su acumulación. También podemos destacar las enzimas reparadoras de ADN, la metionina sulfóxido reductasa y la fosfolipasa A2 que corta los fosfolípidos oxidados de la membrana (Gómez 2004).

#### **2.4 VITAMINA C.**

La vitamina C es un compuesto altamente polar y por lo tanto altamente soluble en agua, e insoluble en solventes no-polares. Esta vitamina actúa como agente reductor en reacciones de hidroxilación o reacciones de oxido-reducción (son reacciones donde ocurre transferencia de electrones entre especies, permitiendo la oxidación de una especie y llevando la otra especie a ser reducida). Es considerada como el agente reductor más reactivo que puede ocurrir en forma natural en el tejido vivo, también es considerada como nutriente esencial para el ser humano, ya que éste no puede sintetizarlo por sí solo (Llorente 2003; Soto 2005).

Esta vitamina es muy sensible a diversas formas de degradación. Entre los numerosos factores que pueden influir en los mecanismos degradativos se pueden citar la temperatura, la concentración de sal y azúcar, el pH, el oxígeno, las enzimas, los catalizadores metálicos y la concentración inicial de ácido (Pirone, Ochoa et al. 2001).

**Fig 2.1 Estructura del ácido ascórbico y sus derivados**



Fuente: (Torregrosa 2006).

La reserva total de ácido ascórbico en el organismo es de 1500 a 2500 mg. El ácido ascórbico pierde con facilidad átomos de hidrógeno y se transforma en ácido dehidroascórbico, que también posee actividad de vitamina C. Sin embargo, la actividad vitamínica se pierde cuando el anillo lactónico del ácido dehidroascórbico se hidroliza para formar ácido dicetogulónico (Martínez, Periago et al. 2000; Torregrosa 2006). La vitamina C ha sido reconocida y aceptada por la Food and Drug Administration (FDA) como uno de los cuatro antioxidantes dietéticos, los otros tres son las vitaminas E, la vitamina A cuyo precursor es el  $\beta$ - caroteno, y el selenio, un componente esencial de las enzimas antioxidantes glutationperoxidasa y tioredoxina-reductasa(Llorente 2003; Torregrosa 2006).

Actualmente el ácido ascórbico posee un estatus de GRAS (Generally Recognized As Safe) como preservante químico y no tiene restricciones en cuanto a su uso en diferentes niveles de concentración (21 CFR 182.3013). El ácido ascórbico se ha utilizado contra la oxidación en vinos, cerveza, frutas, vegetales, bebidas, carnes curadas y productos de pescado (Leighton 1998).

Las principales fuentes de vitamina C son las frutas, hortalizas, zumos y alimentos fortificados. En la naturaleza está presente casi en forma reducida de ácido L-ascórbico(Domínguez 2004).

Esta vitamina se considera uno de los antioxidantes naturales más eficaces y menos tóxicos, se encuentra a elevada concentración en numerosos tejidos, si se compara con los contenidos plasmáticos, y posee las características de lo que podría considerarse un secuestrador ideal de radicales libres. Como tal, es eficaz frente a los radicales

superóxido e hidroxilo, el peróxido de hidrógeno y el oxígeno singulete (Velázquez 2004; Torregrosa 2006).

#### 2.4.1 Funciones de la vitamina C en el organismo:

Entre las principales funciones de la vitamina C en el organismo humano tenemos: es indispensable para la elaboración y mantenimiento del colágeno; ayuda a cicatrizar las heridas, quemaduras y encías sangrantes; favorece la absorción y almacenamiento del hierro; disminuye la posibilidad de formación de coágulos en vasos sanguíneos; evita formación de agentes cancerígenos como las nitrosaminas, favorece la acumulación de colesterol en la sangre, así mismo ayuda a combatir enfermedades víricas y bacterianas; actúa como antioxidante, es un poderoso inhibidor de la oxidación de lípidos; regenera la vitamina E y es protector de los efectos del tabaco (Llorente 2003; Velázquez 2004).

**Tabla 2.1 Ingesta diaria recomendada de vitamina C**

<b>Ingesta Dietaria Recomendada (DRI) para Vitamina C</b>			
<b>Etapa de vida</b>	<b>Edades</b>	<b>Hombres (mg/día)</b>	<b>Mujeres (mg/día)</b>
Infantes	0 – 6 meses	40 (IA)*	40 (IA)*
Infantes	7 – 12 meses	50 (IA)*	50 (IA)*
Niños	1 – 3 años	15	15
Niños	4 – 8 años	25	25
Niños	9 – 13 años	45	45
Adolescentes	14 – 18 años	75	65
Adultos	19 años o más	90	75
Fumadores	19 años o más	125	110
Embarazadas	18 años o menos	-	80
Embarazadas	19 años o más	-	85
Lactantes	18 años o menos	-	115
Lactantes	19 años o más	-	120

IA: Ingesta adecuada

Fuente:(Soto 2005)

## 2.5 FENOLES.

Los fenoles son un grupo integrado por numerosos compuestos presentes en la naturaleza. En su mayoría son potentes antioxidantes, tienen la función de proteger contra los daños oxidativos al organismo humano. Las coloraciones azul, azul-rojo y violeta característicos de ciertas variedades de cerezas y uvas y el color púrpura de la berenjena se deben al contenido fenólico de estos vegetales (Leighton 1998) . La actividad antioxidante de los compuestos fenólicos tiene interés desde un punto de vista tecnológico y nutricional. Así, los compuestos fenólicos intervienen como antioxidantes naturales de los alimentos, por lo que la obtención y preparación de alimentos con un alto contenido en estos compuestos supone una reducción en la utilización de aditivos antioxidantes, a la vez que se obtienen alimentos más saludables, que incluso pueden llegar a englobarse dentro de los alimentos funcionales (Martínez, Periago et al. 2000). La característica principal de los compuestos fenólicos es su habilidad para bloquear la acción de enzimas específicas que causan inflamación. Los fenoles también modifican los pasos metabólicos de las prostaglandinas y por lo tanto protegen la aglomeración de plaquetas. Además son antioxidantes y como tales atrapan radicales libres, previniendo que estos se unan y dañen las moléculas de ácido desoxiribonucleico (DNA), un paso crítico en la iniciación de los procesos carcinogénicos. Como antioxidantes, los fenoles también previenen la peroxidación de lípidos, los cuales, siendo radicales libres pueden causar daño estructural a las membranas de células normales, lo cual interfiere con el transporte de moléculas a través de estas membranas afectando el crecimiento y proliferación celular (Leighton 1998).

La gran diversidad de compuestos fenólicos dispersos en los tejidos vegetales, así como sus diferentes estructuras químicas, ha traído consigo la necesidad de desarrollar un gran número de técnicas analíticas para su identificación y cuantificación, debido a su importancia nutricional. Las primeras técnicas desarrolladas fueron técnicas espectrofotométricas, que si bien tienen interés desde el punto de vista del control de calidad, no aportan la suficiente información desde un punto de vista nutricional, por lo que ha sido necesario recurrir a técnicas más precisas, como las

cromatográficas, que permitan la identificación individualizada de cada uno de los polifenoles de interés (Martínez, Periago et al. 2000).

## 2.6 EL BABACO (*Carica pentagona*)

Fig 2.2 Planta de babaco



Fuente: La autora

El babaco es una planta arbustiva que pertenece a la familia de las Caricaceae y cuya especie es pentagona. El fruto es una baya sin semilla, no necesita polinización para desarrollarse, es alargado de sección pentagonal, su longitud alcanza hasta 38 cm y su diámetro 14 cm, pesa de 300 a 1200 g (Brito 2006; Sanjinés Adriana 2006). En una misma planta pueden encontrarse frutos de diferentes tamaños y cada planta puede producir anualmente 25 a 30 frutos. La epidermis del fruto es verde cuando está en crecimiento y a la madurez es amarilla; la pulpa es de color crema, acuosa y con olor especial, sobre todo cuando está maduro. Su sabor es similar al de la piña, la fresa y la naranja (Cadena 2002).

Los frutos alcanzan su estado de madurez comercial luego de 15 a 30 días de ser cosechados (al alcanzar su madurez fisiológica), pero para una mejor comercialización este proceso puede alterarse al colocar los frutos a una temperatura de 25° C y proporcionarles un producto que ayuda a la maduración de los frutos como es el Etileno (ETH). En contraste, cuando se quiere retardar la salida del producto se puede colocar los frutos a la sombra con una temperatura de 15° C, condiciones en las cuales el fruto se retardará por 15 días. El cultivo comienza a producir a los 10 o 12 meses

luego de la siembra y se alarga hasta los 36 o más meses. Para invernadero comienza a producir luego de los 16 meses (Brito 2006).

Actualmente en el Ecuador se cultiva este fruto principalmente en la sierra, se produce generalmente bajo invernadero para evitar la infestación de plagas y el contagio de enfermedades por exceso de agua y de esta forma se puede producir 32 kg. fruta /m<sup>2</sup> con una densidad de 0.8 plantas/m<sup>2</sup> (Brito 2006).

La composición nutricional del babaco es la siguiente:

**Tabla 2.2** Composición nutricional del babaco

<b>Componentes</b>	<b>Contenido de 100g de parte comestible</b>	<b>Valores diarios recomendados (basado en una dieta de 2000 calorías)</b>
Agua	95 g	
Fibra alimentaria	1.10 g	25 g
Lípidos	0.10 - 0.20 g	
Potasio	165mg	3 500 mg
Proteínas	0.74 – 0.95 g	
Sales minerales	0.50 - 0.70 g	
Calcio	13 mg	162 mg
Calorías	8 mg	
Caroteno	0.09 mg	
Fósforo	7 mg	125 mg
Hierro	3.40 mg	18 mg
Hierro	0.30 mg	
Niacina	0.50 mg	20 mg
Riboflavina	0.02 mg	1.7 mg
Sodio	1 mg	2 400 mg
Tiamina	0.03 mg	
Vitamina A	27 mg	5 000 IU
Vitamina B1	0.02 mg	
Vitamina B2	0.02 mg	
Vitamina B6	0.03 mg	2 mg
Vitamina C	31 mg	60 mg
Vitamina E	0.47 mg	

**Fuente:** Da Cossio e Bassi, CORPEI

**Elaboración:** La autora.

## **2.7 PULPA DE FRUTA.**

La pulpa es el producto pastoso, no diluido, concentrado, ni fermentado, obtenido por la desintegración y tamizado de la fracción comestible de frutas frescas, sanas, maduras y limpias (Ramírez 2006).

La apariencia en los jugos o pulpas debe estar libre de materias extrañas, admitiéndose una separación en fases y mínima presencia de trozos y partículas oscuras propias de la fruta utilizada. La separación de fases se presenta al dejar las pulpas en estado crudo, es decir, sin aplicar un tratamiento térmico que inactive las enzimas, causantes de la hidrólisis de pectinas y posterior formación de sales que precipitan (Camacho 1996; Ramírez 2006).

La pulpa debe estar libre de sabores extraños. Cualquier sabor a viejo o a alcohol es señal de fermentación, que de inmediato es rechazado. El color y olor deben ser semejantes a los de la fruta fresca de la cual se ha obtenido (Camacho 1996; Ramírez 2006).

**2.7.1 PULPA EDULCORADA:** La pulpa edulcorada o también llamada azucarada, es el producto elaborado con pulpas o concentrados de frutas con un contenido mínimo en fruta del 60% y adicionada de azúcar. El combinar pulpa con azúcar presenta las siguientes ventajas: Le comunica mayor grado de estabilidad que la pulpa cruda; el néctar preparado a partir de esta pulpa presenta mejores características de color, aroma y sabor que el preparado con pulpa cruda congelada no edulcorada; la textura de la edulcorada congelada es mas blanda que la cruda congelada, permitiendo una dosificación mas sencilla que la cruda congelada. Finalmente la pulpa edulcorada permite una preparación de néctares más rápida, ya que solo hay que mezclarla con agua (Ramírez 2006).

Para la elaboración de néctares es necesario regular las pulpas, todas las frutas tienen su azúcar natural, sin embargo al realizar la dilución con el agua ésta tiende a bajar. Por esta razón es necesario agregar azúcar hasta un rango que puede variar entre los 12 a 18 °Brix, sin embargo la concentración cercana a 30°Brix permite mantener en

óptimas condiciones el fruto manteniendo excelentes características organolépticas (Coronado and Hilario; Forero, Godoy et al. 2005).

## **2.8 TRATAMIENTOS TÉRMICOS.**

La pasteurización es un tratamiento térmico, usado para inactivar enzimas y para destruir los microorganismos relativamente sensibles al calor, los mismos que producen alteraciones, modificando al mínimo las propiedades (por ej., sensoriales y nutricionales) de los alimentos, para ofrecer al consumidor un producto seguro con una vida útil aceptable para que sea consumido en un corto plazo (Rahman 2003).

La pasteurización se la puede realizar de dos maneras: utilizando tiempos largos (aproximadamente 30 minutos) y temperaturas bajas (62-68°C) y aplicando tiempos cortos (15 segundos-1 minuto) a elevadas temperaturas (85-100°C) (Ordoñez, Canbero et al. 1998).

Los alimentos muy ácidos , de pH < 4, (frutas en general, pulpas y alimentos escabechados) no pueden sufrir otras alteraciones que las derivadas del crecimiento de mohos y levaduras, dado que ninguna bacteria esporulada, ni la gran mayoría de las vegetativas pueden multiplicarse a estos valores de pH. Este tipo de alimentos no necesitan tratamiento térmicos superiores a los 100°C (Ordoñez, Canbero et al. 1998).

La esterilización es un tratamiento que pretende destruir los microorganismos más termorresistentes para conseguir la esterilidad comercial. El objetivo de este tratamiento térmico es destruir las bacterias esporuladas. La esterilización puede realizarse de dos formas: en envases previamente llenos o calentando el alimento sin envasar (UHT) y envasarlo después asépticamente (Ordoñez, Canbero et al. 1998; Rahman 2003).



## 2.9 METODOLOGÍA TAGUCHI.

La parte fundamental de la metodología ideada por el matemático japonés Genichi Taguchi es la optimización de productos y procesos, a fin de asegurar productos robustos, de alta calidad y bajo costo (Reyes 2001).

Taguchi desarrolló una serie de arreglos particulares que denominó:

$$L_a(b)^c$$

Donde:

**a** = Representa el número de pruebas o condiciones experimentales que se tomarán. Esto es el número de renglones o líneas en el arreglo.

**b** = Representa los diferentes niveles a los que se tomará cada factor.

**c** = Es el número de efectos independientes que se pueden analizar, esto es el número de columnas (Reyes 2001).

### 2.9.1 ANÁLISIS SEÑAL A RUIDO

De todos los factores que afectan un proceso, se pueden extraer dos grupos:

- Factores de ruido: Son aquellos que no podemos, queremos o deseamos controlar, y más bien deseamos que nuestros procesos y productos sean insensibles a su impacto.
- Factores de diseño: Son aquellos que si podemos controlar en nuestro proceso de producción, y deseamos encontrar a que nivel operarlos, a fin de optimizar el producto o proceso, esto es, que los productos sean de alta calidad y bajo costo (Reyes 2001).

### 2.9.2 ÍNDICE SEÑAL RUIDO

Es deseable tener una cantidad o expresión que de alguna manera involucre media y variación, o que por lo menos, ayude a que nuestras conclusiones sean más confiables. Esta cantidad ya existe y se llama índice señal ruido, denotado como SN o SR de aquí en adelante (Reyes 2001; Yacuzzi, Martín et al. 2005).

Para el análisis de resultados Taguchi clasifica los distintos problemas de diseño de parámetros dependiendo del objetivo que se quiere obtener con la respuesta (minimizarla, maximizarla, u obtener un valor nominal) y dependiendo de la categoría el índice “ **cociente señal ruido**”, S/R, para medir la variabilidad inducida por los factores ruido (Yacuzzi, Martín et al. 2005).

**Tabla 2.3** Expresiones algebraicas de los índices (señal /ruido).

Objetivo para el valor de la respuesta	S/R
“cuanto menor mejor”	$-10 \log \left[ \frac{1}{n} \sum y_i^2 \right]$
“cuanto más grande mejor”	$-10 \log \left[ \frac{1}{n} \sum 1/y_i^2 \right]$
“nominal es lo mejor”	$10 \log \left( \bar{y}^2 / s^2 \right)$

Fuente: (Yacuzzi, Martín et al. 2005)

Elaboración: La autora

## 2.10 METODOLOGÍA SUPERFICIE DE RESPUESTA.

La metodología de superficie de respuesta es un conjunto de técnicas matemáticas y estadísticas utilizadas para modelar y analizar problemas en los que una variable de interés es influenciada por otras. Su aplicación permite seleccionar la combinación de niveles óptimos en la obtención de la mejor respuesta para una situación dada. El análisis es realizado usando planeamientos factoriales, y los resultados son ajustados usando modelos matemáticos (Zan 2006).

En el campo industrial la metodología de superficie de respuesta ha tomado un papel de singular importancia en la obtención de condiciones óptimas de operación y surge como una alternativa de solución a la necesidad de superar los inconvenientes que se presentan los diseños factoriales completos, ya que la principal desventaja de estos es que al aumentar el número de factores o niveles de éstos, el número de tratamientos también se incrementa en forma sustancial, llegando incluso a imposibilitar la conducción de experimentos de campo (Carpio, Cevallos et al. 2006).

**CAPÍTULO 3**

**RESULTADOS  
EXPERIMENTALES  
Y DISCUSIÓN**

### **3.1 Análisis de ácido ascórbico de la materia prima**

En la tabla 3.1 se presenta los análisis de ácido ascórbico en babaco con corteza y sin corteza realizados previo a la elaboración de la pulpa. Los valores individuales se presentan en el Anexo 2.

**Tabla 3.1 Análisis de ácido ascórbico en babaco con corteza y babaco sin corteza**

<b>ANÁLISIS</b>	<b>CONTENIDO DE ÁCIDO ASCÓRBICO (mg/100g de fruto)</b>
<b><i>Babaco con corteza</i></b>	<b>27,94 ± 0,97</b>
<b><i>Babaco sin corteza</i></b>	<b>23,86 ± 1,06</b>

Fuente: Investigación Experimental  
Elaboración: La autora

De acuerdo a los datos de la tabla 3.1 se puede evidenciar que el babaco con corteza tiene un 14,6% más de ácido ascórbico que el babaco sin corteza.

### **3.2 Características físicas del babaco (*Carica pentagona*) durante el almacenamiento poscosecha.**

Siguiendo la metodología expuesta en la sección 1.5 de la presente investigación, se cuantificó las características físicas en almacenamiento poscosecha del babaco (*Carica pentagona*). En la tabla 3.2 se presentan los resultados de esta investigación para: peso, longitud, diámetro, circunferencia, rendimiento en pulpa, textura y color de corteza. Los valores individuales de estas características y el análisis estadístico se presentan en el Anexo 3 y 4 respectivamente; así como también las fotografías del cambio de color que están disponibles en el Anexo 5.

**Tabla 3.2 Características físicas del babaco (*Carica pentagona*) durante el almacenamiento poscosecha**

Tiempo (Días)	Peso (g)	Longitud (cm)	Circunferencia (cm)	Diámetro (cm)	Rendimiento en pulpa (%)	Textura (Kg/cm <sup>2</sup> )	Color*
0	1023,19 ± 159,00 <sup>a</sup>	27,09 ± 0,99 <sup>a</sup>	35,23 ± 2,47 <sup>a</sup>	10,96 ± 0,61 <sup>a</sup>	81,24 ± 1,43 <sup>bc</sup>	3,37 ± 0,28 <sup>a</sup>	GREEN GROUP 137A - GREEN GROUP 137B
3	1002,65 ± 151,13 <sup>a</sup>	26,94 ± 0,82 <sup>a</sup>	34,88 ± 2,65 <sup>a</sup>	10,72 ± 0,85 <sup>a</sup>	84,61 ± 1,42 <sup>a</sup>	3,08 ± 0,43 <sup>ab</sup>	GREEN GROUP 137A - GREEN GROUP 137C
6	983,65 ± 144,37 <sup>a</sup>	26,87 ± 0,81 <sup>a</sup>	34,73 ± 2,71 <sup>a</sup>	10,64 ± 0,85 <sup>a</sup>	84,80 ± 1,54 <sup>a</sup>	2,71 ± 0,04 <sup>abc</sup>	GREEN GROUP 137A - YELLOW GREEN GROUP 146A
9	972,67 ± 143,21 <sup>a</sup>	26,69 ± 0,68 <sup>a</sup>	34,64 ± 2,82 <sup>a</sup>	10,55 ± 0,82 <sup>a</sup>	82,33 ± 1,88 <sup>ab</sup>	2,51 ± 0,49 <sup>bcd</sup>	GREEN GROUP 137A - YELLOG GREEN GROUP 144A
12	960,30 ± 141,31 <sup>a</sup>	26,77 ± 0,86 <sup>a</sup>	34,51 ± 2,83 <sup>a</sup>	10,53 ± 0,79 <sup>a</sup>	79,34 ± 1,97 <sup>bc</sup>	2,22 ± 0,85 <sup>cd</sup>	GREEN GROUP 137A - YELLOW GREEN GROUP 146B
15	953,84 ± 143,38 <sup>a</sup>	26,76 ± 0,93 <sup>a</sup>	34,38 ± 2,93 <sup>a</sup>	10,50 ± 0,85 <sup>a</sup>	79,02 ± 1,27 <sup>c</sup>	1,92 ± 0,12 <sup>d</sup>	GREEN GROUP 137B - YELLOW GREEN GROUP 153A
18	940,51 ± 142,61 <sup>a</sup>	26,72 ± 0,96 <sup>a</sup>	34,17 ± 2,98 <sup>a</sup>	10,43 ± 0,84 <sup>a</sup>	75,57 ± 0,66 <sup>a</sup>	0,67 ± 0,23 <sup>e</sup>	GREEN GROUP 137B - YELLOW GROUP 12A
21	934,60 ± 140,01 <sup>a</sup>	26,66 ± 0,89 <sup>a</sup>	33,99 ± 2,98 <sup>a</sup>	10,36 ± 0,83 <sup>a</sup>	75,63 ± 3,33 <sup>d</sup>	0,65 ± 0,10 <sup>e</sup>	YELLOW GREEN GROUP 144B - YELLOW ORANGE GROUP 16A

a-e diferencia significativa (P < 0,05)

\* Rango de color por día (menor al mayor)

Fuente: Investigación Experimental

Elaboración: La autora

En la tabla 3.2 se muestra el comportamiento de las características físicas durante los 21 días de almacenamiento; el peso, longitud, circunferencia y diámetro bajan sin presentar diferencia estadística significativa ( $P < 0.05$ ) y en el caso de la textura y rendimiento tienen la misma tendencia pero con un cambio significativo, este hecho se atribuye a las pérdidas de humedad debido a las condiciones de almacenamiento y en el caso de la textura a los cambios propios en las paredes celulares de la fruta durante el proceso de maduración, producto de la degradación por hidrólisis del componente péctico, que a la vez desagregan otros compuestos, como celulosa y hemicelulosa (Yufera 1998; Márquez, Otero et al. 2005)

Los cambios observados en los parámetros de color de corteza medidos durante el proceso de almacenamiento fueron muy marcados comenzando desde el color GREEN GROUP 137A que corresponde a un color verde oscuro, hasta llegar a un color YELLOW ORANGE GROUP 16A que corresponde a un color amarillo intenso. Este cambio de coloración en la corteza se produce por una degradación de la clorofila e incrementos del contenido de carotenoides, proceso propio del periodo de maduración en algunos frutos (Zambrano, Briceño et al. 1995; Márquez, Otero et al. 2005).

### ***3.3 Características químicas del babaco (*Carica pentagona*) durante el almacenamiento poscosecha.***

En la tabla 3.3 se presentan los resultados de esta investigación para: °Brix, pH, % acidez, índice de madurez, humedad, ácido ascórbico, fenoles totales y capacidad antioxidante total. Los valores individuales de estas características y el análisis estadístico se presentan en el Anexo 3 y 4 respectivamente. Adicionalmente se realizó una recuperación por día de análisis para los ensayos de humedad, ácido ascórbico, fenoles totales y capacidad antioxidante con el fin de asegurar la calidad de los resultados, los mismos que están disponibles en el Anexo 6.

**Tabla 3.3 Caracterización química de babaco (*Carica pentagona*) durante almacenamiento poscosecha.**

Tiempo (Días)	°Brix	pH	Acidez (%)	Índice de madurez	Humedad (%)	mg ácido ascórbico por 100 gramo de fruta	Fenoles totales (mg equivalente a Ácido Gálico/100 g de fruta)	Capacidad antioxidante total (µM equivalente a ácido ascórbico/1 g de fruta)
0	6,15 ± 0,26 <sup>a</sup>	4,06 ± 0,05 <sup>ab</sup>	0,35 ± 0,04 <sup>e</sup>	17,42 ± 1,7 <sup>a</sup>	94,25 ± 0,19 <sup>a</sup>	5,72 ± 1,56 <sup>g</sup>	28,16 ± 2,46 <sup>d</sup>	0,79 ± 0,18 <sup>b</sup>
3	6,30 ± 0,17 <sup>a</sup>	4,10 ± 0,07 <sup>a</sup>	0,42 ± 0,08 <sup>de</sup>	15,10 ± 3,03 <sup>ab</sup>	94,01 ± 0,78 <sup>a</sup>	8,92 ± 0,70 <sup>f</sup>	32,99 ± 2,00 <sup>cd</sup>	0,86 ± 0,16 <sup>b</sup>
6	6,35 ± 0,09 <sup>a</sup>	3,94 ± 0,11 <sup>bc</sup>	0,46 ± 0,01 <sup>cd</sup>	13,21 ± 0,44 <sup>bc</sup>	93,83 ± 0,23 <sup>a</sup>	12,32 ± 0,77 <sup>e</sup>	33,73 ± 4,00 <sup>bcd</sup>	0,99 ± 0,24 <sup>b</sup>
9	6,42 ± 0,20 <sup>a</sup>	3,92 ± 0,12 <sup>bcd</sup>	0,49 ± 0,05 <sup>bcd</sup>	13,13 ± 1,97 <sup>bcd</sup>	93,49 ± 0,38 <sup>a</sup>	16,65 ± 0,49 <sup>d</sup>	39,69 ± 4,32 <sup>abc</sup>	1,35 ± 0,08 <sup>a</sup>
12	6,40 ± 0,26 <sup>a</sup>	3,89 ± 0,09 <sup>cd</sup>	0,56 ± 0,08 <sup>bc</sup>	11,61 ± 1,65 <sup>cde</sup>	93,58 ± 0,30 <sup>a</sup>	23,22 ± 0,08 <sup>b</sup>	42,18 ± 1,88 <sup>ab</sup>	1,40 ± 0,09 <sup>a</sup>
15	6,53 ± 0,15 <sup>a</sup>	3,78 ± 0,03 <sup>de</sup>	0,57 ± 0,03 <sup>bc</sup>	11,47 ± 0,68 <sup>cde</sup>	93,45 ± 0,30 <sup>a</sup>	26,13 ± 0,65 <sup>a</sup>	42,62 ± 5,75 <sup>ab</sup>	1,42 ± 0,14 <sup>a</sup>
18	6,55 ± 0,56 <sup>a</sup>	3,68 ± 0,10 <sup>e</sup>	0,68 ± 0,07 <sup>a</sup>	10,14 ± 0,90 <sup>e</sup>	93,45 ± 0,31 <sup>a</sup>	20,80 ± 0,45 <sup>c</sup>	47,07 ± 9,76 <sup>a</sup>	1,32 ± 0,01 <sup>a</sup>
21	6,65 ± 0,48 <sup>a</sup>	3,79 ± 0,04 <sup>cde</sup>	0,65 ± 0,03 <sup>ab</sup>	10,68 ± 0,32 <sup>de</sup>	93,21 ± 0,31 <sup>a</sup>	19,63 ± 0,40 <sup>c</sup>	46,00 ± 3,46 <sup>a</sup>	1,27 ± 0,02 <sup>a</sup>

a-b diferencia significativa (P < 0,05)

Fuente: Investigación Experimental

Elaboración: La autora

En la tabla 3.3 se puede observar el comportamiento de las características químicas durante el almacenamiento poscosecha, las mismas que presentan diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) con tendencia a aumentar en características como: acidez, ácido ascórbico, capacidad antioxidante y fenoles totales; con tendencia a disminuir en pH e índice de madurez. Así mismo, la humedad tiene una tendencia no significativa a la disminución y los °Brix una tendencia a su incremento.

El comportamiento descrito para ácido ascórbico y fenoles totales se debe a que en la maduración se generan procesos de biosíntesis los que dan como resultado mayor contenido de estos (Encina and Ritva 2005). Así también las proporciones más elevadas de ácido ascórbico se encuentran en los frutos antes de su maduración completa; luego disminuye muy lentamente en la sobremaduración (Zambrano, Briceño et al. 1995).

La capacidad antioxidante total en el almacenamiento poscosecha de babaco es directamente proporcional con el tiempo. La capacidad antioxidante de un alimento se debe a la actividad antioxidante de sus diferentes compuestos, entre los cuales están los compuestos fenólicos, carotenos, antocianinas, ácido ascórbico, etc (Encina and Ritva 2005), por lo tanto, se puede decir, que a medida que el ácido ascórbico y los compuestos fenólicos aumentan, aumenta también la capacidad antioxidante total en el babaco. Estos resultados muestran una tendencia similar a los encontrados en la literatura en donde el contenido de ácido ascórbico y capacidad antioxidantes tiende a incrementar durante la maduración de aguaymanto (Encina, 2006).

La disminución en el contenido de humedad se debe a que durante la maduración existen pérdidas de agua en forma de vapor a través de rutas primarias tales como heridas, estomas y cutícula, fenómenos conocidos como transpiración. El agua libre se encuentra en células estrechamente unidas entre sí y se mueve a través de espacios intracelulares interconectados, donde el agua se vaporiza y satura el ambiente intercelular (Carmona 2001).



El ligero incremento del contenido de sólidos solubles sugiere a un aumento de la proporción de la sacarosa y de azúcares reductores, coincidiendo con la hidrólisis del almidón (Carmona 2001).

### **3.4 Variables que influyen en la retención del ácido ascórbico durante el proceso de elaboración de pulpa.**

En la tabla 3.4 se muestran el promedio de ácido ascórbico /100g de fruta resultado de la aplicación de los tratamientos con sus niveles propuestos en la sección 1.5.5; paralelamente se muestran los valores señal/ruido (ETA) para cada uno de los tratamientos, los mismos que el programa utiliza para la obtención de la línea central en la gráfica de efectos principales. Los datos individuales se presentan en el Anexo 8.

**Tabla 3.4 Promedio de ácido ascórbico para los dos niveles de los tratamientos estudiados.**

Nº de tratamiento	PH	°BRIX	SORBATO (ppm)	TIEMPO (min)	TEMPERATURA (°C)	Acido ascórbico (mg/100g de fruta)	Señal/Ruido (ETA)
1	3	12	0	3	65	14,21 ± 0,38	23,05
2	3	30	0	30	95	13,43 ± 0,03	22,56
3	3	30	600	3	95	11,04 ± 0,41	20,86
4	3	12	600	30	65	14,62 ± 0,47	23,30
5	4	30	600	3	65	15,15 ± 0,23	23,61
6	4	12	600	30	95	10,73 ± 0,56	20,61
7	4	12	0	3	95	12,60 ± 0,33	22,01
8	4	30	0	30	65	11,01 ± 0,36	20,83

Fuente: Investigación Experimental  
Elaboración: La autora

A partir del análisis de los datos anteriores se obtiene los valores para la señal/ruido, los mismos que se muestran en la tabla 3.5 y gráfica 3.1.

**Tabla 3.5 Señal/ruido para los niveles de los factores estudiados.**

Niveles	PH	°BRIX	SORBATO	TIEMPO	TEMPERATURA
1	22,44	22,24	22,11	22,38	22,70
2	21,77	21,97	22,09	21,83	21,51
Delta	0,68	0,28	0,02	0,55	1,19
Rango	2	4	5	3	1

Delta: Diferencia de señal ruido entre los niveles, para cada factor

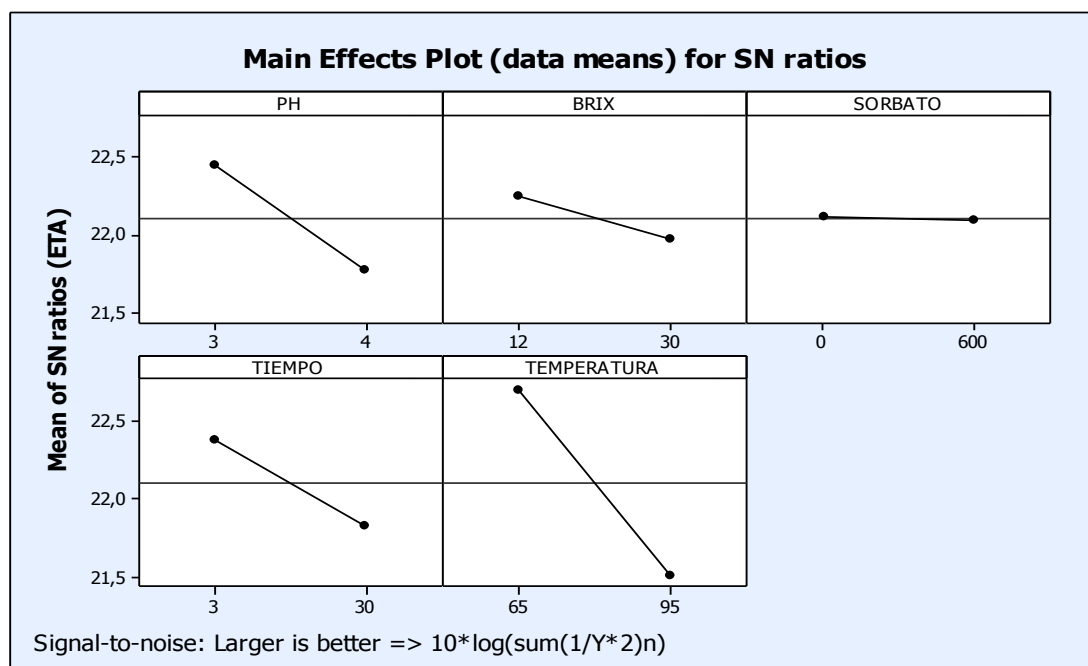
Rango: Ubicación del factor que más influye (1) hasta el que menos influye (5)

Fuente: Investigación Experimental

Elaboración: La autora

En la gráfica 3.1 se presenta la significancia del efecto de cada factor sobre la retención de ácido ascórbico aplicando el método Taguchi.

**Gráfica 3.1** Efectos principales (datos medias) para las proporciones de Señal/Ruido (ETA)



Fuente: Análisis Taguchi (Minitab 15)

Elaboración: La autora

El análisis de los resultados obtenidos al aplicar el método Taguchi puede ser interpretado a partir de la tabla 3.5 en donde los mayores valores de delta indican el grado de influencia de las variables estudiadas sobre la retención de ácido ascórbico y al mismo tiempo los mayores valores de ETA permiten identificar el nivel recomendado para los factores estudiados. Por ejemplo, el valor de delta más alto (1,19) corresponde a la variable temperatura la misma que muestra un mayor valor de ETA (22,7) en el nivel 1 que corresponde a un tratamiento de 65°C, el efecto de las variables sobre la retención de ácido ascórbico luego de la temperatura son: el

pH (3), tiempo (65°C), °Brix (12) y sorbato de potasio, en este último se observa que el comportamiento de ETA es similar en los dos niveles lo que quiere decir que esta variable no influye significativamente.

Lo descrito anteriormente se corrobora con lo observado en la gráfica 3.1, donde también se puede evaluar el efecto de cada factor ya que entre mayor sea la línea del mismo, o bien, entre mas perpendicular se encuentre de la línea central, mayor será el efecto.

### 3.5 Determinación del nivel óptimo para los factores influyentes sobre la retención de ácido ascórbico en la elaboración de pulpa.

En la tabla 3.6 se presenta la concentración promedio de ácido ascórbico para los 27 tratamientos obtenidos según se explica en la sección 1.5.5. Los datos individuales se los muestra en el Anexo 7.

**Tabla 3.6 Tratamientos aplicados para el screening mediante metodología Taguchi y valores promedio de ácido ascórbico**

Tratamiento	TEMPERATURA	TIEMPO	PH	°BRIX	PROMEDIO mg Acido Ascórbico / 100 gramos de fruta
1	80	16,5	3	30	10,41 ± 0,03
2	80	16,5	4	12	11,25 ± 0,02
3	80	3	3,5	30	11,03 ± 0,01
4	95	16,5	4	21	13,10 ± 0,01
5	95	16,5	3,5	30	12,62 ± 0,03
6	80	3	4	21	12,07 ± 0,04
7	80	16,5	3,5	21	11,70 ± 0,01
8	95	16,5	3,5	12	14,57 ± 0,01
9	80	30	3	21	13,73 ± 0,01
10	80	16,5	3	12	18,46 ± 0,03
11	80	16,5	4	30	11,75 ± 0,06
12	65	16,5	4	21	5,73 ± 0,01
13	80	16,5	3,5	21	11,88 ± 0,04
14	65	30	3,5	21	8,51 ± 0,06
15	80	30	4	21	8,48 ± 0,01
16	95	16,5	3	21	15,39 ± 0,01
17	80	30	3,5	30	8,02 ± 0,03
18	65	3	3,5	21	5,96 ± 0,01
19	65	16,5	3,5	12	12,08 ± 0,01

20	80	3	3	21	9,39 ± 0,01
21	95	30	3,5	21	13,25 ± 0,04
22	95	3	3,5	21	13,51 ± 0,04
23	65	16,5	3	21	12,80 ± 0,04
24	65	16,5	3,5	30	8,07 ± 0,01
25	80	16,5	3,5	21	10,45 ± 0,01
26	80	3	3,5	12	12,00 ± 0,01
27	80	30	3,5	12	13,28 ± 0,06

Fuente: Investigación Experimental  
Elaboración: La autora

**Tabla 3.7 Coeficientes de regresión estimados para ácido ascórbico**

Terminos	Coef	T	P
Constante	12,0159	40,762	0,000
TEMPERATURA	2,4370	7,394	0,000
TIEMPO	0,1087	0,330	0,746
PH	-1,4810	-4,494	0,000
BRIX	-1,6456	-4,993	0,000
TIEMPO*TIEMPO	-1,2469	-2,820	0,013
TEMPERATURA*TIEMPO	-0,6995	-1,225	0,239
TEMPERATURA*PH	1,2000	2,102	0,053
TEMPERATURA*BRIX	0,5200	0,911	0,377
TIEMPO*PH	-1,9823	-3,472	0,003
TIEMPO*BRIX	-1,0720	-1,878	0,080
PH*BRIX	2,1392	3,747	0,002
S = 1,317 R <sup>2</sup> = 84,1%			

Coef: Coeficientes para construir la ecuación del modelo matemático

T: distribución del área bajo la curva

P: valor que representa el área de una distribución t, determina si cada uno de los factores en el modelo son estadísticamente significativos.

S: desviación estándar del modelo

R<sup>2</sup>: Porcentaje de datos que se ajustan al modelo

Fuente: Investigación Experimental

Elaboración: La autora

En la tabla 3.7 se muestran los resultados de la prueba t para los coeficientes de regresión realizada con un  $\alpha=0.05$  para un modelo cuadrático, mostrándose también el valor de p para estos; los mismos que son obtenidos a partir del análisis de resultados de la tabla 3.6. El valor  $p > 0,05$  indica que los coeficientes no tienen efecto significativo sobre la variable respuesta por lo que se procede a eliminarlos con el fin de ajustar el modelo; de esta forma se observan los factores que tienen efecto sobre la retención de ácido ascórbico. El factor tiempo no tiene efecto significativo en el comportamiento lineal de la superficie de respuesta; es decir, esta variable es independiente, aunque cabe mencionar que la interacción tiempo\*pH ( $p=0,03$ ) y el

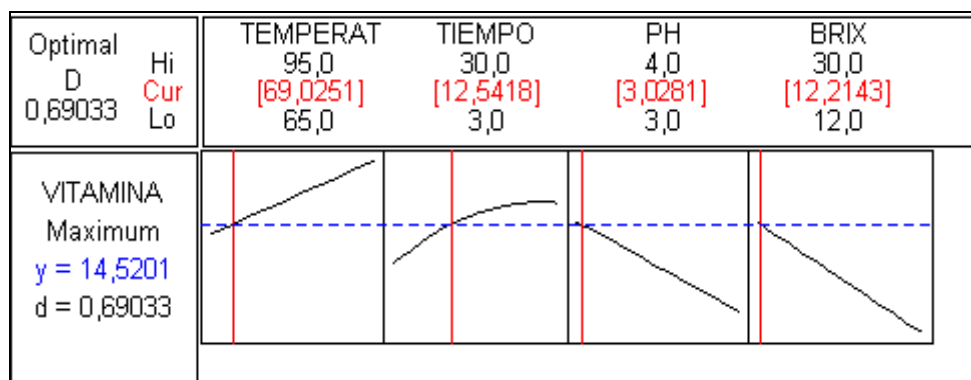
cuadrado de este factor ( $p=0,013$ ) si tienen un efecto significativo sobre el comportamiento de retención de ácido ascórbico, por lo tanto no se puede eliminar este factor.

De acuerdo al análisis de coeficientes de regresión estimados, el valor de  $R^2$  para el modelo mostró un ajuste del 84,1% y tomando en cuenta el mismo, el valor del error debido a la variabilidad de los resultados fue de 1,317, lo que valida el modelo cuadrático ajustado. Además se lo considera aceptable ya que se trata de un sistema biológico en donde la retención de ácido ascórbico depende en gran medida de las características de la materia prima y condiciones de proceso. A partir de unidades codificadas del diseño el modelo adquiere la forma siguiente:

$$\text{Contenido de Acido Ascórbico} = 29,21+(0,16*\text{temperatura})+(1,26*\text{tiempo})-(8,09*\text{pH})-(1,85*\text{Brix})-(0,01*\text{tiempo})-(0,29*(\text{tiempo}*\text{pH}))+(0,47*(\text{pH}*\text{Brix})).$$

A partir del modelo anterior se obtuvo los valores óptimos para los valores estudiados siendo estos: temperatura de pasteurización (69,03), tiempo de pasteurización (12,5), pH(3,03) y °Brix(12,2); dando como resultado una retención de 14,52 mg de ácido ascórbico equivalente al 71,8% en base a su contenido inicial, lo cual se observa en la gráfica 3.2.

**Gráfica 3.2.** Respuesta óptima para maximizar la retención de ácido ascórbico en pulpa de babaco.



Hi: Nivel superior para cada factor

Cur: Respuesta óptima para cada factor

Lo: Nivel inferior para cada factor

Y: Máxima retención de ácido acórbico (mg/100g de pulpa)

d: Nivel de deseabilidad expresados en valores de 0-1, equivalente a los mg de ácido ascórbico (Y)

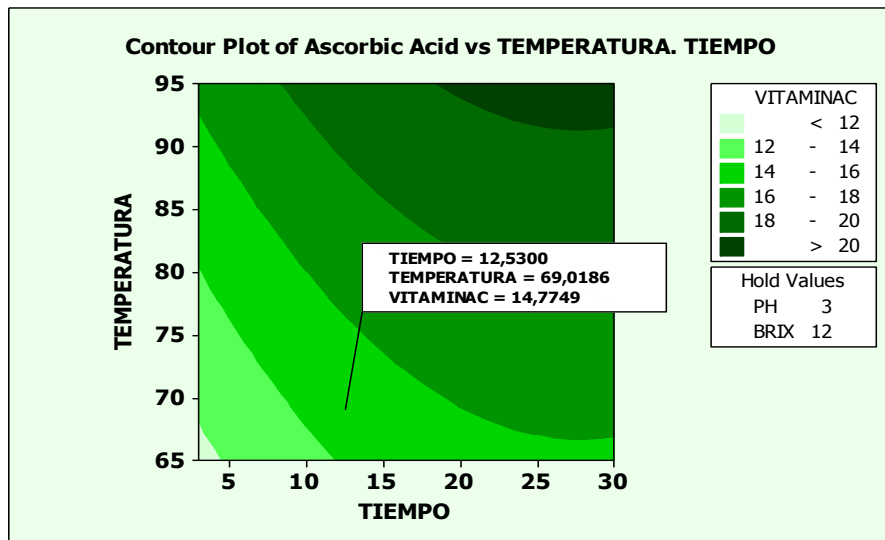
**Fuente:** Análisis SR (Minitab 15)

**Elaboración:** La autora

Los valores de la tabla 3.2 se los puede comprobar trazando un punto en las graficas de contorno de superficie de respuesta 3.3 y 3.4. En las mismas se presenta el comportamiento

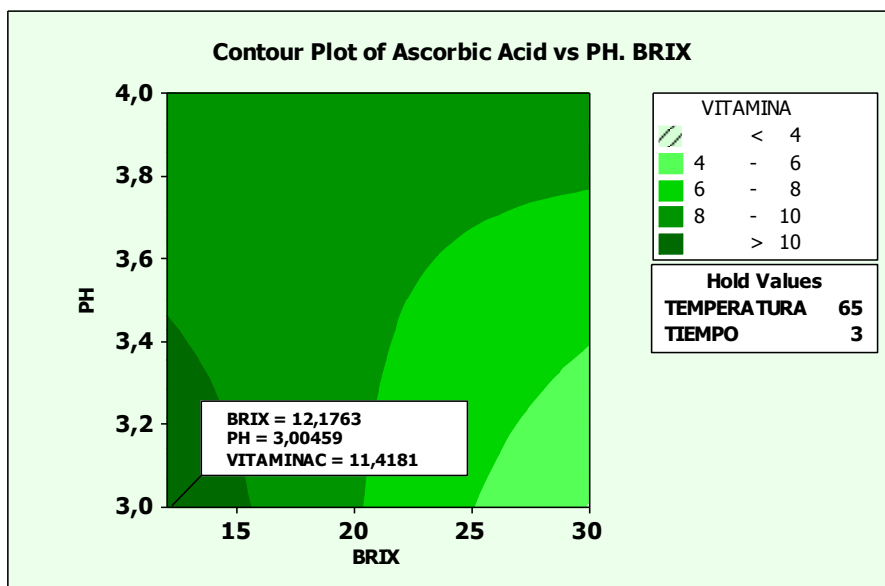
de la superficie de respuesta, en donde se puede observar una retención de ácido ascórbico de 14,77 mg de ácido ascórbico /100g de pulpa, para valores aproximados de 69,02°C y 12,54 min; y 11,41 mg de ácido ascórbico/100 g de pulpa para valores aproximados de 3,02 de pH y 12,21 °Brix.

**Gráfica 3.3** Contorno de la superficie de respuesta estimada para la máxima retención de ácido ascórbico (temperatura- tiempo).



Hold values: valores que se mantienen constantes.  
 Fuente: Análisis SR (Minitab 15)  
 Elaboración: La autora

**Gráfica 3 .4** Contorno de la superficie de respuesta estimada para la máxima retención de ácido ascórbico ( °Brix- pH)



Hold values: valores que se mantienen constantes  
 Fuente: Análisis SR (Minitab 15)  
 Elaboración: La autora

### 3.6 Análisis de compuestos bioactivos y microbiológico en pulpa optimizada.

Una vez optimizados los factores para la obtención de pulpa maximizando la retención de ácido ascórbico, se realizó una cuantificación de ácido ascórbico, fenoles totales, capacidad antioxidante y análisis microbiológico, los valores que se muestran en la tabla 3.8 son el resultado de tres repeticiones. Los datos individuales se los presenta en el Anexo 8.

**Tabla 3.8 Análisis de compuestos bioactivos y microbiológico de la pulpa optimizada.**

ANÁLISIS	CONTENIDO
Acido ascórbico*	14,40 ± 0,01
Fenoles Totales**	43,21 ± 0,34
Capacidad Antioxidante***	1,21 ± 0,11
Mohos y levaduras****	< 10
Aerobios mesófilos****	< 10

\*mg ácido ascórbico/100g de pulpa

\*\*mg ácido gálico/100g de pulpa

\*\*\*uM ácido ascórbico/g de pulpa

\*\*\*\* UFC/g de pulpa

Fuente: Investigación Experimental

Elaboración: La autora

En la tabla 3.8 se observa que el contenido de ácido ascórbico es similar al tratamiento óptimo y el contenido de fenoles totales y capacidad antioxidante no disminuyó significativamente en comparación al contenido inicial que corresponde al último día de almacenamiento poscosecha.

Desde el punto de vista microbiológico el producto formulado presenta una excelente estabilidad bajo condiciones de refrigeración debido a que no se observó desarrollo de microorganismos durante los 30 días que duró el almacenamiento.

# **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**



## CONCLUSIONES:

- Existe mayor contenido de ácido ascórbico en babaco con incorporación de corteza con un porcentaje de 14,6% mayor en comparación al babaco sin corteza.
- De acuerdo al comportamiento observado en el babaco se definió un tiempo óptimo de maduración que se encuentra entre 18 y 21 días poscosecha, tiempo en el cual el fruto se torna completamente amarillo y está listo para ser transformado en pulpa con la utilización de corteza.
- La concentración de ácido ascórbico durante el almacenamiento poscosecha alcanza un máximo de 26,13 mg de ácido ascórbico/100g de fruta a los 15 días y luego tiende a disminuir durante el tiempo de almacenamiento estudiado. El mismo comportamiento se observa en el caso de capacidad antioxidante total con un valor de 1,42 uM de ácido ascórbico/g de fruta al día 15.
- Se puede determinar un tiempo óptimo de almacenamiento en base a la concentración de ácido ascórbico, fenoles totales y capacidad antioxidante. En función del ácido ascórbico el tiempo máximo sería 15 días y en función de fenoles totales y capacidad antioxidante el tiempo sería de 21 días, según esta investigación.
- Las variables que influyen en la retención de ácido ascórbico en el proceso de elaboración de pulpa de babaco según metodología Taguchi son: pH, °Brix, tiempo y temperatura de pasteurización.
- El tratamiento óptimo según la metodología superficie de respuesta es: temperatura de pasteurización (69,03 °C), tiempo de pasteurización (12,5 min), pH(3,03) y °Brix (12,2), obteniendo una retención del 71,8%.
- La pulpa elaborada contiene 14,52 mg de ácido ascórbico /100 g de pulpa, la cual es comparable con una fruta “buena” en cuanto al contenido de vitamina C, según The Natural Food Hub.

## **RECOMENDACIONES:**

- Para el desarrollo de nuevas investigaciones empleando metodología Taguchi se recomienda que los intervalos en cada uno de los niveles sean lo más estrecho posibles con el fin de obtener análisis de resultados más precisos.
- Para investigaciones en donde el número de factores a estudiar sea menor de 4 se recomienda utilizar la metodología superficie de respuesta.
- Para realizar análisis de fenoles totales y capacidad antioxidante se debe realizar pruebas previas para determinar la cantidad de muestra a utilizar, ya que no se puede tomar un peso establecido para todo tipo de muestra.
- Para estudios posteriores se recomienda utilizar otros métodos para determinación de ácido ascórbico para establecer el método más sensible rápido y confiable.

# **BIBLIOGRAFÍA**

- Brito, D. (2006). "BABACO." from <http://www.sica.gov>.
- Cadena, E. (2002). "ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DE BABACO." from [http://www.sica.gov.ec/agronegocios/biblioteca/Convenio%20MAG%20IICA/producto/s/babaco\\_mag.pdf](http://www.sica.gov.ec/agronegocios/biblioteca/Convenio%20MAG%20IICA/producto/s/babaco_mag.pdf).
- Camacho, G. (1996). OBTENCIÓN Y CONSERVACIÓN DE PULPAS DE FRUTAS. BOGOTÁ, Universidad Nacional de Colombia: 4,5,6.
- Carmona, G. (2001). ROL DE TEMPERATURA EN EL ALMACENAMIENTO DE PRODUCTO FRESCO. Dirección de calidad agrícola. SAN JOSÉ COSTA RICA, SAN JOSEÉ COSTA RICA.
- Carpio, J., J. Cevallos, et al. (2006). MEJORA DE LA CALIDAD APLICANDO LA METODOLOGIA DE SUPERFICIE RESPUESTA Y REDES NEURONALES. España.
- Coronado, M. and R. Hilario ELABORACIÓN DE NECTAR. Perú, Centro de investigación, educación y desarrollo.
- Domínguez, C. C. (2004). FORMULACIÓN Y PASTEURIZACIÓN DE UNA BEBIDA CON MEZCLAS DE JUGOS NO CLARIFICADOS DE PIÑA-GUYABA-MANGO. Departamento de Ingeniería Química y Alimentos, Escuela de Ingeniería. Puebla, Universidad de las Américas. **Tesis Maestría**.
- Encina, C. and R. Ritva (2005). DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE Y COMPUESTOS BIOACTIVOS DE FRUTAS NATIVAS PERUANAS Revista Química Peruana. Perú. **74**.
- Falconí, C. (2001). BABACO, MOUNTAIN PAPAYA(*Caria pentagona*). C. M. IICA. Quito, Mayo de 2001: 39.
- Forero, C., S. Godoy, et al. (2005). ESTANDARIZACIÓN CONSERVAS DE CHONTADURO COMO ALTERNATIVA PARA EL FORTALECIMIENTO INTEGRAL DE LA MINICADENA DE LA PALMA DE CHONTADURO (*Bactris gasipaes*) EN EL DEPARTAMENTO DEL CAUCA. Facultad de ciencias agropecuarias. Perú, Universidad de Cauca.
- Gómez, M. C. (2004). PAPEL DE LOS RADICALES LIBRES EN EL EJERCICIO FÍSICO AGOTADOR. EFECTO DE LA ADMINISTRACIÓN DE ANTIOXIDANTES. . Departamento de Fisiología. España, Universidad de Valencia. **Tesis de Doctorado**.
- Guija, H., L. Troncoso, et al. (2003). PROPIEDADES PROOXIDANTE DEL CAMU CAMU(*Myrciaria dubia*). Facultad de Medicina. San Marcos, Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Leighton, F. (1998). SALUD Y BALANCE OXIDATIVO. CÓMO Y POR QUÉ EL CONSUMO MODERADO Y REGULAR DE VINO CONSTITUYE UNA DEFENSA CONTRA EL DAÑO OXIDATIVO EN LAS CÉLULAS Y EL CONSIGUIENTE DESARROLLO DE ENFERMEDADES. CIENCIA, VINO Y SALUD. Chile, Mayo, 1998. **2**.
- Llorente, J. R. (2003). LA IMPORTANCIA DE LA VITAMINA C. DISCOVERY SALUD. España. **3: 2**.
- Márquez, C., C. M. Otero, et al. (2005). CAMBIOS FISIOLÓGICOS, TEXTURALES, FISCOQUÍMICOS Y MICROESTRUCTURALES DEL TOMATE DE ÁRBOL (*Cyphomandra betacea* S.) EN POSCOSECHA. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Departamento de Ingeniería Agrícola y de Alimentos. Medellín, Universidad Nacional de Colombia.
- Martínez, I., M. J. Periago, et al. (2000). "SIGNIFICADO NUTRICIONAL DE LOS COMPUESTOS FENÓLICOS DE LA DIETA." Scielo **50: 6**.
- Murillo, E. (2002). ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DE BEBIDAS DE FRUTAS Y DE TÉ COMERCIALIZADAS EN COSTA RICA. Estudio Antioxidantes de Bebidas. Costa Rica: Laboratorio de bioquímica de alimentos y nutrición.
- Ordoñez, J., I. Canbero, et al. (1998). TECNOLOGÍA DE LOS ALIMENTOS. Madrid.
- Pirone, Ochoa, et al. (2001). EVOLUCIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE ÁCIDO ASCÓRBICO DURANTE EL PROCESO DE DESHIDRATACIÓN DE FRUTOS DE LA ROSA MOSQUETA (*Rosa eglanteria* L.). Facultad de Ingeniería. Argentina, Universidad Nacional del Comahue.

- Prakash, A. (2001). ANTIOXIDANT ACTIVITY. Minneapolis, Medallion Laboratories.
- Rahman, S. (2003). MANUAL DE CONSERVACIÓN DE LOS ALIMENTOS. Zaragoza.
- Ramírez, F. (2006). ELABORACIÓN DE PULPAS. Manual del Ingeniero de Alimentos. G. latino. Colombia: 154,155.
- Reyes, P. (2001). DISEÑO DE EXPERIMENTOS TAGUCHI. España.
- Sanjinés Adriana, Ø. B. (2006). "FRUTOS COMESTIBLES." Departamento de ciencias biológicas.
- Soto, J. (2005). DETERMINACIÓN DE FITOQUÍMICOS, VITAMINA C Y ÁCIDO FÓLICO EN CHIRONJA INJERTADA EN DIFERENTES PATRONES DE CÍTRICA. Departamento de Ciencia Agrícolas. Puerto Rico, Universidad de Puerto Rico Recinto Universitario de Mayagüez. **Tesis de Maestría en Ciencia y Tecnología de Alimentos**.
- Torregrosa, F. (2006). DETERMINACIÓN DE VITAMINA C Y CAROTENOIDES EN ZUMOS DE FRUTAS Y HORTALIZAS FRESCOS, TRATADOS POR CALOR O POR PULSOS ELÉCTRICOS DE ALTA INTENSIDAD (PEAI). DEPARTAMENTO DE MEDICINA PREVENTIVA Y SALUD PÚBLICA, BROMATOLOGÍA, TOXICOLOGÍA Y MEDICINA LEGAL. Valencia, Universidad de Valencia. **Tesis doctoral:** 290.
- Velázquez, M. (2004). EL ENVEJECIMIENTO Y LOS RADICALES LIBRES. Facultad de medicina. Mexico, Universidad Autónoma de México. **Tesis Doctoral:** 43.
- Venereo, J. (2002). DAÑO OXIDATIVO, RADICALES LIBRES Y ANTIOXIDANTES. Revista Cubana de Medicina Militar. Cuba. **2**.
- Yacuzzi, E., F. Martín, et al. (2005). EL DISEÑO EXPERIMENTAL Y LOS MÉTODOS DE TAGUCHI: CONCEPTOS Y APLICACIONES EN LA INDUSTRIA FARMACÉUTICA).\_, Universidad de CEMA.
- Yufer, E. P. (1998). QUÍMICA DE LOS ALIMENTOS. Zaragoza, España.
- Zambrano, J., S. Briceño, et al. (1995). CAMBIOS EN LA MADURACIÓN DE FRUTOS DE MANGO CUBIERTOS CON CERAS, DURANTE EL ALMACENAMIENTO. Jardín Botánico. Trujillo, Universidad Nacional Experimental de Los Llanos. .
- Zan, T. (2006). PRINCIPIO DE LOS MODELOS DE SUPERFICIE DE RESPUESTA PARA MODELOS LOGÍSTICOS. España.

# **ANEXOS**

# **ANEXO 1**

## **TÉCNICAS ANALÍTICAS DE DETERMINACIÓN DE CAPACIDAD ANTIOXIDANTE Y FENOLES TOTALES**

## DETERMINACIÓN DE CAPACIDAD ANTIOXIDANTE EN PULPA DE BABACO (FRUTA FRESCA).

Basándome en el método de Brand- Williams y Col (1995) se determinó la Capacidad Antioxidante Total realizando adaptaciones para pulpa fresca de babaco.

### 1. Campo de Aplicación

El método es aplicable para la determinación de capacidad antioxidante en extractos metanólicos de frutas.

### 2. Principio

El método para determinación de capacidad antioxidante se realiza en dos fases, primero en una fase de extracción de los compuestos antioxidantes y una segunda es la determinación utilizando el espectrofotómetro UV-visible a una longitud de onda de 515 nm.

### 3. Condiciones Ambientales

Las condiciones ambientales en las que normalmente se trabaja son:

Temperatura: 17-24° C

Humedad Relativa: 45-75 %

### 4. Reactivos

REACTIVO	FÓRMULA	CÓDIGO DE LABORATORIO	NÚMERO DE CATÁLOGO	MARCA	PROVEEDOR SUGERIDO
Metanol	CH <sub>3</sub> OH	LCETTIAG3-008	1.06009.2500	Baker	Espectrocrom
DPPH	C <sub>18</sub> H <sub>12</sub> N <sub>5</sub> O <sub>6</sub>	LCETTIAG5-025	1898-66-4	Sigma-	Espectrocrom
L-(+)-	C <sub>6</sub> H <sub>8</sub> O <sub>6</sub>	LCETTIALSR-013	50-81-7	Ehrenstorfer	Espectrocrom

- a. **Solvente extractante:** metanol al 80%
- b. **Solución Stock:** pesar 24 mg de DPPH en 100 ml de metanol. Almacenar la solución en un frasco oscuro a -20° C por no más de una semana y cubrir con papel aluminio.
- c. **Solución de Diluida de DPPH:** tomar 10 ml de la solución madre de DPPH a temperatura ambiente y añadir a 45 ml de metanol. Medir la absorbancia a 515 nm y llevarla a 1.1, si es necesario agregar mayor cantidad de metanol hasta obtener la absorbancia requerida.
- d. **Solución estándar de Ácido ascórbico.**
  - **Solución Stock:** pesar 0.017612 g de estándar (L-(+)- Ascorbic acid) en 50 ml de metanol.



- **Solución de Trabajo:** con la solución stock preparar los estándares de 20  $\mu\text{M}$ , 160  $\mu\text{M}$ , 300  $\mu\text{M}$ , 440  $\mu\text{M}$ , 580  $\mu\text{M}$ , 720  $\mu\text{M}$ .

## 5. Materiales y Equipos:

**Balones de Aforo:** 25 ml, 50 ml, 100 ml, calibrados, limpios y en perfecto estado.

**Pipetas:** 10 ml calibradas, limpias y en perfecto estado.

**Micropipetas:** 100-1000  $\mu\text{l}$  y de 1000-5000  $\mu\text{l}$  calibradas y en perfecto estado.

**Pera:** en perfecto estado

**Jeringa:** 0.05 ml limpia y previamente calibrada.

**Espectrofotómetro:** SPECTRONIC-UNICOM; modelo HELIOS BETA, frecuencia 50-60 Hz, rango 190-1100 nm, voltaje 110v-240v.

**Balanza Analítica:** OHAUS, modelo AP-250D, frecuencia de 50-60 Hz, voltaje 110v.

**Vortex:** marca thermolyne, tipo 37 600, serie 11330 y 100 voltios.

## 6. Preparación de las muestras

Pesamos en tubos de centrifuga 1,5 g de pulpa de babaco con corteza y agregamos 10 ml de metanol, agitamos durante 30 minutos y centrifugamos a 5000 rpm durante 20 minutos; transcurrido este tiempo tomamos una alícuota de 250  $\mu\text{L}$  del sobrenadante de las muestras que transferimos a nuevos tubos y en el caso del blanco 250  $\mu\text{L}$  de metanol, agregamos 4750  $\mu\text{L}$  de solución stock a cada tubo y dejamos reaccionar durante 30 minutos, procedemos a leer en espectrofotómetro UV visible a una longitud de onda de 515 nm.

## 7. Preparación de curva estándar.

Las curvas de calibración son preparadas a partir de una solución madre de ácido ascórbico cuya concentración es de 2000  $\mu\text{M}$  /L, de esta forma preparamos estándares de 20, 160, 300, 440, 580 y 720  $\mu\text{M}$  /L

## 8. Procesamiento de Resultados

### *Porcentaje de inhibición*

$$\Delta \text{ABS} = \text{Abs } 0 - \text{Abs } 1$$

$$\% \text{Inhibición} = \frac{\Delta \text{Abs}}{\text{Abs } 0} \times 100$$

$\Delta \text{ABS}$  = variación de la absorbancia debida a los antioxidantes

**Abs 0** = absorbancia del blanco

**Abs 1** = absorbancia de la muestra

## 9. Expresión de Resultados

Los resultados se expresan en  $\mu\text{M}$  equivalentes a ácido ascórbico/ g fruta seca o fresca.

## 10. Ejemplo de Cálculos:

### PREPARACIÓN DE CURVA DE CALIBRACIÓN (DÍA 0)

Datos:

$$PM \text{ ácido ascórbico} = 176,12 \frac{g}{mol}$$

Peso teórico de ácido ascórbico = 0,008806g

Peso real de ácido ascórbico = 0,00880g

### Preparación De Solución Madre

$$\begin{array}{ll} 176,12 \text{ g} & 1 \text{ M} \\ 0,008806\text{g} & X \\ X = 5 \times 10^{-5} \text{ M} & \end{array}$$

$$\begin{array}{ll} 5 \times 10^{-5} \text{ M} & 25 \text{ ml} \\ X & 1000 \text{ ml} \end{array}$$

$$X = 2 \times 10^{-3} \frac{M}{L} * \frac{1 \times 10^6 \mu M}{1 M} = 2000 \mu\text{M/L} \rightarrow \text{Concentración teórica de solución madre}$$

### Preparación De Estándares

$$C1 * V1 = C2 * V2$$

$$20 \mu\text{M} (10 \text{ ml}) = (2000 \mu\text{M}) V2$$

**V2 = 0,1 ml** → Corresponde a la alícuota de solución madre que se debe tomar para preparar el primer estándar (20  $\mu\text{M}$ ) aforado a 10 ml

Concentraciones utilizadas ( $\mu\text{M}$ )	Alícuota de solución madre para preparar estándares (ml)
20	0,1
160	0,8
300	1,5
440	2,2
580	2,9
720	3,6

### Peso corregido de solución madre:

Peso corregido = Peso real \* Pureza

$$\text{Peso corregido} = 0,0088 \text{ g} * 0,995 = 0,008756 \text{ g}$$

**Concentración Real De Solución Madre.**

$$\begin{array}{rcl} 0,008806\text{g} & & 2000\text{uM} \\ 0,008756\text{ g} & \times & \\ \hline & & X = 1988,64\text{ Um} \end{array}$$

**Concentración Corregida de Estándares:**

$$C1 \cdot V1 = C2 \cdot V2$$
$$C1(10\text{ml}) = (1988,64\text{ uM})(0,1\text{ml})$$
$$C1 = \underline{19,88\text{ uM.}}$$

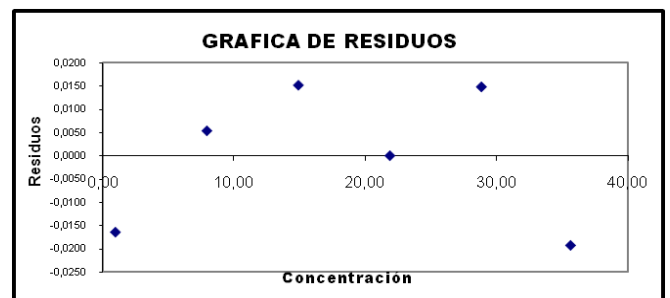
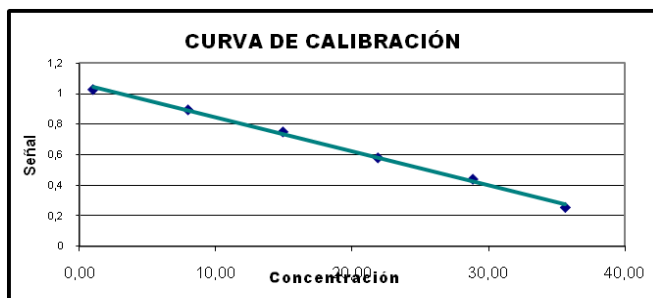
$$C1 \cdot V1 = C2 \cdot V2$$
$$(19,88\text{uM})(0,25\text{ ml}) = (C2)(5\text{ml})$$

**C1 = 0,994 uM.** → Corresponde a la concentración real del primer Estándar el cual va a ser ingresado a la curva De calibración.

Concentraciones teóricas (uM)	Concentraciones reales (uM)
20	0,994
160	7,995
300	14,915
440	21,875
580	28,835
720	35,796

CÁLCULO DE REGRESIONES LINEALES				
Concentración	Señal 1	Señal 2	% Coef. de variacion	Promedio Señal
0,99	1,026			1,026
7,95	0,894			0,894
14,91	0,75			0,75
21,88	0,581			0,581
28,84	0,442			0,442
35,616	0,258			0,258

RESUMEN ESTADÍSTICO	
Pendiente	-0,02210
Interseccion con el eje x	1,06437
r (Coeficiente de correlación)	-0,99864
Número de datos	6



### Tratamiento de las muestras:

#### Determinación de Capacidad Antioxidante Total en la Muestra.

Se parte de las concentraciones de la curva de calibración, expresada en  $\mu\text{M/L}$

#### Datos:

Muestras	Peso	Absorbancia muestras	Absorbancia del metanol 80%	Absorbancia del blanco	Concentración a partir de curva de calibración
1	1,5013	0,994	0,028	1,079	4,45
2	1,5120	0,991			4,63
Recuperación	1,5184	0,934			5,49

- Volumen total de análisis : 5 ml
- Volumen de muestra utilizado : 0.15 ml
- Volumen de extracto de muestra : 10 ml

#### Repetición 1

$$4,45 \frac{\mu\text{M}}{\text{L}} * \frac{1\text{L}}{1000\text{ml}} * 3\text{ml} = 0,0134\mu\text{M}$$
$$0.0134\mu\text{M} \rightarrow 0.15\text{ml}$$
$$x \rightarrow 10\text{ml}$$
$$x = 0,89\mu\text{M} / 10\text{ml}$$
$$0,89\mu\text{M} \rightarrow 1.5013\text{gr fruta}$$
$$x \rightarrow 1\text{gr fruta}$$
$$x = 0,593\mu\text{M A.A/1gr fruta}$$

#### Repetición 2

$$4,63 \frac{\mu\text{M}}{\text{L}} * \frac{1\text{L}}{1000\text{ml}} * 3\text{ml} = 0,0139\mu\text{M}$$
$$0.0139\mu\text{M} \rightarrow 0.15\text{ml}$$
$$x \rightarrow 10\text{ml}$$
$$x = 0,9\mu\text{M} / 10\text{ml}$$
$$0,9\mu\text{M} \rightarrow 1.5120\text{gr fruta}$$
$$x \rightarrow 1\text{gr fruta}$$
$$x = 0,612\mu\text{M A.A/1gr fruta}$$

$$X_{\text{Promedio}} = \frac{M_{R1} + M_{R2}}{2}$$

$$X_{\text{Promedio}} = \frac{0,593 + 0,612}{2}$$

$$X_{\text{Promedio}} = 0,603\mu\text{M A.A/1gr fruta}$$

#### Porcentaje de Recuperación.

- Concentración equivalente a ácido ascórbico en la muestra:  $0,603 \mu\text{M A.A/1gr fruta}$
- Concentración de la recuperación a partir de la curva:  $5,49 \mu\text{M A.A/L}$ .
- Volumen total de análisis : 5 ml

- Volumen de muestra utilizado : 0.15 ml
- Volumen de extracto de muestra : 10 ml
- Peso de muestra : 1.5006 g
- Volumen adicionado de solución madre: 0.1ml
- Concentración equivalente a Ácido Ascórbico en recuperación: ?

**Determinación de ácido ascórbico en muestra para recuperación**

$$5,49 \frac{\mu M}{L} * \frac{1L}{1000ml} * 3ml = 0.01647 \mu M$$

$$0.01647 \mu M \rightarrow 0.15ml$$

$$x \rightarrow 10.1ml$$

$$x = 1,10898 \mu M / 10ml$$

$$3.151 \mu M \rightarrow 1.5006g$$

$$x \rightarrow 1g$$

$$x = 0,739 \mu M \text{ A.A/1gr fruta}$$

**Concentración Encontrada:**

*Conc. Encontrada = Conc. Recuperación(D) – Conc. Muestra(Do)*

*Conc. Encontrada = 0,739 – 0,603  $\mu M$  A.A/1gr fruta*

*Conc. Encontrada = 0.14  $\mu M$  A.A/1gr fruta*

**Concentración esperada:**

*1988,64  $\mu M$   $\rightarrow$  1000ml*

*x  $\rightarrow$  0.1ml*

*x = 0.199  $\mu M$  / 10ml*

*0.199  $\mu M$   $\rightarrow$  1.5gr fruta*

*x  $\rightarrow$  1gr fruta*

*x = 0.133  $\mu M$  A.A/1gr fruta*

**Porcentaje de Recuperación:**

$$\% \text{ Recuperación} = \frac{\text{Conc. Encontrada}}{\text{Conc. Esperada}} * 100$$

$$\% \text{ Recuperación} = \frac{0.14}{0.133} * 100$$

$$\% \text{ Recuperación} = 105,26$$

## DETERMINACIÓN DE COMPUESTOS FENÓLICOS TOTALES (FRUTA FRESCA)

Para la determinación de Fenoles Totales utilizamos el método colorimétrico de Folin-Ciocalteu descrito por Singleton, V.L. & Rosi, J.A. 1965, Am. J. Enol. Vitic, con adaptaciones a pulpa fresca de babaco.

### 1. Campo de Aplicación

El método es aplicable para la determinación de fenoles totales en extractos metabólicos de frutas.

### 2. Principio

Los compuestos fenólicos se oxidan por el reactivo de Folin-Ciocalteu el cual está formado por mezcla de ácido fosfotúngstico ( $H_3HW_{12}O_{40}$ ) y ácido fosfomolibdico ( $H_3PMo_{12}O_{40}$ ) que se reduce, por acción de fenoles, en una mezcla de óxidos azules de tungsteno ( $W_8O_{23}$ ) y de molibdeno ( $Mo_8O_{23}$ ). Esta reacción es característica para compuestos que tienen un grupo hidroxilo unido a un anillo de benceno. El reactivo de Folin Ciocalteu tiene una coloración amarilla que en presencia de un fenol se torna azul en un medio alcalino. La intensidad del color azul se mide espectrofotométricamente a 755nm. Los resultados se expresan como equivalentes de Ácido Gálico.

### 11. Condiciones Ambientales

Las condiciones ambientales en las que normalmente se trabaja son:

- Temperatura: 17-24° C
- Humedad Relativa: 45-75 %

### 12. Reactivos

REACTIVO	FÓRMULA	CÓDIGO DE LABORATORIO	NÚMERO DE CATÁLOGO	MARCA	PROVEDOR SUGERIDO
Metanol	$CH_3OH$	LCETTIAG3-008	1.06009.2500	Baker	Espectrocrom
Folin-Ciocalteus		LCETTIAG8-067	1.09001.0500	Merck	Merck
Sodio	$Na_2CO_3$	LCETTIAG5-011	1.06392.1000	Merck	Merck
Gallic Acid-	$C_9H_{12}O_5$	LCETTIALG3-052	13998300	Ehrenstorfer	Espectrocrom

- a. **Solvente extractante:** metanol al 80%
- b. **Solución de Folin-Ciocalteus 1N:** Tomar 25 ml de reactivo Folin-Ciocalteu 2N y llevar aforo de 50ml. Almacenar la solución en un frasco oscuro a 4 °C por no más de una semana y cubrir con papel aluminio.
- c. **Solución de Carbonato de Calcio:** (75g/Lt ), pasar aproximadamente 18.75 g y llevar a aforo de 250ml con agua destilada.
- d. **Solución madre de Ácido Gálico:** pesar 0,01 g de estándar Gallic Acid-propyl ester en 10 ml de metanol al 80%.
- e. **Estándares o soluciones de Trabajo:** A partir de la solución madre de Acido Gálico (d), preparar estándares de 10 ppm, 20 ppm, 30 ppm, 40ppm, 50ppm en aforo de 10 ml.

##### 5. **Materiales y Equipos:**

Todo el material deberá estar limpio, seco y en perfecto estado, adicionalmente el material de vidrio deberá estar calibrado.

**Balones de Aforo:** 5ml, 10ml, 25 ml, 50 ml, 100 ml.

**Pipetas:** 2 ml y 10 ml.

**Tubos plásticos de centrifuga con tapa:** Protegidos de la luz.

**Micropipetas:** 100-1000  $\mu$ l y de 1000-5000  $\mu$ l calibradas.

**Pera:** en perfecto estado

**Jeringa:** 1 ml previamente calibrada.

**Licuadaora:** marca OSTERIZER Blender, clásic.

**Balanza Analítica:** OHAUS, modelo AP-250D, frecuencia de 50-60 Hz, voltaje 110v.

**Centrifuga:** marca Heraeus, modelo Labfuge 200, serie 40315490, máxima RPM 5300/min, frecuencia 50/60Hz, 1.0 Amperio y 120 voltios.

**Vortex Labnet:** marca Mixer, modelo VX-100, frecuencia 60Hz, 0.5 Amperios y 120 voltios.

**Espectrofotómetro:** SPECTRONIC-VISIBLE: JENWAY; modelo 6400, serie N° 1330, frecuencia 50/60 Hz, rango 320 - 950 nm, voltaje 130-115v.

##### 6. **Preparación de la muestra y extracción**

Para la **preparación de las muestras** pesamos en tubos de centrifuga 0,6 g de pulpa de babaco con corteza y agregamos 10 ml de metanol, durante 30 minutos agitamos las muestras con una agitador magnético y llevamos a centrifugación a 5000 rpm durante 20 minutos.

En nuevos tubos de centrifuga tomamos alícuotas de 1,5 ml de sobrenadante en el caso de las muestras y 1,5 ml de metanol en el caso del blanco, además agregamos 0,75 ml de folin

ciocalteau 1N y 3,75 ml de carbonato de sodio anhidro. Dejamos reaccionar durante 20 minutos y procedemos a una segunda centrifugación a 4000 rpm durante 10 minutos para luego leer la absorbancia de las muestras y el blanco en espectrofotómetro UV visible a una longitud de onda de 755nm.

#### **7. Preparación de curva estándar.**

Las curvas de calibración son preparadas a partir de una solución madre de ácido gálico cuya concentración es de 1000 mg /L, de esta forma preparamos estándares de 10, 20, 30, 40 y 50 ppm.

#### **8. Expresión de resultados.**

Una vez realizados los cálculos expresamos los resultados en mg de ácido gálico/ 100 g de fruta.

#### **9. Ejemplo de cálculos:**

##### **PREPARACIÓN DE CURVA DE CALIBRACIÓN (DÍA 0)**

##### **Solución madre (Peso teórico):**

*Concentración = masa \* pureza*

$$masa = \frac{Concentración}{pureza}$$

$$masa = \frac{1000ppm}{0.99}$$

$$masa = 1010ppm \left( \frac{mg}{L} \right)$$

1010 mg ácido ascórbico          1000 ml

X    10 ml

X = 10,1 mg → **0,0101 g de ácido gálico.**

##### **PREPARACIÓN DE ESTÁNDARES:**

Concentración teórica de solución madre : 1000 ppm

Concentración teórica de estándares : 10, 20, 30, 40 y 50 ppm



$$Con_{ini} * vol_{ini} = Con_{fin} * vol_{fin}$$

$$vol_{ini} = \frac{Con_{fin} * vol_{fin}}{Con_{ini}}$$

$$vol_{ini} = \frac{10ppm * 10ml}{1000ppm}$$

$$vol_{ini} = 0.1ml \cong 100\mu l$$

Estándares (ppm)	Volumen a añadir (ml)
10	0,1
20	0,2
30	0,3
40	0,4
50	0,5

#### DILUCIÓN DE LOS ESTÁNDARES A VOLUMEN DE REACCIÓN (CONCENTRACIÓN TEÓRICA).

##### Datos:

Volumen utilizado de estándar : 1,5 ml  
 Volumen de Folin-Ciocalteu : 0,75 ml  
 Volumen de Carbonato de Calcio: 3,75 ml  
 Volumen total del análisis : 6 ml

10 mg ácido gálico                      1000 ml de solución  
 X    1,5 ml de alícuota  
 X = 0,015 mg de ácido gálico

0,015 mg de ácido gálico              6 ml  
 X    1000 ml  
 X = 2,5 mg/L ( ppm) de ácido gálico

Estándares (ppm)	Concentración teórica final (ppm)
10	2,5
20	5
30	7,5
40	10
50	12,5

### CONCENTRACIÓN REAL DE SOLUCIÓN MADRE:

#### Datos:

Peso teórico de ácido gálico = 0,01010 g

Peso real de ácido gálico = 0,01012 g

0,01010 g ácido gálico            1000 ppm

0,01012 g ácido gálico            X

$$\underline{\underline{X = 1001,88 \text{ ppm}}}$$

### **CONCENTRACIÓN REAL DE LOS ESTÁNDARES**

#### Datos:

Concentración real de solución madre: 1001,88 ppm

Volumen de aforo: 10 ml

Volumen de solución madre por añadir en el estándar: 0,1 ml

$$Con_{ini} * vol_{ini} = Con_{fin} * vol_{fin}$$

$$Conc_{fin} = \frac{Con_{ini} * vol_{ini}}{vol_{fin}}$$

$$Conc_{fin} = \frac{1001,88 \text{ ppm} * 0,1 \text{ ml}}{10 \text{ ml}}$$

$$Conc_{fin} = 10,02 \text{ ppm}$$

Se obtiene para los diferentes estándares:

Estándares (ppm)	Concentración (ppm)
10	10,02
20	20,04
30	30,06
40	40,08
50	50,09

### **DILUCIÓN DE LOS ESTÁNDARES A VOLUMEN DE REACCIÓN (CONCENTRACIÓN REAL).**

#### Datos:

Volumen utilizado de estándar :            1,5 ml

Volumen de Folin-Ciocalteu :            0,75 ml

Volumen de Carbonato de Calcio:            3,75 ml

Volumen total del análisis : 6 ml

$$Conc_{ini} * vol_{ini} = Conc_{fin} * vol_{fin}$$

$$10,02 ppm * 1,5 ml = Conc_{fin} * 6 ml$$

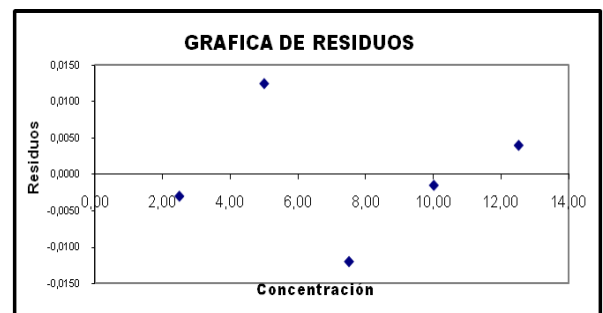
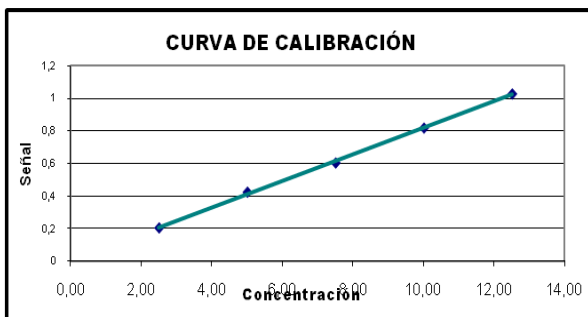
$$Conc_{fin} = \frac{10,02 ppm * 1,5 ml}{6 ml}$$

$$Conc_{fin} = 2,50 ppm \cong 2,50 mg / L$$

Concentración teórica de estándares (ppm)	Concentración real de estándares (ppm)
10	2,5
20	5,01
30	7,51
40	10,02
50	12,52

CÁLCULO DE REGRESIONES LINEALES				
Concentración	Señal 1	Señal 2	% Coef. de variación	Promedio Señal
2,50	0,205			0,205
5,01	0,425			0,425
7,51	0,605			0,605
10,02	0,82			0,82
12,52	1,03			1,03

RESUMEN ESTADÍSTICO	
Pendiente	0,08165
Interseccion con el eje x	0,00350
r (Coeficiente de correlación)	0,99961
Número de datos	5



## Tratamiento de las muestras:

### Determinación de Fenoles Totales en la Muestra.

Se parte de las concentraciones de la curva de calibración, expresada en mg/L

Muestras	Peso	Absorbancia muestras	Absorbancia del blanco	Concentración a partir de curva de calibración
1	0,604	0,465	0,076	4,72
2	0,6072	0,456		4,61
Recuperación	0,6001	0,652		7,01

Volumen total de análisis : 6 ml

Volumen de muestra utilizado : 1,5 ml

Volumen de extracto de muestra : 10 ml

#### Muestra 1

$$4,72 \frac{\text{mg A.G}}{\text{L}} * \frac{1\text{L}}{1000\text{ml}} * 6\text{ml} = 0,028\text{mg}$$

$$0,028\text{mg} \rightarrow 1,5\text{ml}$$

$$x \rightarrow 10\text{ml}$$

$$x = 0,1888\text{mg} / 10\text{ml}$$

$$0,189\text{mg} \rightarrow 0,604\text{gr fruta}$$

$$x \rightarrow 100\text{gr fruta}$$

$$x = 31,29\text{mg A.G} / 100\text{gr fruta}$$

#### Muestra 2

$$4,61 \frac{\text{mg A.G}}{\text{L}} * \frac{1\text{L}}{1000\text{ml}} * 6\text{ml} = 0,0276\text{mg}$$

$$0,0276\text{mg} \rightarrow 1,5\text{ml}$$

$$x \rightarrow 10\text{ml}$$

$$x = 0,1844\text{mg} / 10\text{ml}$$

$$0,1844\text{mg} \rightarrow 0,6072\text{gr fruta}$$

$$x \rightarrow 100\text{gr fruta}$$

$$x = 30,36\text{mg A.G} / 100\text{gr fruta}$$

$$X_{\text{Promedio}} = \frac{M_{R1} + M_{R2}}{2}$$

$$X_{\text{Promedio}} = \frac{31,29 + 30,36}{2}$$

$$X_{\text{Promedio}} = 30,82\text{mg} / 100\text{g de fruta}$$

### Porcentaje de Recuperación.

- Concentración equivalente a ácido ascórbico en la muestra: 30,82 mg A.G / L
- Concentración de la recuperación a partir de la curva: 7,01 mg A.A/L.
- Volumen total de análisis : 6 ml
- Volumen de muestra utilizado : 1,5 ml

- Volumen de extracto de muestra : 10 ml
- Peso de muestra : 0,6001 g
- Volumen adicionado de solución madre: 0.1ml
- Concentración equivalente a Ácido Gálico en recuperación: ?

**Determinación de ácido ascórbico en la muestra para recuperación**

$$7,01 \frac{mgA.G}{L} * \frac{1L}{1000ml} * 6ml = 0.042mgA.G$$

$$0.042mg \rightarrow 1,5ml$$

$$x \rightarrow 10.1ml$$

$$x = 0,283mg / 10ml$$

$$0,283mg \rightarrow 0,6001g$$

$$x \rightarrow 100g$$

$$x = 47,19mgA.G / 100gr \text{ fruta}$$

**Concentración Encontrada:**

$$Conc. Encontrada = Conc. Recuperación(D) - Conc. Muestra(Do)$$

$$Conc. Encontrada = (47,19 - 30,82) mgA.G / 100g.de.fruta$$

$$Conc. Encontrada = 16,37 mg A.G / 100gr fruta$$

**Concentración esperada:**

$$1988,64 \mu M \rightarrow 1000ml$$

$$x \rightarrow 0.1ml$$

$$x = 0.199 \mu M / 10ml$$

$$0.199 \mu M \rightarrow 1.5gr \text{ fruta}$$

$$x \rightarrow 1gr \text{ fruta}$$

$$x = 0.133 \mu M \text{ A.A} / 1gr \text{ fruta}$$

**Porcentaje de Recuperación:**

$$\%Recuperación = (Concentración encontrada / Concentración esperada) * 100$$

$$\%Recuperación = (0,14 / 0,133) * 100$$

$$\%Recuperación = 105,26.$$

# **ANEXO 2**

## **ACIDO ASCÓRBICO EN MATERIA PRIMA**

ANÁLISIS DE ÁCIDO ASCÓRBICO											
Características	Muestra	Numero Repetición	Volumen gastado de 2-6 dicloroindof. en la muestra	Volumen gastado de 2-6 dicloroindof. en la solución extractante	Factor de dilución	Peso de muestra (g)	Alícuota de muestra a titular (ml)	mg Acido Ascórbico por gramo de fruta	$\Delta r$	Sub promedio	PROMEDIO mg Acido Ascórbico por 100 gramo de fruta
			X	B	F	E	Y				
<b>Con corteza</b>	<b>1</b>	1	2,57	0,05	0,1080	5,06	5	0,27	0,00	26,94	27,94
		2	2,60	0,05	0,1080	5,10	5	0,27			
	<b>2</b>	1	2,70	0,05	0,1080	5,14	5	0,28	0,00	27,98	
		2	2,68	0,05	0,1080	5,05	5	0,28			
	<b>3</b>	1	2,79	0,05	0,1080	5,07	5	0,29	0,01	28,89	
		2	2,73	0,05	0,1080	5,06	5	0,29			
Solución Estándar		1	18,52	0,05	-----	-----	2,0	-----			
<b>Sin corteza</b>	<b>1</b>	1	2,35	0,05	0,1080	5,01	5	0,25	0,00	24,82	23,86
		2	2,37	0,05	0,1080	5,04	5	0,25			
	<b>2</b>	1	2,20	0,05	0,1080	5,07	5	0,23	0,00	22,72	
		2	2,18	0,05	0,1080	5,10	5	0,23			
	<b>3</b>	1	2,36	0,05	0,1080	5,13	5	0,24	0,01	24,04	
		2	2,26	0,05	0,1080	5,02	5	0,24			
Solución Estándar		1	18,52	0,05	-----	-----	2,0	-----			

# **ANEXO 3**

## **CARACTERIZACIÓN FÍSICO- QUÍMICA DEL BABACO DURANTE EL ALMACENAMIENTO POSCOSECHA**



**Análisis de peso en fruto de babaco (*Carica pentagona*) durante almacenamiento poscosecha**

DÍA	REPETICIÓN	FRUTAS EVALUADAS						Promedio	Peso (g)
		A	B	C	D	E	F		
0	1	876,96	985,19	845,79	716,19	856,96	811,52	848,77	1023,19
	2	1035,38	1074,18	1092,01	1107,84	997,09	1057,98	1060,75	
	3	1053,28	1237,67	1068,91	1148,99	1107,33	1344,11	1160,05	
3	1	855,26	971,32	833,08	697,34	833,54	797,76	831,38	1002,65
	2	1051,45	1069,07	1087,12	1102,27	992,67	1052,85	1059,24	
	3	1042,14	1220,43	1055,11	1135,45	1001,21	1249,56	1117,32	
6	1	840,85	960,46	824,59	683,26	816,60	787,24	818,83	983,65
	2	1038,56	1054,16	1071,69	1084,90	978,76	1038,42	1044,42	
	3	1037,53	1200,47	1045,46	1121,48	991,22	1130,11	1087,71	
9	1	828,80	951,96	816,71	672,59	804,71	779,43	809,03	972,67
	2	1029,01	1043,52	1060,32	1073,11	969,01	1028,21	1033,86	
	3	1025,63	1188,37	1034,64	1107,10	976,59	1118,35	1075,11	
12	1	817,36	942,48	808,57	662,81	792,14	769,41	798,80	960,30
	2	1017,42	1029,83	1046,02	1059,56	957,66	1015,10	1020,93	
	3	1011,54	1174,29	1021,94	1090,40	963,40	1105,55	1061,19	
15	1	802,71	936,53	797,61	656,12	783,57	763,05	789,93	953,84
	2	1012,32	1023,94	1040,59	1053,91	952,89	1009,83	1015,58	
	3	1006,09	1168,57	1016,99	1084,53	958,88	1101,04	1056,02	
18	1	796,12	930,42	786,14	650,02	774,22	732,18	778,18	940,51
	2	991,35	1012,38	1018,62	1031,34	943,37	989,25	997,72	
	3	995,83	1157,59	1006,81	1072,74	948,98	1091,89	1045,64	
21	1	782,07	923,49	782,39	643,01	765,33	751,84	774,69	934,60
	2	998,27	1011,54	1018,01	1027,23	935,65	973,44	994,02	
	3	986,52	1147,74	991,31	1062,49	940,15	1082,39	1035,10	

**Análisis de longitud en fruto de babaco (*Carica pentagona*) durante almacenamiento poscosecha**

DÍA	REPETICIÓN	FRUTAS EVALUADAS						Promedio	Longitud (cm)
		1	2	3	4	5	6		
0	1	26,0	27,3	25,4	26,8	26,8	27,9	26,70	27,09
	2	27,3	26,4	28,7	30	27,1	29,8	28,22	
	3	25,2	27,5	25,6	29,3	23,5	27,1	26,37	
3	1	26	27,2	25,4	26,5	26,6	27,9	26,60	26,94
	2	27,2	26,2	28,6	29,8	27	28,5	27,88	
	3	25,2	27,5	25,6	29,3	23,4	27,1	26,35	
6	1	25,8	27,1	25,4	26,4	26,4	27,6	26,45	26,87
	2	27,1	26,1	28,4	29,8	27	28,4	27,80	
	3	25,2	27,5	25,6	29,3	23,4	27,1	26,35	
9	1	25,6	27,1	25,3	26,3	26,3	27,4	26,33	26,69
	2	27,3	26,1	28,4	29,7	27	26,4	27,48	
	3	25,1	27,5	25,4	29,3	23,3	27	26,27	
12	1	25,6	27,1	25,3	26,3	26,3	27,4	26,33	26,77
	2	27,3	25,9	28,4	29,7	26,9	28,4	27,77	
	3	25,1	27,5	25,4	29,1	23,2	27	26,22	
15	1	25,3	27	25,2	26,1	26,2	27,5	26,22	26,76
	2	27,5	26,1	28,4	29,7	26,9	28,4	27,83	
	3	25,1	27,5	25,4	29,1	23,2	27	26,22	
18	1	25,2	27	25,1	26	26,2	27,4	26,15	26,72
	2	27,6	26	28,4	29,7	26,9	28,4	27,83	
	3	25,1	27,5	25,4	29,1	23,1	26,9	26,18	
21	1	25,1	27	25	26	26,2	27,4	26,12	26,66
	2	27,3	26	28,3	29,6	26,7	28,2	27,68	
	3	25,1	27,5	25,4	29	23,1	26,9	26,17	

**Análisis de circunferencia en fruto de babaco (*Carica pentagona*) durante almacenamiento poscosecha**

DÍA	REPETICIÓN	FRUTAS EVALUADAS						Promedio	Circunferencia (cm)
		A	B	C	D	E	F		
0	1	32,7	36,3	32,4	30,3	32,5	30,8	32,50	35,23
	2	36	36,6	37,1	34	36,5	35,1	35,88	
	3	35,7	38,1	37,5	36,8	37,4	38,4	37,32	
3	1	32,1	35,8	32,1	29,7	31,9	30,4	32,00	34,88
	2	35,5	36	36,9	33,6	36,1	34,6	35,45	
	3	35,6	37,9	37,3	36,7	37,4	38,3	37,20	
6	1	32	35,7	32	29,3	31,5	30,2	31,78	34,73
	2	35,5	35,5	36,7	33,5	36	34,5	35,28	
	3	35,6	37,9	37,3	36,4	37,2	38,3	37,12	
9	1	31,5	35,6	31,7	29	31,15	30	31,49	34,64
	2	35,7	35,5	36,8	33,5	36,8	34,5	35,47	
	3	35,5	37,9	37	36	37,1	38,2	36,95	
12	1	31,3	35,6	31,6	28,8	31	29,9	31,37	34,51
	2	35,6	35,3	37,2	33,5	35,7	34,5	35,30	
	3	35,5	38	37	35,7	36,7	38,2	36,85	
15	1	31	35,4	31,4	28,6	30,6	29,7	31,12	34,38
	2	35,6	35,3	37,1	33,5	35,6	34,4	35,25	
	3	35,4	38,1	37,1	35,4	36,5	38,2	36,78	
18	1	30,5	35,3	31,2	28,4	30,2	29,6	30,87	34,17
	2	35,4	35,1	36,7	33,3	35,5	33,9	34,98	
	3	35,4	38,1	37,1	35,2	36,2	38	36,67	
21	1	30,3	35,1	31	28,3	29,9	29,5	30,68	33,99
	2	35,3	35	36,5	33,1	35,4	33,7	34,83	
	3	35,2	38,1	36,9	34,9	35,9	37,8	36,47	

**Análisis de diámetro en fruto de babaco (*Carica pentagona*) durante almacenamiento poscosecha**

DÍA	REPETICIÓN	FRUTAS EVALUADAS						Promedio	Diámetro (cm)
		A	B	C	D	E	F		
0	1	10,685	11,44	10,14	9,68	10,01	9,88	10,31	10,96
	2	11,21	11,36	11,29	10,8	11,125	10,515	11,05	
	3	11,21	11,65	11,59	11,81	11,29	11,53	11,51	
3	1	10,16	11	9,65	9,05	9,46	9,41	9,79	10,72
	2	11,01	11,235	11,145	10,71	11,025	10,4	10,92	
	3	11,09	11,59	11,56	11,76	11,2	11,48	11,45	
6	1	9,94	10,965	9,63	8,99	9,37	9,345	9,71	10,64
	2	11,034	10,96	11,05	10,62	11,1	10,35	10,85	
	3	11,06	11,53	11,42	11,635	11,13	11,41	11,36	
9	1	9,95	10,96	9,635	8,635	9,21	9,32	9,62	10,55
	2	11,06	11,045	11,11	10,61	10,95	10,39	10,86	
	3	11,025	11,44	11,305	10,49	11,025	11,65	11,16	
12	1	9,92	10,891	9,7	8,7	9,165	9,34	9,62	10,53
	2	11,05	11,015	11,4	10,64	10,95	10,3	10,89	
	3	11,012	11,42	11,49	10,39	10,7	11,47	11,08	
15	1	9,8	10,86	9,54	8,62	9,155	9,205	9,53	10,50
	2	11,17	11,08	11,33	10,685	10,82	10,3	10,90	
	3	10,855	11,51	11,46	10,35	10,69	11,6	11,08	
18	1	9,8	10,86	9,42	8,51	9,1	9,106	9,47	10,43
	2	11,08	11,06	11,21	10,53	10,72	10,27	10,81	
	3	10,844	11,49	11,375	10,15	10,65	11,585	11,02	
21	1	9,785	10,855	9,23	8,48	9,05	9,06	9,41	10,36
	2	11	11	11,01	10,44	10,69	10,27	10,74	
	3	10,91	11,34	11,32	9,9	10,61	11,57	10,94	

**Análisis de rendimiento en pulpa de fruto de babaco (*Carica pentagona*) durante almacenamiento poscosecha**

DÍA	REPETICIÓN	Peso inicial	Peso final	Rendimiento	Promedio
0	1	2389,86	1904,26	79,68	81,24
	2	3603,83	2939,11	81,56	
	3	4444,99	3666,22	82,48	
3	1	3153,63	2693,40	85,41	84,61
	2	3763,17	3215,41	85,44	
	3	4545,96	3771,75	82,97	
6	1	3472,57	2937,28	84,59	84,80
	2	3952,37	3416,14	86,43	
	3	4167,62	3474,95	83,38	
9	1	3189,72	2558,10	80,20	82,33
	2	4245,86	3526,31	83,05	
	3	4047,71	3389,61	83,74	
12	1	2878,16	2259,11	78,49	79,34
	2	4032,39	3142,57	77,93	
	3	4070,30	3320,65	81,58	
15	1	3297,12	2567,26	77,86	79,02
	2	4124,58	3251,09	78,82	
	3	4008,66	3221,94	80,37	
18	1	2690,00	2012,49	74,81	75,57
	2	3689,94	2801,41	75,92	
	3	3457,28	2627,10	75,99	
21	1	2804,86	2020,21	72,03	75,63
	2	3521,10	2767,21	78,59	
	3	2079,04	1585,79	76,28	

**Análisis de textura en fruto de babaco (*Carica pentagona*) durante almacenamiento poscosecha**

Tiempo (Días)	Repetición	Numero Repetición	Firmeza (Kg/m2)	Subtotal	TOTAL Firmeza (Kg/m2)
0	1	1	3,30	3,60	3,37
		2	3,90		
	2	1	2,80	3,45	
		2	4,10		
	3	1	2,90	3,05	
		2	3,20		
3	1	1	3,70	3,50	3,08
		2	3,30		
	2	1	2,70	2,65	
		2	2,60		
	3	1	3,20	3,10	
		2	3,00		
6	1	1	2,60	2,75	2,71
		2	2,90		
	2	1	3,10	2,70	
		2	2,30		
	3	1	2,70	2,67	
		2	2,65		
9	1	1	2,30	2,20	2,51
		2	2,10		
	2	1	2,00	2,25	
		2	2,50		
	3	1	3,25	3,07	
		2	2,90		
12	1	1	3,70	3,15	2,22
		2	2,60		
	2	1	1,50	1,50	
		2	1,50		
	3	1	2,00	2,00	
		2	2,00		
15	1	1	1,40	1,85	1,92
		2	2,30		
	2	1	2,10	2,05	
		2	2,00		
	3	1	1,70	1,85	
		2	2,00		
18	1	1	0,75	0,93	0,67
		2	1,10		
	2	1	0,50	0,60	
		2	0,70		
	3	1	0,50	0,47	
		2	0,45		
21	1	1	0,48	0,67	0,65
		2	0,86		
	2	1	0,50	0,55	
		2	0,60		
	3	1	0,48	0,74	
		2	1,00		

**Determinación de color en fruto de babaco (*Carica pentagona*) durante almacenamiento poscosecha, de acuerdo a las cartas de color RHS.**

COLOR DE BABACO (CORTEZA)																		
DÍA	REPETICIÓN 1						REPETICIÓN 2						REPETICIÓN 3					
	A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F
0	GREEN GROUP 137A	GREEN GROUP 137A	GREEN GROUP 137A	GREEN GROUP 137A	GREEN GROUP 137 <sup>a</sup>	GREEN GROUP 137A	GREEN GROUP 137B	GREEN GROUP 137B	GREEN GROUP 137A	GREEN GROUP 137A	GREEN GROUP 137A	GREEN GROUP 137A	GREEN GROUP 137B	GREEN GROUP 137B	GREEN GROUP 137A	GREEN GROUP 137A	GREEN GROUP 137A	GREEN GROUP 137B
3	GREEN GROUP 137A	GREEN GROUP 137B	GREEN GROUP 137B	GREEN GROUP 137A	GREEN GROUP 137 <sup>a</sup>	GREEN GROUP 137B	GREEN GROUP 137B	GREEN GROUP 137C	GREEN GROUP 137A	GREEN GROUP 137C	GREEN GROUP 137A	GREEN GROUP 137A	GREEN GROUP 137B	GREEN GROUP 137B	GREEN GROUP 137A	GREEN GROUP 137A	GREEN GROUP 137A	GREEN GROUP 137B
6	GREEN GROUP 137A	GREEN GROUP 137B	GREEN GROUP 137D	GREEN GROUP 137A	GREEN GROUP 137 <sup>a</sup>	GREEN GROUP 137B	GREEN GROUP 137D	GREEN GROUP 143A	GREEN GROUP 137C	GREEN GROUP 137D	GREEN GROUP 137C	GREEN GROUP 137C	YELLOW GREEN GROUP 146A	YELLOW GREEN GROUP 146A	YELLOW GREEN GROUP 146A	GREEN GROUP 137C	GREEN GROUP 137B	YELLOW GREEN GROUP 146A
9	GREEN GROUP 137A	GREEN GROUP 137C	GREEN GROUP 137C	GREEN GROUP 137A	GREEN GROUP 137 <sup>a</sup>	GREEN GROUP 137B	GREEN GROUP 137D	YELLOW GREEN GROUP 144A	GREEN GROUP 143A	GREEN GROUP 143A	GREEN GROUP 143A	GREEN GROUP 137C	YELLOW GREEN GROUP 144A	YELLOW GREEN GROUP 144A	YELLOW GREEN GROUP 144A	YELLOW GREEN GROUP 144A	YELLOW GREEN GROUP 144A	YELLOW GREEN GROUP 144A
12	GREEN GROUP 137A	GREEN GROUP 137C	YELLOW GREEN GROUP 146B	GREEN GROUP 137B	GREEN GROUP 137B	GREEN GROUP 137C	GREEN GROUP 143A	YELLOW GREEN GROUP 144A	GREEN GROUP 143A	YELLOW GREEN GROUP 144A	GREEN GROUP 143A	GREEN GROUP 143A	YELLOW GREEN GROUP 144A	YELLOW GREEN GROUP 144A	YELLOW GREEN GROUP 144A	YELLOW GREEN GROUP 144A	YELLOW GREEN GROUP 144A	YELLOW GREEN GROUP 144A
15	GREEN GROUP 137C	YELLOW GREEN GROUP 146B	YELLOW GREEN GROUP 153A	YELLOW GREEN GROUP 146B	GREEN GROUP 137B	YELLOW GREEN GROUP 153 <sup>a</sup>	YELLOW GREEN GROUP 144A	YELLOW GREEN GROUP 144A	GREEN GROUP 143A	YELLOW GREEN GROUP 144A	GREEN GROUP 143A	YELLOW GREEN GROUP 144A	YELLOW GREEN GROUP 144A	YELLOW GREEN GROUP 144A	YELLOW GREEN GROUP 144A	YELLOW GREEN GROUP 144B	YELLOW GREEN GROUP 144B	YELLOW GREEN GROUP 144 <sup>a</sup>
18	GREEN GROUP 137C	YELLOW GREEN GROUP 146B	YELLOW GREEN GROUP 153A	YELLOW GREEN GROUP 146B	GREEN GROUP 137B	YELLOW GREEN GROUP 153B	YELLOW GREEN GROUP 12A	YELLOW GREEN GROUP N144A	YELLOW GREEN GROUP 12A	YELLOW GREEN GROUP 12A	YELLOW GREEN GROUP 144A	YELLOW GREEN GROUP 12A	YELLOW GREEN GROUP N144A	YELLOW GREEN GROUP N144A	YELLOW GREEN GROUP 12A	YELLOW GREEN GROUP 144C	YELLOW GREEN GROUP 144B	YELLOW GREEN GROUP 153C
21	YELLOW GROUP 13A	YELLOW GREEN GROUP 144B	YELLOW GROUP 14A	YELLOW GROUP 13A	YELLOW GREEN GROUP 146B	YELLOW GROUP 13 <sup>a</sup>	YELLOW GROUP 12A	YELLOW GROUP 12 <sup>a</sup>	YELLOW GROUP 12A	YELLOW GROUP 12A	YELLOW GROUP 12A	YELLOW GROUP 12B	YELLOW GREEN GROUP N144A	YELLOW GREEN GROUP 151A	YELLOW ORANGE GROUP 16A	YELLOW GREEN GROUP N144A	YELLOW GREEN GROUP N144A	YELLOW GREEN GROUP 151A

**Análisis de pH y, Acidez, °Brix e Índice de madurez en fruto de Babaco (Carica pentagona), durante almacenamiento poscosecha**

ANÁLISIS DE pH							ANÁLISIS DE ACIDEZ					ANÁLISIS DE °BRIX				ÍNDICE DE MADUREZ			
DÍA	REPETICIÓN	Nº repetición	pH	Δr*	Sub Promedio	Promedio	Wm**	Vg***	% Acidez	Δr*	Sub Prom.	Promedio	°Brix	Δr*	Sub Promedio	Promedio	Índice de madurez	Sub Promedio	Promedio
0	1	1	4,02	0,11	4,08	4,06	5,063	2,70	0,37	-	0,39	0,35	6,50	-	6,45	6,15	17,67	16,56	17,82
		2	4,13				5,001	3,00	0,41	0,05			6,40	0,10			15,46		
	2	1	4,01	0,01	4,01		5,009	2,50	0,34	-	0,35		6,00	0,00	6,00		17,42	17,14	
		2	4,00				5,0430	2,60	0,36	0,01			6,00				16,87		
	3	1	4,09	-	4,11		5,130	2,30	0,31	0,01	0,30		6,00	0,00	6,00		19,41	19,75	
		2	4,12	0,03			5,080	2,20	0,30				6,00				20,08		
3	1	1	4,14	0,02	4,13	4,10	5,063	3,40	0,46	0,04	0,44	0,42	6,40	0,00	6,40	6,30	13,81	14,43	15,52
		2	4,12				5,031	3,10	0,43				6,40				15,05		
	2	1	4,02	0,01	4,02		5,052	3,60	0,49	0,01	0,49		6,40	0,00	6,40		13,01	13,19	
		2	4,01				5,040	3,50	0,48				6,40				13,36		
	3	1	4,13	-	4,15		5,064	2,40	0,33	0,01	0,32		6,10	0,00	6,10		18,65	18,94	
		2	4,16	0,03			5,003	2,30	0,32				6,10				19,23		
6	1	1	4,02	0,01	4,02	3,94	5,040	3,40	0,47	0,02	0,46	0,46	6,50	0,10	6,45	6,35	13,96	14,13	13,69
		2	4,01				5,090	3,30	0,45				6,40				14,31		
	2	1	3,81	-	3,82		5,189	3,60	0,48	0,01	0,48		6,30	0,00	6,30		13,16	13,25	
		2	3,82	0,01			5,111	3,50	0,47				6,30				13,33		
	3	1	3,98	-	4,00		5,00	3,40	0,47	0,02	0,46		6,30	0,00	6,30		13,43	13,69	
		2	4,01	0,03			5,044	3,30	0,45				6,30				13,95		
9	1	1	4,02	0,00	4,02	3,92	5,078	3,40	0,46	0,01	0,46	0,49	6,50	0,10	6,45	6,42	14,07	14,17	13,18
		2	4,02				5,081	3,30	0,45				6,40				14,28		
	2	1	3,78	-	3,79		5,039	4,10	0,56	-	0,57		6,20	0,00	6,20		11,04	10,91	
		2	3,80	0,02			5,033	4,20	0,58				6,20				10,77		
	3	1	3,96	-	3,96		5,073	3,40	0,46	0,01	0,46		6,60	0,00	6,60		14,27	14,46	
		2	3,96	5,051			3,30	0,45	6,60				14,64						

Continuación....

12	1	1	3,87	-	3,90	3,89	5,017	3,90	0,54	-	0,54	0,56	6,10	0,00	6,10	6,40	11,37	11,28	11,65
		2	3,92	0,05			5,067	4,00	0,54	0,01			6,10				11,20		
	2	1	3,80	0,00	3,80		5,082	4,70	0,64	-	0,65		6,60	0,00	6,60		10,34	10,21	
		2	3,80				5,158	4,90	0,66	0,02			6,60				10,07		
	3	1	3,99	0,01	3,99		5,046	3,50	0,48	-	0,48		6,50	0,00	6,50		13,58	13,45	
		2	3,98				5,087	3,60	0,49	0,01			6,50				13,31		
15	1	1	3,75	-	3,76	3,78	5,073	4,50	0,61	-	0,60	0,57	6,40	0,00	6,40	6,53	10,46	10,70	11,49
		2	3,76	0,01			5,077	4,30	0,58	0,03			6,40				10,95		
	2	1	3,80	0,03	3,82		5,013	4,10	0,56	-	0,55		6,50	0,00	6,50		11,52	11,82	
		2	3,83				5,022	3,90	0,54	0,03			6,50				12,13		
	3	1	3,75	0,05	3,78		5,060	4,10	0,56	-	0,56		6,70	0,00	6,70		11,98	11,94	
		2	3,80				5,027	4,10	0,56	0,00			6,70				11,90		
18	1	1	3,61	-	3,64	3,68	5,010	5,20	0,72	-	0,72	0,68	6,40	0,30	6,25	6,55	8,94	8,68	9,70
		2	3,67	0,06			5,052	5,30	0,72	0,01			6,10				8,43		
	2	1	3,60	0,00	3,60		5,001	4,40	0,61	-	0,60		6,20	0,00	6,20		10,21	10,37	
		2	3,60				5,039	4,30	0,59	0,02			6,20				10,53		
	3	1	3,80	0,01	3,80		5,254	5,30	0,70	-	0,72		7,20	0,00	7,20		10,34	10,04	
		2	3,79				5,037	5,40	0,74	0,04			7,20				9,73		
21	1	1	3,83	-	3,83	3,79	5,123	4,80	0,65	-	0,64	0,65	6,40	0,00	6,40	6,65	9,90	10,06	10,22
		2	3,82	0,01			5,175	4,70	0,63	0,02			6,40				10,21		
	2	1	3,81	0,01	3,81		5,182	5,10	0,68	-	0,63		6,90	1,10	6,35		10,16	10,02	
		2	3,80				5,764	4,90	0,59	0,09			5,80				9,89		
	3	1	3,72	0,04	3,74		5,319	5,20	0,67	-	0,68		7,20	0,00	7,20		10,67	10,59	
		2	3,76				5,237	5,20	0,69	0,01			7,20				10,51		

Fuente: Investigación experimental

\*Diferencia entre cada muestra

\*\*Peso de la muestra

\*\*\*Volumen gastado

**Análisis de Acido Ascórbico en fruto de Babaco (Carica pentagona) durante almacenamiento poscosecha.**

ANÁLISIS DE ÁCIDO ASCÓRBICO						ANÁLISIS DE HUMEDAD			ANÁLISIS DE CAPACIDAD ANTIOXIDANTE TOTAL			ANÁLISIS DE FENOLES TOTALES							
Tiempo (Días)	Repetición	Numero Repetición	mg Acido Ascórbico por gramo de fruta	Sub promedio	PROMEDIO mg Acido Ascórbico por 100 gramo de fruta*	% Humedad	Sub promedio (%)	Promedio Humedad (%)*	Conct. en µM equivalente a Ácido Ascórbico/1 g de fruta	Promedio parcial Conct. µM equivalente a Ácido Ascórbico/1 g de fruta	PROMEDIO Conct. en µM equivalente a Ácido Ascórbico/1 g de fruta*	Conct. en mg equivalente a Ácido Gálico/100 g de fruta	Promedio parcial Conct. en mg equivalente a Ácido Gálico/100 g de fruta	PROMEDIO Conct. en mg equivalente a Ácido Gálico/100 g de fruta*					
0	1	1	6,29	5,52	5,72	94,3723	94,437	94,253	0,593	0,603	0,79	25,83	25,95	28,16					
		2	4,75			94,5010			0,612			26,06							
	2	1	7,48	94,1250		94,05	0,986		0,796	31,26		30,81							
		2	7,27	93,9791			0,606			30,37									
	3	1	4,23	94,2294		94,27	0,974		0,971	27,56		27,73							
		2	4,33	94,3103			0,968			27,91									
	3	1	1	9,47		9,49	8,92		93,4048	93,512		94,015	0,972		0,962	0,86	31,81	30,75	32,995
			2	9,52					93,6191				0,951				29,69		
2		1	8,14	94,5953	94,91	0,965		0,94	34,08	34,61									
		2	8,16	95,2342		0,920			35,14										
3		1	8,94	93,4909	93,62	0,742		0,68	34,27	33,63									
		2	9,31	93,7428		0,609			32,98										
6		1	1	12,54	12,60	12,32		93,3768	93,712	93,827	0,864		0,811	0,99	29,75		31,09	33,726	
			2	12,65				94,0478			0,757				32,43				
	2	1	13,05	94,0250	94,09		1,197	1,27	37,42		38,33								
		2	12,80	94,1560			1,334		39,24										
	3	1	11,51	93,7318	93,68		0,820	0,88	32,07		31,76								
		2	11,39	93,6248			0,944		31,45										
	9	1	1	17,27	17,12		16,65	93,6023	93,679		93,491	1,340	1,281		1,34	35,13	37,20		39,69
			2	16,98				93,7562				1,223				39,27			
2		1	16,01	93,2429	93,26	1,405		1,27	35,13	37,20									
		2	16,26	93,2863		1,139			39,27										
3		1	16,84	93,5888	93,53	1,439		1,47	43,81	44,68									
		2	16,52	93,4683		1,493			45,55										



Continuación....

12	1	1	23,31	23,18	23,22	93,7761	93,610	93,576	1,453	1,436	1,40	43,62	43,27	42,18
		2	23,05			93,4433			1,419			42,92		
	2	1	23,17	23,16		93,0069	93,18		1,448	1,293		43,62		
		2	23,15			93,3556			1,139			42,92		
	3	1	23,44	23,31		93,9176	93,94		1,439	1,466		39,91		
		2	23,17			93,9574			1,493			40,11		
15	1	1	24,74	25,38	26,13	93,5022	93,507	93,453	1,316	1,266	1,42	47,97	47,59	42,62
		2	26,02			93,5112			1,215			47,21		
	2	1	26,87	26,57		93,6936			93,72	1,448		1,47	35,86	
		2	26,27			93,7433				1,487			36,79	
	3	1	26,62	26,45		93,0215			93,13	1,489		1,54	46,48	
		2	26,28			93,2470				1,590			41,41	
18	1	1	20,42	20,71	20,80	93,6419	93,647	93,445	1,346	1,369	1,32	56,41	58,03	47,07
		2	21,01			93,6512			1,393			59,64		
	2	1	20,61	20,40		93,6221			93,61	1,279		1,30	39,73	
		2	20,19			93,5922				1,316			38,92	
	3	1	21,23	21,29		93,1985			93,08	1,302		1,30	44,76	
		2	21,34			92,9664				1,306			42,94	
21	1	1	19,10	19,17	19,63	92,7918	92,881	93,220	1,217	1,256	1,27	50,62	49,06	46,00
		2	19,24			92,9697			1,295			47,49		
	2	1	19,67	19,82		93,6039			93,49	1,323		1,29	46,75	
		2	19,97			93,3711				1,260			46,66	
	3	1	19,72	19,91		93,3988			93,29	1,281		1,27	40,96	
		2	20,09			93,1826				1,255			43,54	

Fuente: Investigación experimental

\*Análisis realizados en pulpa con corteza

**ANEXO 4**

**TABLAS DE**

**ANOVA**

## TABLAS DE ANOVA PARA ANÁLISIS FÍSICOS DEL BABACO.

**Tabla 1. Resumen del ANOVA de peso del babaco**

Fuente	GDL	Suma de los cuadrados	Media de los cuadrados	FC	FT
Modelo	7	19647,953	2806,850	0,132	2.66
Error	16	339882,793	21242,675		
Total corregido	23	359530,746			

Según el análisis de varianza, el estadístico de prueba ( $F_c = 0,132$ ) es menor que el F crítico de tablas ( $F_{0.05; 7, 16}$  es 2.66); por lo tanto se rechaza la hipótesis alternativa y se acepta la hipótesis nula, lo que significa que no existe diferencia significativa con respecto al peso durante el período de almacenamiento del babaco ( $P < 0.05$ ).

**Tabla 2. Resumen del ANOVA de porcentaje de rendimiento del babaco**

Fuente	GDL	Suma de los cuadrados	Media de los cuadrados	FC	FT
Modelo	7	271,521	38,789	11,524	2,66
Error	16	53,852	3,366		
Total corregido	23	325,373			

Según el análisis de varianza, el estadístico de prueba ( $F_c = 11,524$ ) es mayor que el F crítico de tablas ( $F_{0.05; 7, 16}$  es 2.66); por lo tanto se acepta la hipótesis alternativa y se rechaza la hipótesis nula, lo que significa que si existe diferencia significativa con respecto al porcentaje de rendimiento durante el período de almacenamiento del babaco ( $P < 0.05$ ).

### Prueba de Duncan

Análisis de las diferencias para el comportamiento del rendimiento del fruto

Categoría	Media estimada	Grupos*			
6	84,799	A			
3	84,607	A			
9	82,331	A	B		
0	81,239		B	C	
12	79,336		B	C	
15	79,020			C	
21	75,630				D
18	75,574				D

\* No hay diferencia significativa entre los grupos que contengan la misma letra.

**Tabla 3. Resumen del ANOVA de textura del babaco**

Fuente	GDL	Suma de los cuadrados	Media de los cuadrados	FC	FT
Modelo	7	21,870	3,124	19,271	2,66
Error	16	2,594	0,162		
Total corregido	23	24,464			

Según el análisis de varianza, el estadístico de prueba ( $F_c = 19,271$ ) es mayor que el F crítico de tablas ( $F_{0.05; 7, 16}$  es 2.66); por lo tanto se acepta la hipótesis alternativa y rechaza la hipótesis nula, lo que significa que si existe diferencia significativa con respecto a la textura durante el período de almacenamiento del babaco ( $P < 0.05$ )

**Prueba de Duncan**

Análisis de las diferencias para el comportamiento del rendimiento del fruto

Categoría	Media estimada	Grupos*				
0	3,367	A				
3	3,083	A	B			
6	2,708	A	B	C		
9	2,508		B	C	D	
12	2,217			C	D	
15	1,917				D	
18	0,667					E
21	0,653					E

\* No hay diferencia significativa entre los grupos que contengan la misma letra.

**Tabla 4. Resumen del ANOVA de longitud del babaco**

Fuente	GDL	Suma de los cuadrados	Media de los cuadrados	FC	FT
Modelo	7	0,454	0,065	0,085	2,66
Error	16	12,216	0,764		
Total corregido	23	12,671			

Según el análisis de varianza, el estadístico de prueba ( $F_c = 0,085$ ) es menor que el F crítico de tablas ( $F_{0.05; 7, 16}$  es 2.66); por lo tanto se rechaza la hipótesis alternativa y se acepta la hipótesis nula, lo que significa que no existe diferencia significativa con respecto a la longitud durante el período de almacenamiento del babaco ( $P < 0.05$ )

**Tabla 5. Resumen del ANOVA de circunferencia del babaco**

Fuente	GDL	Suma de los cuadrados	Media de los cuadrados	FC	FT
Modelo	7	3,288	0,470	0,060	2,66
Error	16	125,601	7,850		
Total corregido	23	128,888			

Según el análisis de varianza, el estadístico de prueba ( $F_c = 0,060$ ) es menor que el F crítico de tablas ( $F_{0.05; 7, 16}$  es 2.66); por lo tanto se rechaza la hipótesis alternativa y se acepta la hipótesis nula, lo que significa que no existe diferencia significativa con respecto a la circunferencia durante el período de almacenamiento del babaco ( $P < 0.05$ )

**Tabla 6. Resumen del ANOVA de diámetro del babaco**

Fuente	GDL	Suma de los cuadrados	Media de los cuadrados	FC	FT
Modelo	7	0,731	0,104	0,160	2,66
Error	16	10,446	0,653		
Total corregido	23	11,177			

Según el análisis de varianza, el estadístico de prueba ( $F_c = 0,160$ ) es menor que el F crítico de tablas ( $F_{0.05; 7, 16}$  es 2.66); por lo tanto se rechaza la hipótesis alternativa y se acepta la hipótesis nula, lo que significa que no existe diferencia significativa con respecto al diámetro durante el período de almacenamiento del babaco ( $P < 0.05$ )

### **TABLAS DE ANOVA PARA ANÁLISIS QUÍMICOS DEL BABACO.**

**Tabla 7. Resumen del ANOVA de °Brix del babaco**

Fuente	GDL	Suma de los cuadrados	Media de los cuadrados	FC	FT
Modelo	7	0,532	0,076	0,793	2,66
Error	16	1,535	0,096		
Total corregido	23	2,067			

Según el análisis de varianza, el estadístico de prueba ( $F_c = 0,793$ ) es menor que el F crítico de tablas ( $F_{0.05; 7, 16} = 2.66$ ); por lo tanto se rechaza la hipótesis alternativa y se acepta la hipótesis nula, lo que significa que no existe diferencia significativa con respecto a los °Brix durante el período de almacenamiento del babaco ( $P < 0.05$ )

**Tabla 8. Resumen del ANOVA de pH del babaco**

Fuente	GDL	Suma de los cuadrados	Media de los cuadrados	FC	FT
Modelo	7	0,427	0,061	8,688	2,66
Error	16	0,112	0,007		
Total corregido	23	0,539			

Según el análisis de varianza, el estadístico de prueba ( $F_c = 8,688$ ) es mayor que el F crítico de tablas ( $F_{0.05; 7, 16} = 2.66$ ); por lo tanto se acepta la hipótesis alternativa y se rechaza la hipótesis nula, lo que significa que si existe diferencia significativa con respecto al pH durante el período de almacenamiento del babaco ( $P < 0.05$ )

#### Prueba Duncan

Análisis de las diferencias para el comportamiento del pH del fruto

Categoría	Media estimada	Grupos*				
3	4,097	A				
0	4,062	A	B			
6	3,942		B	C		
9	3,923		B	C	D	
12	3,893			C	D	
21	3,790			C	D	E
15	3,782				D	E
18	3,678					E

\* No hay diferencia significativa entre los grupos que contengan la misma letra

**Tabla 9. Resumen del ANOVA de porcentaje de acidez del babaco**

Fuente	GDL	Suma de los cuadrados	Media de los cuadrados	FC	FT
Modelo	7	0,269	0,038	11,586	2,66
Error	16	0,053	0,003		
Total corregido	23	0,322			

Según el análisis de varianza, el estadístico de prueba ( $F_c = 11,586$ ) es mayor que el F crítico de tablas ( $F_{0.05; 7, 16} = 2.66$ ); por lo tanto se acepta la hipótesis alternativa y se rechaza la hipótesis nula, lo que significa que si existe diferencia significativa con respecto al porcentaje de acidez durante el período de almacenamiento del babaco ( $P < 0.05$ )

#### Prueba Duncan

##### Análisis de las diferencias para el comportamiento del porcentaje de acidez del fruto

Categoría	Media estimada	Grupos*				
18	0,679	A				
21	0,650	A	B			
15	0,570		B	C		
12	0,557		B	C		
9	0,493			C	D	
6	0,464			C	D	
3	0,417				D	E
0	0,348					E

\* No hay diferencia significativa entre los grupos que contengan la misma letra

**Tabla 10. Resumen del ANOVA del índice de madurez del babaco**

Fuente	GDL	Suma de los cuadrados	Media de los cuadrados	FC	FT
Modelo	7	158,203	22,600	8,935	2,66
Error	16	40,469	2,529		
Total corregido	23	198,672			

Según el análisis de varianza, el estadístico de prueba ( $F_c = 8,935$ ) es mayor que el F crítico de tablas ( $F_{0.05; 7, 16} = 2.66$ ); por lo tanto se acepta la hipótesis alternativa y se rechaza la hipótesis nula, lo que significa que si existe diferencia significativa con respecto al índice de madurez durante el período de almacenamiento del babaco ( $P < 0.05$ )

#### Prueba Duncan

##### Análisis de las diferencias para el comportamiento del índice de madurez del fruto

Categoría	Media estimada	Grupos*				
0	17,818	A				
3	15,520	A	B			
6	13,690		B	C		
9	13,179		B	C	D	
12	11,645			C	D	E
15	11,490			C	D	E

21	10,223	D	E
18	9,697		E

\* No hay diferencia significativa entre los grupos que contengan la misma letra

**Tabla 11.** Resumen del ANOVA del porcentaje de humedad del babaco

Fuente	GDL	Suma de los cuadrados	Media de los cuadrados	FC	FT
Modelo	7	2,470	0,353	2,412	2,66
Error	16	2,341	0,146		
Total corregido	23	4,811			

Según el análisis de varianza, el estadístico de prueba ( $F_c = 2,412$ ) es menor que el F crítico de tablas ( $F_{0.05; 7, 16}$  es 2.66); por lo tanto se rechaza la hipótesis alternativa y se acepta la hipótesis nula, lo que significa que no existe diferencia significativa con respecto al contenido de humedad durante el período de almacenamiento del babaco ( $P < 0.05$ )

**Tabla 12.** Resumen del ANOVA del porcentaje de ácido ascórbico del babaco

Fuente	GDL	Suma de los cuadrados	Media de los cuadrados	FC	FT
Modelo	7	1070,925	152,989	269,025	2,66
Error	16	9,099	0,569		
Total corregido	23	1080,024			

Según el análisis de varianza, el estadístico de prueba ( $F_c = 269,025$ ) es mayor que el F crítico de tablas ( $F_{0.05; 7, 16}$  es 2.66); por lo tanto se acepta la hipótesis alternativa y se rechaza la hipótesis nula, lo que significa que si existe diferencia significativa con respecto al contenido de ácido ascórbico durante el período de almacenamiento del babaco ( $P < 0.05$ )

### Prueba Duncan

#### Análisis de las diferencias para el comportamiento del contenido de ácido ascórbico del fruto

Categoría	Media estimada	Grupos*				
15	26,133	A				
12	23,217		B			
18	20,801			C		
21	19,633			C		
9	16,645				D	
6	12,323					E
3	8,922					F
0	5,725					G

\* No hay diferencia significativa entre los grupos que contengan la misma letra



**Tabla 13. Resumen del ANOVA de la capacidad antioxidante del babaco**

Fuente	GDL	Suma de los cuadrados	Media de los cuadrados	FC	FT
Modelo	7	1,369	0,196	9,996	2,66
Error	16	0,313	0,020		
Total corregido	23	1,682			

Según el análisis de varianza, el estadístico de prueba ( $F_c = 9,996$ ) es mayor que el F crítico de tablas ( $F_{0.05; 7, 16}$  es 2.66); por lo tanto se acepta la hipótesis alternativa y se rechaza la hipótesis nula, lo que significa que si existe diferencia significativa con respecto a la capacidad antioxidante durante el período de almacenamiento del babaco ( $P < 0.05$ )

**Prueba Duncan**

Análisis de las diferencias para el comportamiento del índice de madurez del fruto

Categoría	Media estimada	Grupos*
15	1,424	A
12	1,399	A
9	1,346	A
18	1,324	A
21	1,272	A
6	0,986	B
3	0,860	B
0	0,790	B

\* No hay diferencia significativa entre los grupos que contengan la misma letra

**Tabla 14. Resumen del ANOVA de contenido de fenoles totales del babaco**

Fuente	GDL	Suma de los cuadrados	Media de los cuadrados	FC	FT
Modelo	7	957,371	136,767	5,804	2,66
Error	16	377,035	23,565		
Total corregido	23	1334,406			

Según el análisis de varianza, el estadístico de prueba ( $F_c = 5,804$ ) es mayor que el F crítico de tablas ( $F_{0.05; 7, 16}$  es 2.66); por lo tanto se acepta la hipótesis alternativa y se rechaza la hipótesis nula, lo que significa que si existe diferencia significativa con respecto al contenido de fenoles totales durante el período de almacenamiento del babaco ( $P < 0.05$ )

## Prueba Duncan

### Análisis de las diferencias para el comportamiento del índice de madurez del fruto
















Categoría	Media estimada	Grupos*			
18	47,068	A			
21	46,003	A			
15	42,621	A	B		
12	42,184	A	B		
9	39,695	A	B	C	
6	33,726		B	C	D
3	32,995			C	D
0	28,165				D

\* No hay diferencia significativa entre los grupos que contengan la misma letra








# **ANEXO 5**

**FOTOGRAFÍAS DE VARIACIÓN DE  
COLOR EN BABACO DURANTE EL  
ALMACENAMIENTO POSCOSECHA**

**VARIACIÓN DE COLOR DURANTE ALMACENAMIENTO POSCOSECHA DE BABACO (*Carica pentagona*)**

DÍA	REPETICIÓN 1	REPETICIÓN 2	REPETICIÓN 3
0			
3			
6			
9			
12			

Continuación...

15			
18			
21			

# **ANEXO 6**

## **RECUPERACIONES.**

**Recuperación en determinación de humedad en fruto de babaco (Carica pentagona) durante almacenamiento poscosecha**

Porcentaje De Recuperación (94 - 106 %)								
Tiempo (Días)	Código de Muestra	Hm Muestra (%)	Hm Recuperación (%)	$Do = \% HmR - \% HmM$	W muestra (g)	W Agua adicionado en M (g)	g H2O / 100 g M	% Recuperación
0	CP-03-00	94,27	98,91	4,64	2,21	0,11	4,78	97,01
3	CP-03-03	93,62	98,37	4,75	2,21	0,11	4,80	99,07
6	CP-03-06	93,68	98,90	5,22	2,21	0,11	5,09	102,56
9	CP-02-09	93,26	98,95	5,68	2,21	0,13	5,84	97,31
12	CP-03-12	93,94	101,48	7,54	2,23	0,17	7,48	100,77
15	CP-03-15	93,96	101,48	7,52	2,23	0,17	7,48	100,51
18	CP-03-18	93,08	98,63	5,55	2,19	0,13	5,77	96,18
21	CP-01-21	92,88	98,45	5,57	2,19	0,13	5,77	96,52

**Recuperación en determinación de ácido ascórbico en fruto de babaco (Carica pentagona) durante almacenamiento poscosecha**

Porcentaje De Recuperación (94 - 106 %)								
Tiempo (Días)	mg Ácido Ascórbico en Muestra	mg Ácido Ascórbico en Recuperación	Do (mgAAR - mgAAM)	W muestra en recuperación (g)	g Ácido Ascórbico adicionado en Muestra	g Ácido Ascórbico por gramo de Muestra	mg Ácido Ascórbico por gramo de Muestra	% RECUPERACIÓN
0	5,5194	1991,3192	1985,800	5,05780	0,10558	2,087	2087,4689	95,13
3	8,1488	2216,6819	2208,533	5,02580	0,11430	2,274	2274,2648	97,11
6	11,4481	1934,2956	1922,847	5,03467	0,10179	2,022	2021,7810	95,11
9	16,1349	1904,5515	1888,417	5,13350	0,10030	1,954	1953,8327	96,65
12	23,3073	2169,7014	2146,394	5,05258	0,11243	2,225	2225,1998	96,46
15	26,4468	2402,0283	2375,582	5,03819	0,11637	2,310	2309,7382	102,85
18	20,7138	2264,8395	2244,126	5,03807	0,11309	2,245	2244,7088	99,97
21	19,9069	1814,7866	1794,880	5,68810	0,10374	1,824	1823,8076	98,41

**Recuperación en determinación de fenoles totales en fruto de babaco (Carica pentagona) durante almacenamiento poscosecha**

Porcentaje de Recuperación (94 -106)%						
Tiempo (Días)	Código de Muestras	Conct en Muestra	Conct en recuper.	Conct. encontrada	Conct. esperada	%Recuperación
0	CP2-00	30,81	47,19	16,38	16,46	99,50
3	CP1-03	30,75	47,55	16,79	16,38	102,54
6	CP1-03	31,09	47,32	16,23	16,50	98,38
9	CP1-06	37,20	52,82	15,62	16,52	94,53
12	CP1-12	43,27	59,11	15,84	16,36	96,82
15	CP1-15	47,59	64,13	16,54	16,22	101,95
18	CP3-18	43,85	61,03	17,18	16,36	105,04
21	CP2-21	46,70	62,87	16,17	16,35	98,86

**Recuperación en determinación de capacidad antioxidante total en fruto de babaco (Carica pentagona) durante almacenamiento poscosecha**

Porcentaje de Recuperación (94 -106)%						
Tiempo (Días)	Código de Muestras	Conct en Muestra	Conct en recuper.	Conct. encontrada	Conct. esperada	% Recuperación
0	CP1-00	0,603	0,739	0,14	0,13	102,88
3	CP1-03	0,962	1,635	0,67	0,66	101,45
6	CP1-06	0,811	1,476	0,67	0,67	99,65
9	CP2-09	1,438	2,092	0,65	0,66	98,82
12	CP2-12	1,293	1,953	0,66	0,66	99,30
15	CP3-15	1,539	2,207	0,67	0,67	99,24
18	CP2-18	1,297	1,941	0,64	0,66	97,02
21	CP1-21	1,256	1,922	0,67	0,67	99,21

# **ANEXO 7**

**SCREENING UTILIZANDO  
METODOLOGÍA TAGUCHI Y  
OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO A  
TRAVÉS DE LA METODOLOGÍA  
SUPERFICIE DE RESPUESTA.**



**Tratamientos aplicados en la retención de ácido ascórbico en pulpa de babaco (Carica pentagona) usando screening de Taguchi.**

Tratamiento	FACTORES					Sub promedio	PROMEDIO mg Acido Ascórbico por 100 gramos de fruta
	PH	°BRIX	SORBATO	TIEMPO	TEMPERATURA		
1	3	12	0	3	65	14,29	14,21
						13,79	
						14,54	
2	3	30	0	30	95	13,46	13,43
						13,41	
						13,42	
3	3	30	600	3	95	10,84	11,04
						10,76	
						11,51	
4	3	12	600	30	65	14,42	14,62
						15,15	
						14,28	
5	4	30	600	3	65	14,91	15,15
						15,18	
						15,36	
6	4	12	600	30	95	11,31	10,73
						10,20	
						10,66	
7	4	12	0	3	95	12,86	12,60
						12,23	
						12,70	
8	4	30	0	30	65	11,05	11,01
						10,64	
						11,35	

**Tratamientos aplicados en la retención de ácido ascórbico en pulpa de babaco (Carica pentagona) usando superficie de respuesta.**

Tratamiento	Repetición	TEMPERATURA	TIEMPO	PH	°BRIX	Sub promedio (Acido ascórbico)	PROMEDIO mg Acido Ascórbico / 100 gramos de fruta
1	1	80	16,5	3	30	0,1167	10,41
	2					0,0680	
	3					0,1275	
2	1	80	16,5	4	12	0,1006	11,25
	2					0,1006	
	3					0,1363	
3	1	80	3	3,5	30	0,1232	11,03
	2					0,1058	
	3					0,1019	
4	1	95	16,5	4	21	0,1242	13,10
	2					0,1268	
	3					0,1421	
5	1	95	16,5	3,5	30	0,1094	12,62
	2					0,1596	
	3					0,1096	
6	1	80	3	4	21	0,0822	12,07
	2					0,1509	
	3					0,1289	
7	1	80	16,5	3,5	21	0,1105	11,70
	2					0,1301	
	3					0,1105	

Continuación....

8	1	95	16,5	3,5	12	0,1409	14,57
	2					0,1473	
	3					0,1489	
9	1	80	30	3	21	0,1396	13,73
	2					0,1343	
	3					0,1381	
10	1	80	16,5	3	12	0,1606	18,46
	2					0,2179	
	3					0,1753	
11	1	80	16,5	4	30	0,1142	11,75
	2					0,0635	
	3					0,1747	
12	1	65	16,5	4	21	0,0561	5,73
	2					0,0638	
	3					0,0521	
13	1	80	16,5	3,5	21	0,1673	11,88
	2					0,0903	
	3					0,0987	
14	1	65	30	3,5	21	0,0426	8,51
	2					0,1548	
	3					0,0578	
15	1	80	30	4	21	0,0804	8,48
	2					0,0830	
	3					0,0911	
16	1	95	16,5	3	21	0,1458	15,39
	2					0,1555	
	3					0,1603	
17	1	80	30	3,5	30	0,0628	8,02
	2					0,1172	
	3					0,0605	
18	1	65	3	3,5	21	0,0459	5,96
	2					0,0718	
	3					0,0613	
19	1	65	16,5	3,5	12	0,1178	12,08
	2					0,1281	
	3					0,1165	
20	1	80	3	3	21	0,0983	9,39
	2					0,0932	
	3					0,0903	
21	1	95	30	3,5	21	0,1509	13,25
	2					0,1581	
	3					0,0886	
22	1	95	3	3,5	21	0,1707	13,51
	2					0,0965	
	3					0,1381	
23	1	65	16,5	3	21	0,1696	12,80
	2					0,1142	
	3					0,1003	
24	1	65	16,5	3,5	30	0,0843	8,07
	2					0,0756	
	3					0,0823	

Continuación....

25	1	80	16,5	3,5	21	0,1093	10,45
	2					0,1016	
	3					0,1026	
26	1	80	3	3,5	12	0,1254	12,00
	2					0,1192	
	3					0,1154	
27	1	80	30	3,5	12	0,2013	13,28
	2					0,0872	
	3					0,1099	

# **ANEXO 8**

## **ANÁLISIS DE COMPUESTOS BIOACTIVOS Y MICROBIOLÓGICO DE LA PULPA ALMACENADA**

**Contenido de ácido ascórbico, fenoles totales y capacidad antioxidante de la pulpa optimizada.**

Código de Muestra	Nº repetición por muestra	ÁCIDO ASCÓRBICO			FENOLES TOTALES			CAPACIDAD ANTIOXIDANTE		
		Conct. en mg equivalente a ácido ascórbico/100 g de fruta	Promedio parcial Conct. en mg equivalente a ácido ascórbico/100 g de fruta	PROMEDIO Conct. en mg equivalente a ácido ascórbico/100g de fruta	Conct. en mg equivalente a Ácido Gálico/100 g de fruta	Promedio parcial Conct. en mg equivalente a Ácido Gálico/100 g de fruta	PROMEDIO Conct. en mg equivalente a Ácido Gálico/100 g de fruta	Conct. en $\mu$ M equivalente a Ácido Ascórbico/ g de fruta	<i>Promedio parcial</i> Conct. $\mu$ M equivalente a Ácido Ascórbico/ g de fruta	PROMEDIO Conct. en $\mu$ M equivalente a Ácido Ascórbico/g de fruta
M1	1	15,90	15,73	14,40	44,05	43,01	43,21	1,14	1,17	1,21
	2	15,56			41,98			1,21		
M2	1	13,46	13,45		43,50	43,02		1,37	1,34	
	2	13,43			42,53			1,30		
M3	1	14,15	14,02		41,75	43,61		1,07	1,12	
	1	13,89			45,47			1,17		



# UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA

## LABORATORIO CETTIA-UTPL

### Informe de Ensayo



FECHA DEL INFORME: 2008-10-27  
INFORME No. 538  
SOLICITUD DE ANALISIS: 3174

#### INFORMACIÓN DEL CLIENTE:

NOMBRE: Dayana Nuñez  
DIRECCIÓN: Tebaida Alta  
TELEFONO: 2573404 FAX: n/e E-mail: debnuñez@utpl.edu.ec

#### DATOS GENERALES DE LAS MUESTRAS:

DESCRIPCION  
Muestra 1 Pulpa de babaco f. elab. 2008-09-18  
Muestra 2 Pulpa de babaco f. elab. 2008-09-24  
CONDICION: La muestra llega en recipiente de vidrio  
FECHA DE RECEPCION: 2008-10-21

#### INFORMACIÓN GENERAL:

El informe de ensayo no se puede reproducir parcialmente, excepto en su totalidad con la aprobación escrita del laboratorio.  
Los resultados representan exclusivamente la muestra (s) analizada (s).  
Los ensayos marcados con (\*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE.  
Los ensayos marcados con (+) no están incluidos en el alcance de la acreditación de A2LA.  
Las opiniones, interpretaciones, etc., que se indican a continuación, están fuera del alcance de acreditación del OAE y A2LA.  
U: Incertidumbre expandida con un 95% de confianza.  
Norma Chilena: 14.5 Mermeladas, Jaleas, Fruta Confitada, Preparado de fruta y Verduras (Incluida la pulpa)  
ufc/g: unidad formadora de colonias.  
n/a: No aplica.  
n/d: No disponible.  
n/e: No específica.  
<LDD: Resultado menor que el límite de detección del método

#### RESULTADOS:

DETERMINACIÓN	FECHA DE ANÁLISIS		MÉTODO	UNIDAD	RESULTADOS	U	LDD	REQUISITOS DEL PRODUCTO		FUENTE DE LOS REQUISITOS O REFERENCIA
	INICIO	FIN						Min.	Máx.	
Aerobios mesofilos	2008-10-21	2008-10-24	AOAC 990.12	ufc/g	<LDD	14%	<10			
Hongos y levaduras	2008-10-21	2008-10-27	AOAC 997.02	ufc/g	<LDD	14%	<10		1E+3	Norma Chilena

Ing. Myriam Jácome  
LÍDER DE CALIDAD

Ing. Miguel Guamán  
LÍDER TÉCNICO (E)

**FIN DEL INFORME**