

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la**

**Producción**

“Diseño Del Proceso de Obtención y Estudio de Estabilidad de la  
Pulpa Refinada de Arazá”

**TESIS DE GRADO**

**Previo la obtención del Título de:**

**INGENIERA DE ALIMENTOS**

Presentada por:

Mónica Viviana Quiñonez Cobos

GUAYAQUIL – ECUADOR

AÑO: 2005

## **AGRADECIMIENTO**

A todas las personas que de uno u otro modo colaboraron en la realización del presente trabajo y especialmente al Ingeniero Luis Miranda S. Director de Tesis, por su invaluable ayuda. Y a Mis Padres por apoyarme a seguir adelante en la universidad de la vida.

## **DEDICATORIA**

**A DIOS**

**A MIS PADRES**

**A MI HERMANO**

**A MIS AMISTADES**

**A LA F.I.M.C.P.**

## TRIBUNAL DE GRADUACION

---

Ing. Eduardo Rivadeneira P.  
**DECANO DE LA FIMCP**  
PRESIDENTE

---

Ing. Luis Miranda S.  
**DIRECTOR DE TESIS**

---

Ing. Karín Coello O.  
**VOCAL**

---

Ing. Haydeé Torres C.  
**VOCAL**

## DECLARACION EXPRESA

La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la “ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL”

(Reglamento de Graduación de la ESPOL)

---

Mónica Quiñonez Cobos

## RESUMEN

Debido a la saturación de ofertas en el mercado de las exportaciones de productos de frutas tradicionales y a la baja competitividad del Ecuador frente a los países industrializados, se diseñó un proceso para la industrialización de un producto no tradicional para de esta manera poder introducirlo al marco exportador, y aprovechar la gran diversidad de frutas que posee el país, lo que se convierte una ventaja competitiva frente a otros países.

La tesis tuvo por objeto el establecimiento de los parámetros de procesamiento, a fin de lograr la estabilidad de la pulpa refinada de arazá, para lo cual se desarrollaron pruebas experimentales a través de las cuales:

- Se conocieron las características del manejo poscosecha
- Se establecieron los rendimientos de la fruta a lo largo del proceso
- Se determinaron los posibles agentes causantes del deterioro
- Se Determinaron los factores que afectan la calidad de la pulpa

Siendo el arazá una fruta altamente perecible y susceptible a los daños de manipulación, se realizaron las siguientes pruebas experimentales:

- Determinación del grado fisiológico recomendado para la cosecha
- Determinación de las condiciones de almacenamiento de la fruta

Debido a que las pulpas de frutas en general tienen un tiempo de vida útil muy reducida se debieron llevar a cabo las pruebas experimentales que se detallan a continuación:

- **RENDIMIENTOS DEL PROCESAMIENTO DE LA FRUTA**
  - Cálculo del rendimiento de pulpa sin refinar
    - % Cáscara
    - % Semillas
    - % Pulpa
  - Cálculo del rendimiento de pulpa refinada ( con malla de 1mm)
    - % Fibra
    - % Pulpa refinada
    - % Pérdidas
  
- **DETERMINACIÓN DE POSIBLES FACTORES QUE CONTRIBUYEN AL DETERIORO DEL PRODUCTO**
  - Enzimas ( Pectinesterasa)
  - Microorganismos ( Mohos y Levaduras)
  
- **DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS DEL TRATAMIENTO TÉRMICO (PASTEURIZACIÓN PARA INACTIVACIÓN ENZIMÁTICA)**

- ESTUDIO DE ESTABILIDAD DEL PRODUCTO
  - Parámetros Físico- Químicos
  - Microbiológicos
  - Vitamina C

## ABREVIATURAS

g	gramo
cm	centímetro
bmh-T	bosque muy húmedo tropical
bh-T	bosque húmedo tropical
bp-T	bosque pluvial tropical
kg	kilogramo
cal	caloría
ppm	partes por millón
mg	miligramo
ug	microgramo
mm	milímetro
DF	índice de daño por frío
ml	mililitro
UPE	unidad de Pectinesterasa
meq	miliequivalente
min	minuto
C	concentración
Co	concentración inicial



## SIMBOLOGIA



T	temperatura
t	tiempo
tu	tiempo de vida útil
Q	atributo de calidad
Q <sub>0</sub>	atributo de calidad inicial
Q <sub>f</sub>	atributo de calidad final
R	constante de los gases
m	pendiente de la recta

## INDICE DE FIGURAS

	Pag
Figura 1.1 Árbol de Arazá.....	3
Figura 1.2 Fruto de Arazá .....	4
Figura 1.3 Eugenia stipitata Mc Vaugh.....	6
Figura 1.4 Eugenia stipitata Sororia .....	6
Figura 2.1 Arazá verde.....	19
Figura 2.2 Arazá pintón.....	20
Figura 2.3 Arazá maduro.....	21
Figura 2.4 Prueba de madurez.....	22
Figura 2.5 Comparación de porcentajes de deshidratación.....	23
Figura 2.6 Almacenamiento de araza en caja de madera.....	29
Figura 2.7 Curva de pérdida de peso temperatura ambiente-Guayaquil (24°C).....	35
Figura 2.8 Curva de pérdida de peso temperatura ambiente- Santo Domingo (20°C).....	36
Figura 2.9 Curva de pérdida de peso a temperatura experimental (12°C).....	38
Figura 2.10 Curva de pérdida de peso a temperatura experimental (8°C).....	39
Figura 3.1 Diagrama del proceso de obtención de pulpa refinada de araza..	45
Figura 3.2 Curva de % de rendimiento de pulpa de araza vs peso del fruto..	51
Figura 3.3 Curva Del Error.....	53
Figura 3.4 Rendimiento de Pulpa de Arazá don respecto al Fruto.....	53
Figura 3.5 Rendimiento de La Pulpa Refinada Con Respecto A Pulpa de Arazá.....	54
Figura 3.6 Actividad Enzimática de Pectinesterasa (65°C).....	67
Figura 3.7 Actividad enzimática de pectinesterasa (75°C).....	67
Figura 3.8 Actividad enzimática de pectinesterasa (85°C).....	68
Figura3.9 Comparación de la Actividad Enzimática de Pectinesterasa.....	68
Figura3.10 Dependencia del Valor "D" Con la temperatura para Inactivación de Pectinesterasa En Pulpa De Arazá.....	71
Figura3.11 Dependencia en la temperatura de la constante de inactivación (k) en la pulpa de arazá.....	75
Figura3.12 intervalos de inactivación de la pectinesterasa en pulpa de Arazá.....	76
Figura3.13 Curva de penetración de calor en la pasterización de la pulpa de araza.....	79
Figura 3.14 Diagrama de flujo de la pulpa pasteurizada de arazá.....	83
Figura 3.15 Muestras de pulpa de arazá.....	84
Figura 3.16 cinética de degradación del valor "L" en pulpa no pasteurizada de araza, a temperatura ambiente.....	98

Figura 3.17 Cinética de degradación del valor "L" en pulpa pasteurizada de araza, temperatura ambiente.....	99
Figura 3.18 Cinética de degradación del valor "L" en pulpa sin pasteurizada de Araza, temperatura de refrigeración.....	100
Figura 3.19 cinética de degradación del valor "L" en pulpa pasteurizada de Araza, temperatura de refrigeración.....	102
Figura 3.20 Cinética de degradación del valor "I" en pulpa sin pasteurizar de Araza, temperatura de congelación.....	104
Figura 3.21 Cinética de degradación del valor "I" en pulpa pasteurizada de Araza, temperatura de congelación.....	107
Figura 3.22 Degradación de vitamina c en la pulpa de araza pasteurizada y almacenada a -22°C.....	111



## INDICE DE TABLAS



	Pag
Tabla 1 Productividad Anual del Arazá.....	7
Tabla 2 Composición Química y Nutricional del mesocarpio de arazá (en 100 gramos).....	8
Tabla3 Caracterización de la pulpa de araza verde.....	19
Tabla4 Caracterización de la pulpa de arazá pintón.....	20
Tabla5 Caracterización de la pulpa de araza maduro.....	21
Tabla6 Resultados del Experimento de Selección del Estado Fisiológico óptimo para la cosecha.....	23
Tabla7 Hileras dañadas a los 5 días de almacenamiento a temperatura ambiente (20°C).....	28
Tabla8 Pérdida de peso en guayaquil a temperatura ambiente (24°C) 75% de humedad Relativa.....	34
Tabla9 Pérdida de Peso en Santo Domingo De los Colorados a Temperatura Ambiente (20°C) , 91% de Humedad relativa.....	35
Tabla10 Pérdida de Peso a Temperatura Experimental (12°C) 93% de humedad Relativa.....	37
Tabla11 Pérdida de Peso a Temperatura Experimental (8°C) 93% de Humedad Relativa.....	38
Tabla12 Pendientes de las curvas de pérdida de peso del arazá a distintas Temperaturas.....	41
Tabla 13 Clasificación De Severidad De Los Daños Por Frío.....	43
Tabla 14 Rendimiento de la pulpa de araza con respecto a la fruta.....	50
Tabla 15 Datos Para cálculos del Valor Corregido del Porcentaje de Pulpa de Arazá.....	52
Tabla16 Rendimiento de la pulpa refinada con respecto a pulpa de arazá.....	54
Tabla17 Actividad de Pectinesterasa a 65°C.....	63
Tabla18 Actividad de Pectinesterasa a 75°C.....	64
Tabla19 Actividad de Pectinesterasa a 85°C.....	65
Tabla 20 Logaritmos de valores "D" en inactivación de pectinesterasa.....	72
Tabla 21 Datos para cálculo de la energía de activación.....	74
Tabla 22 Pasteurización de la pulpa de arazá.....	78
Tabla 23 Pulpa de Arazá Almacenada a Temperatura Ambiente.....	86
Tabla 24 Pulpa Pasteurizada de Arazá Almacenada a Temperatura Ambiente..	87
Tabla25 Pulpa de Arazá Almacenada a Temperatura de Refrigeración.....	88
Tabla26 Pulpa Pasteurizada de Arazá Almacenada a Temperatura de Refrigeración.....	89
Tabla 27 Pulpa de Arazá Almacenada a Temperatura de Congelación.....	90

Tabla 28 Pulpa Pasteurizada de Arazá Almacenada a Temperatura de Congelación.....	92
Tabla 29 Porcentajes de Pardeamiento de la Pulpa de Arazá.....	94
Tabla 30 Pulpa de Arazá sin pasteurizar y almacenada temperatura ambiente.....	98
Tabla 31 Pulpa de Arazá pasteurizada y almacenada a temperatura Ambiente.....	99
Tabla 32 Pulpa de Arazá sin pasteurizar y almacenada temperatura de Refrigeración.....	100
Tabla 33 Pulpa de Arazá pasteurizada y almacenada temperatura de Refrigeración.....	101
Tabla 34 Pulpa de Arazá sin pasteurizar y almacenada temperatura de Congelación.....	103
Tabla 35 Pulpa de Arazá pasteurizada y almacenada temperatura de Congelación.....	104
Tabla 36 Constantes "k" y Predicción de Vida Útil en Pulpa de Arazá.....	107
Tabla 37 Contenido de Acido Ascórbico en Pulpa Pasteurizada de Arazá durante el almacenamiento a -22°C.....	109



## INDICE GENERAL

<b>RESUMEN.....</b>	.....
<b>INDICE GENERAL.....</b>	.....
<b>ABREVIATURAS.....</b>	.....
<b>SIMBOLOGIA.....</b>	.....
<b>INDICE DE FIGURAS.....</b>	.....
<b>INDICE DE TABLAS.....</b>	.....
<b>INTRODUCCION.....</b>	.....

### **CAPITULO 1**

#### **1. GENERALIDADES**

1.1 Características del arazá.....	.....
1.2 Procesos de Conservación.....	.....
1.3 Producto.....	.....

### **CAPITULO 2**

#### **2. PRUEBAS EXPERIMENTALES**

2.1 Equipos y Materiales.....	.....
2.2 Métodos.....	.....
2.3 Determinación del grado fisiológico de cosecha.....	.....

2.4 Determinación de condiciones de almacenamiento.....

**CAPITULO 3**

**3. DISEÑO DEL PROCESO**

3.1 Diagrama del proceso.....

3.2 Calculo de rendimiento.....

3.3 Determinación de factores que contribuyen al deterioro.....

    1.3.1 Enzimas.....

    2.3.2 Microorganismos.....

3.4 Estudio de Tratamientos de conservación.....

3.5 Estudio de Estabilidad de la Pulpa.....

    1.5.1 Parámetros Físico-Químicos y Enzimáticos.....

    2.5.2 Parámetros Microbiológicos.....

    3.5.3 Parámetros Nutricionales.....

**CAPITULO 4**

**4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....**

**APÉNDICES**

**BIBLIOGRAFIA**

## INTRODUCCION

El Ecuador, debido a su privilegiado y tan diverso clima, posee una amplísima variedad de frutos, que son base de la dieta de los ecuatorianos. Actualmente han surgido con éxito en el país, las industrias dedicadas al aprovechamiento y transformación de frutas. Para lograr que estas industrias tengan un buen desempeño y se fortalezcan en el mercado nacional e internacional, es necesario que se aprovechen las ventajas competitivas que nos ofrece el medio, la industria ecuatoriana, difícilmente puede competir con la tecnología de las industrias asentadas en los países desarrollados, y también está en desventaja frente a países donde el sistema económico presenta devaluaciones constantes de la moneda, y por ende, muy bajos costos de mano de obra e insumos. Es por esto que la industria ecuatoriana dedicada a las frutas, debe aprovechar toda la variedad de frutas exóticas que posee, pues son altamente apetecidas en los mercados extranjeros. El arazá es una clara opción para el aprovechamiento de la ventaja competitiva que poseemos, pues esta fruta de exquisita fragancia, es consumida en Ecuador solamente a nivel casero como jugos o batidos por las poblaciones aledañas a los lugares de cultivo, desgraciadamente por su

alta perecibilidad, no se ha podido distribuirla en todos los puntos del Ecuador. Debido a eso, surge la necesidad de diseñar un proceso en el cual se pueda transformar el arazá y de esta manera lograr que acceda a todo el mercado nacional e incursionar en el internacional.

Cuando se requiere que una fruta sea introducida en un mercado, hay que diseñar un proceso que eduque y acostumbre el paladar del grupo objetivo, esto se lo consigue con un proceso en el que se varíe lo menos posible las características organolépticas del fruto. Por tanto se eligió al proceso de elaboración de pulpas de frutas como el más idóneo para introducir el arazá al mercado, debido a que además de ser tecnológicamente accesible, la elaboración de pulpas de frutas otorga la ventaja de ser base para la elaboración de una diversidad de productos, tales como: néctares, mermeladas, vinos, mezclas con leche, etc.

Para obtener un producto de calidad indiscutible, es necesario que el diseño de el proceso de obtención de la pulpa de arazá vaya acompañado de un estudio de estabilidad de dicha pulpa, y de esta manera poder asegurar la inocuidad del producto para el consumidor y que va a tener un tiempo de vida útil que otorgue a la industria, la posibilidad de tener en inventario la pulpa y una alta disponibilidad para la comercialización.

# CAPITULO 1

## 1. GENERALIDADES

### 1.1 Características del Arazá

Nombre Científico: *Eugenia stipitata*

Nombre Común: Español (Arazá), Inglés (Araza), Francés (Goyave de Para) Portugués (AraÇá boi)

Familia: Mirtáceas



FIGURA 1.1 Árbol de Arazá

El arazá es una fruta endémica del alto Amazonas, el mismo que abarca las regiones amazónicas de Colombia, Ecuador, Perú y Brasil. Se lo ha introducido en Costa Rica, donde ha tenido una buena adaptación. En Ecuador, se cultiva con éxito, en la zona de Santo Domingo de los Colorados, debido a que esta parte del país posee un microclima favorable para el desarrollo del frutal en mención.

Botánicamente el arazá puede ser descrito como un arbusto de hasta 3 metros de altura. La ramificación comienza en la base, sus hojas son elípticas y de ápice acuminado. Las Flores son blancas y pequeñas. El fruto es una baya esferoidal, de color verde en estado inmaduro y ligeramente amarillento a amarillo dorado cuando alcanza la madurez, exquisita, muy aromática, tiene hasta 10 cm. de diámetro y su peso promedio es de 200 g, pero puede llegar a pesar 600g. Posee un exocarpo liso o aterciopelado, un mesocarpo carnoso de color amarillo de sabor fuertemente ácido, con una media de 10 semillas oblongas y mucilaginosas por fruto.



Figura 1.2 Fruto de Arazá

El ratio de respiración del arazá se presenta con un valor máximo de 1880 mg CO<sub>2</sub> x kg<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> antes de los 10 días de almacenamiento a una temperatura de 10°C (1).

El arazá se desarrolla exitosamente en sectores con clima tropical húmedo, con temperaturas que fluctúen los 22 a 23 °C, sin problemas de heladas y con precipitaciones entre los 2.000 a 4.000 mm/año, es decir a los bosques: húmedo tropical (bh-T), muy húmedo Tropical (bmh-T) y hasta pluvial tropical (bp-T). La diversidad genética del arazá consta de alrededor de 20 ecotipos, y dos subespecies plenamente identificadas.

La subespecie Mc. Vaugh, denominada arazá silvestre, tiene follaje poco denso, de color verde oscuro y su fruto tiene una cáscara pubescente, que aún en la madurez no llega a ser totalmente amarillo. Poco aromático y sabor ácido con un peso promedio que varía entre los 70 y 180 g

---

Hernandez, M.S., H.E. Arjona, O. Martinez, and J.P. Fernández-Trujillo. 1999. Storage disorders of arazá fruit (*Eugenia stipitata*) related to postharvest treatments



FIGURA 1.3 *Eugenia stipitata* Mc Vaugh

La subespecie Sororia, denominada arazá cultivado o comercial, es de mayor porte arbustivo y follaje más denso que la de la subespecie Mc. Vaugh. Sus hojas van del verde claro al verde oscuro. Su fruto es poco pubescente y muy aromático, su sabor y resistencia a la manipulación es mejor que la del arazá silvestre, al madurarse se torna de un color amarillo dorado. El peso promedio del fruto está entre 130 y 240g.



FIGURA 1.4 *Eugenia stipitata* Sororia

La producción del arazá comienza al segundo año, aunque a esta edad la productividad todavía es muy baja, cada planta produce entre 20 y 35 Kg. al año, las cosechas se dan en los meses de Noviembre a Diciembre, Abril a Mayo y Septiembre a Octubre.

**TABLA 1**Productividad Anual del Arazá

Ton ha	Año después del transplante
2.5	Segundo
9.1	Tercero
9.8	Cuarto
21.5	Quinto
40.6	Sexto

Fuente: PROEXANT

**TABLA 2****Composición Química y Nutricional del mesocarpio de arazá (en 100 gramos)**

Componentes	Investigadores		
	Pinedo	Aguiar	Pezo y Pezo
Energía ( cal)	-	39.8	-
Agua (% peso fresco)	-	90.0	94.3
Brix (% peso fresco)	-	-	4.0
pH	-	-	2.0
Proteína(% peso seco)	9.54	6.0	10.1
Carbohidratos(% peso seco)	70.21	89.0	-
Grasas (% peso seco)	3.15	2.0	0.5
Ceniza (% peso seco)	-	3.0	2.5
Fibra (% peso seco)	6.07	-	6.3
Pectina (x peso seco)	-	-	3.4
Nitrógeno (% peso seco)	1.53	-	-
Fósforo (% peso seco)	0.09	-	-
Potasio (% peso seco)	2.15	-	-
Calcio (% peso seco)	0.19	-	-
Magnesio (% peso seco)	0.10	-	-
Manganeso (ppm)	13	-	-
Cobre (ppm)	5	-	-
Hierro (ppm)	87	-	-
Zinc (ppm)	11	-	-
Vitamina C (mg. % p. fresco)	7.68	-	-
B Caroteno (mg. % p. fresco)	-	0.4	-
Vitamina A (ug. % p. fresco)	7.75	-	-
Vitamina B (ug. % p. fresco)	9.84	-	-

Fuente: Manual para la producción orgánica de Arazá

## 1.2 Procesos de Conservación

En la actualidad la industrialización del arazá en Ecuador es incipiente, en Santo Domingo de los Colorados existe una producción a nivel artesanal de mermeladas de este exótico fruto, las mismas que son destinadas al sistema de comercio justo en Europa, pero no se han diseñado procesos de conservación que tengan definidos los parámetros tecnológicos para producir alimentos de calidad a base del arazá. Hay otras experiencias de aprovechamiento artesanal, en Quito se produjo un helado y una mermelada de arazá, las mismas que constan con registro sanitario, este proyecto fue auspiciado por el Programa de Desarrollo de la Agroindustria Rural para América Latina y el Caribe.

El deterioro de los alimentos obedece a un desequilibrio de los procesos químicos y biológicos en el mismo, ya sea por orden natural como lo es en el caso de la senescencia de los frutos y en el envejecimiento de animales, o en el deterioro ocasionado por enfermedades, infestaciones, daños mecánicos, enzimas, microorganismos, entre otros.

Basados en el conocimiento de las características fisicoquímicas, de los alimentos, se puede predecir los daños que sufrirán de acuerdo a su susceptibilidad y al medio, con estas predicciones se podrá diseñar un

proceso en el que el alimento conserve sus características organolépticas y al mismo tiempo reduzca al mínimo los factores que lo predisponen al deterioro:

- a. Procedimientos basados en la disminución del pH
- b. Procedimientos basados en la reducción del agua disponible
- c. Procedimientos basados en la variación del potencial de oxidoreducción
- d. Procedimientos basados en la utilización de sustancias inhibidoras
- e. Procedimientos basados en la utilización de calor o frío
- f. Procedimientos basados en la aplicación de varios principios

Las pulpas de frutas son generalmente sometidas a procesos térmicos para conseguir su estabilidad al reducir microorganismos y desactivar enzimas, estos son usados en combinación con adiciones de ácidos, cuando son requeridos, y con almacenamientos a temperatura de congelación o refrigeración para ayudar a prolongar el tiempo de vida útil.

El tratamiento térmico generalmente usado para la conservación de pulpas de frutas es la pasteurización por ser de poco impacto en cuanto a las alteraciones organolépticas.

La pasteurización, es fruto de las investigaciones acerca del efecto letal del calor sobre los microorganismos, realizadas a mediados del siglo XIX por Louis Pasteur. Su fundamento es la aplicación de calor al alimento a temperaturas no mayores a 100°C, por lo que es considerado un tratamiento de baja intensidad con objetivos distintos de acuerdo al tipo de alimento al que se lo aplique.

En los alimentos poco ácidos, el objetivo principal es la destrucción de los microorganismos patógenos, en este caso el periodo de vida es corto, pero se conservan las características organolépticas originales, como ejemplo más común tenemos a la leche pasteurizada.

En los alimentos ácidos, debido al bajo pH de estos alimentos las bacterias esporuladas no se desarrollan y se debe enfocar el tratamiento térmico en los mohos y levaduras, que tienen temperaturas de destrucción alrededor de los 80 °C. Además la pasteurización en este caso cumple la función de estabilizador al inactivar las enzimas causantes del pardeamiento y otras reacciones de deterioro, como es en el caso de las pulpas de frutas.

La pasteurización está limitada a la incidencia de esta, en las propiedades organolépticas del producto. Básicamente la combinación de tiempo y temperatura en pasteurización se divide en:

- a. Baja temperatura durante un tiempo largo (LTLT: low temperature-long time): planteado para procesos con cargas continuas, para productos líquidos que se calientan por convección, al granel (en marmitas) o en productos envasados que se calienten por conducción.
- b. Alta temperatura durante un tiempo corto (HTST: high temperature-short time): usado en productos líquidos en procesos continuos, se utilizan intercambiadores de calor de una alta eficiencia, para conseguir calentamientos y enfriamientos instantáneos.

### **1.3 Producto**

Las posibilidades de industrialización del arazá son muy variadas, entre ellas tenemos: pulpa fresca o congelada, néctar, jaleas, rodajas deshidratadas y licores, también se recupera el aroma para usos alimenticios y para fragancias.

Debido a la alta perecibilidad de la fruta, el arazá debe ser procesado lo más pronto posible después de la cosecha. Esta es la razón por la que la producción de pulpa es la mejor alternativa para conservar arazá y

conseguir introducirla en el mercado, la principal ventaja del arazá es que es una fruta exótica, muy atractiva por su aromaticidad. Colombia, Brasil, Perú y Costa Rica han liderado la introducción de la pulpa de arazá en Estados Unidos, donde es utilizada como relleno en la chocolatería fina y en Europa, principalmente en Francia, donde es usada para aromatizar bebidas.

En Ecuador, el arazá ha sido pobremente explotado. Según estudios de la Corporación Proyecto de Exportaciones no Tradicionales (PROEXANT) las exportaciones de pulpa de arazá tienen una muy buena proyección debido a la acogida a las exportaciones de pulpas de frutas tropicales en la modalidad de cultivos orgánicos, las que se incrementaron en un 11% en el año 2003 (Banco Central del Ecuador)

La empresa privada se está preparando para masificar la producción de pulpa de arazá ecuatoriano, pues en las poblaciones circundantes a Santo Domingo de los Colorados, existen alrededor de 300 Has sembradas, y se continúan incrementado a través de la creación de cooperativas de cultivos que se destinarán a proveer a la industria.

## CAPITULO 2

### 2. PRUEBAS EXPERIMENTALES

#### 2.1 Equipos y Materiales

- Balanza analítica, marca OHAUS, Modelo Explorer, Capacidad 210 g, precisión de 0.1 mg
- Balanza gramera marca OHAUS, Capacidad 4.5 Kg. g, precisión de 0.5 g.
- Viscosímetro de Bostwiick
- Calentador de plato con agitador magnético marca CORNING
- Baño de agua frío y caliente, con termostato marca FORMASCIENTIFIC
- Estufa, marca PRECISION, rango de temperatura 65 – 210 °C
- Bomba de vacío, marca GAST
- Potenciómetro
- Refractómetro
- Colorímetro, HUNTER LAB SCAN XE

- Titulador, marca METTLER TOLEDO
- Estufa, marca Precisión, rango de temperatura 65 – 210°C
- Extractor de Laboratorio, malla 1mm

Para la realización de la presente tesis se utilizó arazá de la subespecie sororia, comúnmente denominado “arazá cultivado”, fue elegido debido a su alta aromaticidad, además de ser la subespecie que se está sembrando en Ecuador por su alta productividad.

También se utilizaron materiales de laboratorio tales como: pipetas, fioles, vasos de precipitación, termómetros, buretas, entre otros

## **2.2 Métodos.**

De acuerdo a las exigencias de los mercados se deben realizar ciertos análisis a la pulpa, los certificados de los siguientes análisis son requisito para la aceptación del producto en el mercado exterior, que es el principal cliente de las empresas productoras de pulpas de frutas del país:

### **Análisis Físicoquímicos**

<b>Método de Análisis</b>	<b>Referencia Bibliográfica</b>
a. Determinación de pH	AOAC 945.10
b. Determinación de acidez titulable	AOAC 942.15B
c. Determinación de ácido ascórbico	AOAC 932.14
d. Determinación de Viscosidad	AOAC 967.16
• Determinación de color	Hunter Lab scan Manual

### **Análisis Biológicos**

• Determinación enzimática	AOAC 963.27
• Determinación de % Howard	AOAC 982.33
• Determinación de Insectos por flotación	AOAC 982.21

### **Análisis Microbiológicos**

• Coliformes y Enterobacterias	AOAC 992.30
• Mohos y Levaduras	AOAC 992.28

Para la determinación de las características físicas tales como: peso, diámetro y longitud se utilizaron 100 frutas en estado maduro, se determinó que el peso fluctúa entre 80.05gr y 192.25gr con una media de 129.88gr. En cuanto el diámetro su rango va de 4.80 cm. a 11.54 cm., con un promedio

de 7.79 cm. La altura en el arazá varía de 5.43 cm a 14.13cm y la media corresponde a 9.52 cm

(Ver Anexo 1)

### **2.3 Determinación del Grado Fisiológico de Cosecha**

La obtención de un producto alimenticio de buena calidad es una cadena de aplicaciones de los conceptos de calidad en cada una de las etapas del proceso. Uno de los eslabones más importantes que se deben tomar en consideración es la elección de la materia prima, en nuestro caso la materia prima principal es el arazá, ya se ha seleccionado a la subespecie sororia, basándose en estudios previos a esta fruta, pero elegir la subespecie no basta, pues se debe determinar cual es el estado fisiológico apropiado para la cosecha del fruto.

Es importante anotar que el arazá es una fruta climatérica, es decir que su proceso de maduración continua a pesar de haber sido arrancado del árbol y a que su producción de etileno es mucho mayor que en productos no climatéricos, por tanto se puede considerar la cosecha en estado verde, pintón o maduro.

La prueba experimental # 1 tiene por objeto hacer una comparación de perecibilidad de la fruta en los tres estados fisiológicos, almacenados en las mismas condiciones y periodo de tiempo, se tomó en consideración además del deterioro de las características organolépticas, la pérdida de peso de los frutos, debido a que es un factor que afecta al arazá y repercute en la economía de la industria procesadora de pulpas de frutas.

El experimento se desarrolló en Santo Domingo de los Colorados, ciudad de cosecha de los frutos, a temperatura ambiente, se recolectaron frutos en 3 distintos estados fisiológicos: verde, pintón y maduro, la cosecha se la realizó manualmente tomando directamente el fruto del árbol a las canastas de recolección, sin permitir que se caigan o sufran algún golpe para de esta forma evitar magulladuras. Las muestras fueron de 15 individuos por estado fisiológico y se realizaron por duplicado.

Procedimiento:

- Tomar 3 frutos de cada muestra para hacer análisis fisicoquímicos
- Colocar los arazanes en bandejas plásticas limpias y secas
- Registrar el peso inicial de cada muestra.
- Registrar pesos y observaciones de deterioro cada 24 horas

**TABLA 3**Caracterización de la pulpa de araza verde

<b>MUESTRA</b>	<b>BRIX</b>	<b>PH</b>	<b>% DE ACIDEZ</b>	<b>RATIO</b>	<b>VISCOCIDAD <i>cm./10seg</i></b>	<b>AC. ASC <i>ppm</i></b>
ARAZA VERDE	3.2	2.35	3.93	0.81	2.5	200

Elaborado por: Mónica Quiñónez C.

El arazá verde fue cosechado a los 65 días después de la floración, su característica principal es su dureza, la ausencia de aromaticidad en la fruta y su coloración es verde oscuro.



FIGURA 2.1 ARAZÁ VERDE

**TABLA 4**Caracterización de la pulpa de arazá pintón

<b>MUESTRA</b>	<b>BRIX</b>	<b>PH</b>	<b>% DE ACIDEZ</b>	<b>RATIO</b>	<b>VISCOCIDAD cm./10seg</b>	<b>AC. ASC ppm</b>
ARAZA PINTON	4.0	2.45	3.20	1.25	7.5	300

Elaborado por: Mónica Quiñónez C

El arazá pintón es aquel que ha sido cosechado aproximadamente a los 82 días después de la floración. El arazá pintón se caracteriza por presentar una coloración ligeramente amarillenta que parte del pedúnculo en forma de vetas, otra característica es la leve presencia de aromaticidad, debido a que se han empezado a sintetizar las sustancias responsables de el aroma de la fruta.



FIGURA 2.2 ARAZA PINTON

TABLA 5

Caracterización de la pulpa de araza maduro

MUESTRA	BRIX	PH	% ACIDEZ	RATIO	VISCOCIDAD cm./10seg	AC. ASC ppm
ARAZA MADURO	4.8	2.47	3.14	1.94	7.5	300

Elaborado por: Mónica Quiñónez C.

El arazá maduro es aquel que se ha cosechado a los 90 días después de la floración, este fruto es altamente aromático, de una coloración amarilla – dorada, y poco resistente a la manipulación, debido a que el arazá maduro es suave y su exocarpo es muy delicado. Otra forma de evaluar la madurez del fruto es retirando la cáscara del mismo, pues cuando el fruto está maduro el exocarpio no ofrece resistencia para desprenderse del mesocarpio (Ver Figura 2.4).



FIGURA 2.3 ARAZA MADURO



FIGURA 2.4 PRUEBA DE MADUREZ

En referencia con las tablas 3, 4 y 5 cabe indicar que existe una muy marcada diferencia entre los valores fisicoquímicos del arazá verde con respecto a los otros dos, sobretodo en lo referente a la viscosidad y al contenido de ácido ascórbico.

TABLA 6

Resultados del Experimento de Selección del Estado Fisiológico óptimo para la cosecha

ESTADO FISIOLÓGICO	% PERDIDA DE PESO	MADUREZ COMERCIAL	DIAS DE ALMACENAM	CALIDAD
VERDE	52	NO HUBO	6	INACEPTABLE
PINTONA	23	4 DIAS	7	ACEPTABLE
MADURA	38	0 DIAS	3	ACEPTABLE

Elaborado por: Mónica Quiñónez C.

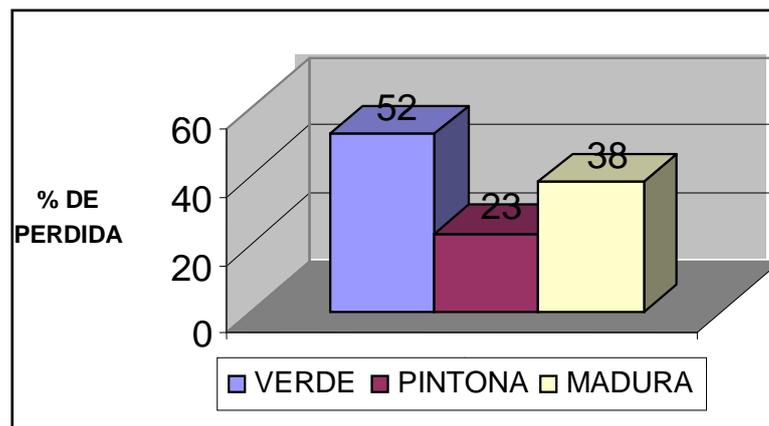


Figura 2.5 COMPARACION DE PORCENTAJES DE DESHIDRATACION

Durante la evolución de las pruebas se determinó la acelerada descomposición de la muestra de arazá maduro, pues luego de la recolección de los frutos éstos presentaron signos de deterioro al cuarto día de almacenamiento, lo que ofrece muy poco tiempo para planificar los procesos en planta. Se observó que la descomposición del fruto se manifiesta con una depresión que en algunas ocasiones se tornó gris, producto de una deshidratación acelerada (38%), en los lugares donde ha sufrido algún golpe, la misma que se acentúa en dicho lugar, además de la presencia de mohos en los días posteriores al cuarto día, debido a que los mohos son organismos oportunistas y aprovechan la más pequeña lesión de el fruto para infestarlo. Esto nos indica la susceptibilidad del arazá maduro a la manipulación.

En cuanto a las muestras en estado verde, se pudo observar que el aroma, característica esencial del arazá, no se desarrolló, y que la deshidratación de la fruta fue muy alta (52%), al punto de reblandecerse y encogerse notablemente

Las muestras de arazá pintón ya habían desarrollado el aroma característico de la fruta al ser cosechadas, y éste se acentuó con el pasar de los días. Se presentaron ligeras depresiones en los puntos donde existieron golpes,

pero no fueron significativas, debido a que el arazá pintón tiene mayor resistencia a las magulladuras, el porcentaje de deshidratación y por tanto el de pérdida de peso del fruto fue el menor de entre las tres posibilidades estudiadas de recolección de la fruta (Figura 2.5); además el deterioro de la fruta se presentó con una menor celeridad.

Cabe indicar que la madurez comercial, es decir el momento fisiológico de un fruto en el cual ha desarrollado al máximo sus características organolépticas, las mismas se traducen en la ausencia de defectos en: la textura, el "flavor" y el aspecto externo (incluyendo el tamaño, color y forma). Todas ellas se pueden correlacionar con un determinado grado de maduración.

A diferencia de los dos primeros, el "flavor" es un atributo muy complejo, ya que está determinado por el equilibrio de los ácidos, los azúcares y los componentes volátiles principalmente. En definitiva, el "flavor" es el resultado de combinar tres propiedades sensoriales diferentes pero complementarias (gusto, olor y aroma), siendo esta última su principal componente. De las tres, el gusto es la menos importante.

El olor es, después del color, la propiedad que nos afecta más significativamente a la hora de aceptar un alimento, sobretodo en el caso del

aráz cuya característica principal es su gran aromaticidad. El olor es la percepción, por medio del olfato, de las sustancias volátiles liberadas desde los alimentos de forma espontánea a temperatura ambiente. Aunque se han desarrollado muchas teorías que intentan explicar como se produce la percepción del olor molecular, la teoría más aceptada es la del encaje o acoplamiento.

El olor debe diferenciarse claramente del aroma, que es la percepción de las sustancias aromáticas después de introducirse los alimentos en la boca y trocearlos, llegando al sistema olfativo por la vía retronasal.

El olor y el aroma del aráz, como en otras frutas, son sintetizados en la fase climatérica, los mismos que no se dieron en la muestra en estado verde, pues los procesos fisiológicos de maduración no habían comenzado aún cuando fueron desprendidos del árbol. Por el contrario los frutos pintones, los cuales ya habían iniciado el estado climatérico, maduraron exitosamente y tuvieron una buena respuesta al manipuleo y almacenamiento. En tanto que el fruto cosechado maduro, obviamente ya había desarrollado a plenitud su olor, aroma y otras características organolépticas, pero no tuvo una buena respuesta a la manipulación debido a que es mucho más susceptible a los daños mecánicos, y su proceso de deterioro se dio rápidamente, debido a que existe un periodo muy corto entre la madurez y la senescencia.

## **2.4 Determinación de Condiciones de Almacenamiento.**

Para poder preservar la fruta, se necesita proveerle de condiciones especiales de almacenamiento, que retarden el proceso de deterioro, entre esas condiciones tenemos el evitar el aplastamiento de los frutos debido al apilamiento. En una fruta tan predispuesta a los daños por manipulación como lo es el arazá se debe poner especial atención en la resistencia mecánica de la fruta. Este punto de investigación fue desarrollado en la prueba experimental # 2

### Prueba Experimental #2

La prueba experimental #2 fue realizado a temperatura ambiente en la ciudad de Santo Domingo de los Colorados, se utilizaron frutos pintones, de tamaños, y pesos uniformes para poder medir el efecto de las distintas alturas de apilamiento sobre el proceso de deterioro de la fruta, teniendo como constantes al tiempo y la temperatura.

Procedimiento:

- Distribuir las frutas en gavetas plásticas de 40cm x 60cm x 40cm. Colocando respectivamente a cada una: 5, 4, 3,2 hileras de altura.
- Verificar el estado de cada hilera cada 24 horas, durante 5 días

**TABLA 7**

Hileras dañadas a los 5 días de almacenamiento a temperatura ambiente

(20°C)

# de hileras	hileras dañadas
5	2
4	1
3	0
2	0

Elaborado por: Mónica Quiñónez C.

Sin lugar a dudas el daño mecánico es un factor que contribuye al deterioro de las frutas, pues induce pérdidas de agua a través de heridas en la superficie del producto, facilita el ingreso de patógenos, acelera la respiración y también la producción de etileno, lo que causa mayor liberación de calor, una maduración más rápida y una vida útil reducida.

El daño mecánico se origina básicamente en: La compresión o fuerza de una masa de producto sobre las frutas que se encuentran en la base, situación que encontramos, en el transporte al granel del arazá. El impacto, que puede darse por choque fruta contra fruta, y la vibración que ocurre cuando transportamos fruta en caminos con topografía irregular, donde el arazá choca uno con otro o bien contra las paredes del recipiente que lo contenga.

Para manipular adecuadamente al arazá y de esta forma preservarlo hasta su utilización en proceso, es recomendable transportarlo en cajas plásticas o de madera, tal como las de tomates o naranjillas, cuidando que al colocarlas estén en una posición tal que la altura máxima corresponda con la resistencia al apilamiento que ya se ha determinado en la prueba experimental # 2, además se les debe colocar una cama de papel picado, que no sea periódico pues este desprende tinta y plomo.



FIGURA 2.6 ALMACENAMIENTO DE ARAZA EN CAJA DE MADERA

Otro factor determinante en la buena conservación de los alimentos es la temperatura, debido a que controla la mayoría de las causas de pérdida poscosecha de productos frescos, como son: respiración, pérdida de agua, desarrollo de microorganismos, producción de etileno, daño mecánico, daño por frío y efectos relacionados con la cadena de frío.

El control de la temperatura en el almacenamiento constituye el principal parámetro ambiental a controlar, aparte de la composición atmosférica dado

que ésta influencia directamente sobre los procesos enzimáticos. Algunos de estos son los activadores de la respiración y están directamente relacionados con la temperatura; por ejemplo, la actividad enzimática provoca incrementos de 2 a 2.5 veces la tasa de respiración por cada 10°C de incremento de la temperatura, hasta temperaturas de 25°C a 30 °C. A temperaturas más elevadas, los incrementos en las tasas de respiración son lentos debido a una desnaturalización de las enzimas.

La tasa de respiración no controlada trae como consecuencias:

- Pérdida de energía y con esta su menor capacidad en el tiempo para que pueda mantener su condición inicial (vida útil)
- Reducción del valor alimenticio total dado su inversión de reservas
- Pérdida de peso como materia seca debido a la eliminación de agua (éste último es ínfimo si se comparara con el de pérdida por transpiración)
- En un ambiente donde el oxígeno se agota con rapidez, puede deteriorarse el producto dado que no hay buena ventilación y se tienen entonces condiciones anaeróbicas.

La principal causa de deterioro de un producto en el almacenamiento es la debida a la pérdida de agua. El arazá presenta un contenido de agua superior al 90% y ésta se pierde principalmente en estado de vapor (y no en

estado de líquido), a través de rutas primarias tales como heridas, estomas y cutícula, fenómeno conocido como transpiración.

Normalmente la temperatura de un producto durante la cosecha favorece el crecimiento de patógenos que deterioran su calidad, como pueden ser hongos y bacterias; de allí que un rápido manejo y pronta reducción de la temperatura minimizan el desarrollo de ellos. El efecto inhibitorio depende de los organismos en cuestión. Notorio el hecho de que a temperaturas bajas (0 a 10 °C) el crecimiento relativo de las bacterias se reduce sustancialmente.

El etileno es un gas conocido como la hormona universal de la maduración. Es producida por la mayoría de las frutas vegetales y tiene efectos beneficiosos sobre la inducción de maduración en las frutas, mientras que se presenta evidencia de senescencia o envejecimiento en otros tejidos vegetales. La reducción de temperatura en un tiempo corto es una estrategia que reduce la producción de etileno, la sensibilidad del producto al etileno y la velocidad de desarrollo del daño.

Por los párrafos que anteceden al presente, se puede concluir que el control de temperatura en el almacenamiento de arazá es sin duda alguna es decisivo para alargar su vida útil, por tanto en la prueba Experimental #3 se

estudiaron las posibles temperaturas de almacenamiento y su incidencia en el deterioro de la fruta.

### Prueba Experimental #3

La prueba experimental #3 fue llevada a cabo en Santo Domingo de los Colorados y Guayaquil. En esta prueba se utilizaron frutos pintones, apilados en gavetas plásticas con tres frutas de altura, incluyendo de esta forma a los resultados de las pruebas experimentales que antecedieron a la presente, y de esta manera concatenar los resultados que den un producto de calidad.

Esta prueba experimental fue desarrollada con el objeto de determinar las pérdidas de peso y el deterioro de la fruta a través del tiempo a una temperatura determinada. Se evalúa la pérdida de peso debido a que ésta es la evidencia de la pérdida de agua del fruto como consecuencia de la aceleración de los procesos de respiración y transpiración anteriormente explicados.

Para llevar a cabo el experimento # 3 se cosecharon los frutos durante las primeras horas de la mañana para asegurarnos de tener un fruto con una menor temperatura corporal y de esta manera acortar el tiempo para llegar a la temperatura de refrigeración preestablecida.

Las muestras fueron almacenadas a temperatura ambiente en las ciudades de Santo Domingo de los Colorados con una temperatura media de 20°C y Guayaquil con una temperatura media de 24°C, también fueron almacenados a las temperaturas experimentales de 12 y 8 °C, durante el almacenamiento, se introdujo un recipiente con agua, con el objeto de aumentar la humedad relativa y evitar la desecación de la superficie del arazá, pues este fruto requiere de un 90 a 95 % de Humedad Relativa para maximizar su tiempo de almacenamiento.

Procedimiento:

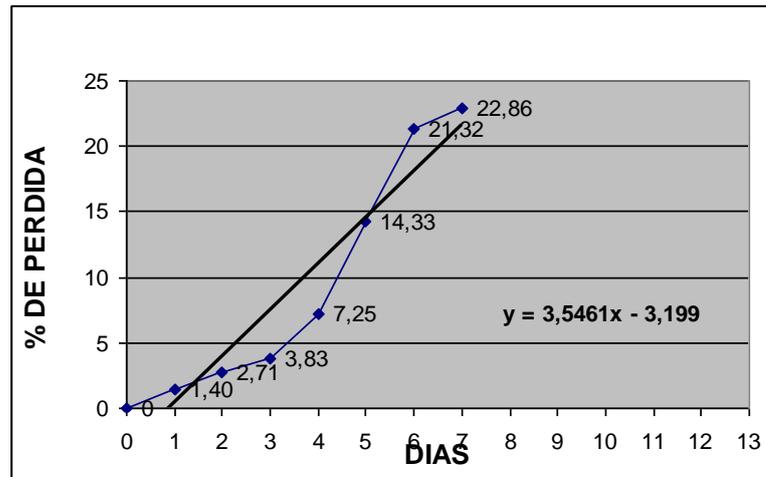
- Colocar en 4 gavetas plásticas (40 cm. x 40 cm. X 60 cm.) limpias y secas 15 frutos distribuidos en 3 hileras de altura
- Almacenar cada gaveta en una temperatura experimental predeterminada. (12°C, 8°C, ambiente Guayaquil, ambiente Santo. Domingo)
- Realizar el pesaje inicial de cada gaveta
- Pesar cada 24 horas las gavetas

**TABLA 8**  
Pérdida de Peso en Guayaquil a Temperatura Ambiente (24°C)  
75% de Humedad Relativa

<b>DIA</b>	<b>PESO (gr.)</b>	<b>PÉRDIDA ACUMULADA (%)</b>
0	1787,00	0
1	1762,00	1,40
2	1738,50	2,71
3	1718,50	3,83
4	1657,50	7,25
5	1531,00	14,33
6	1406,00	21,32
7	1378,50	22,86
8	DESCOMPOSICION	

Elaborado por: Mónica Quiñónez C

En la tabla # 8 se puede apreciar como el peso del arazá va disminuyendo con el pasar de los días, es de resaltar que se dio una pérdida de peso acumulada de 22.87% en el séptimo día, mientras las señales de deterioro se presentaron al octavo día.



**FIGURA 2.7 CURVA DE PERDIDA DE PESO TEMP. AMBIENTE-GUAYAQUIL (24°C)**

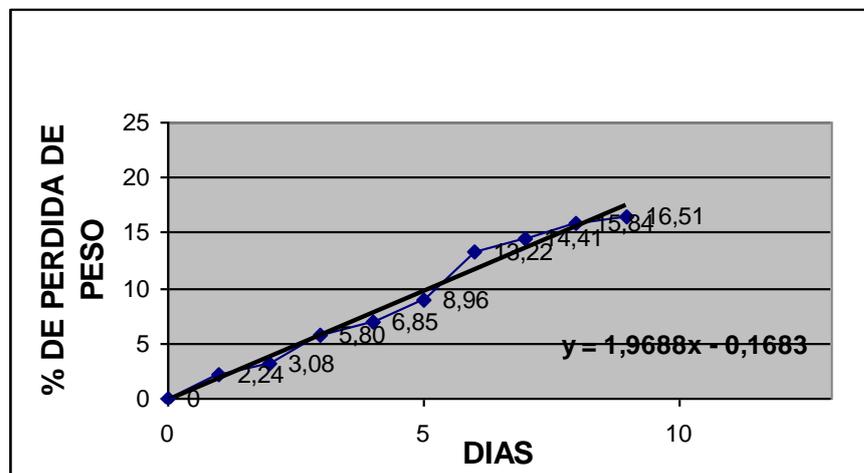
**TABLA 9**

Pérdida de Peso en Santo Domingo De los Colorados a Temperatura Ambiente (20°C) , 91% de Humedad relativa

DIA	PESO gr.)	PÉRDIDA (%)
0	1853,00	0
1	1811,50	2,24
2	1796,00	3,08
3	1745,50	5,80
4	1726,00	6,85
5	1687,00	8,96
6	1608,00	13,22
7	1586,00	14,41
8	1559,50	15,84
9	1547,00	16,51
10	DESCOMPOSICION	

Elaborado por Monica Quiñónez C.

El comportamiento de pérdida de peso para las frutas que fueron almacenadas a temperatura ambiente en Santo Domingo de los Colorados fue menos acentuado que las que se almacenaron en Guayaquil a temperatura ambiente, debido a que el porcentaje de pérdida de peso alcanzó valores de 16.51% en el noveno día de almacenamiento y como se aprecia en la tabla # 9, el deterioro se presentó al día diez.



**FIGURA 2.8 CURVA DE PERDIDA DE PESO TEMP. AMBIENTE- SANTO DOMINGO (20°C)**

**TABLA 10**Pérdida de Peso a Temperatura Experimental (12°C)93% de Humedad Relativa

DIA	PESO (gr.)	PÉRDIDA (%)
0	1546,00	0,00
1	1538,50	0,49
2	1526,50	1,26
3	1519,50	1,71
4	1497,00	3,17
5	1476,00	4,53
6	1451,50	6,11
7	1432,00	7,37
8	1419,50	8,18
9	1397,00	9,64
10	1348,50	12,77
11	1311,50	15,17
12	1279,50	17,24
13	DESCOMPOSICION	

Elaborado por: Mónica Quiñónez C.

En la tabla # 10 se puede apreciar que las frutas almacenadas a 12°C tienen un porcentaje de pérdida de peso de 17.24% al día doce y la presencia de los signos de deterioro fueron visibles al día trece de almacenamiento.

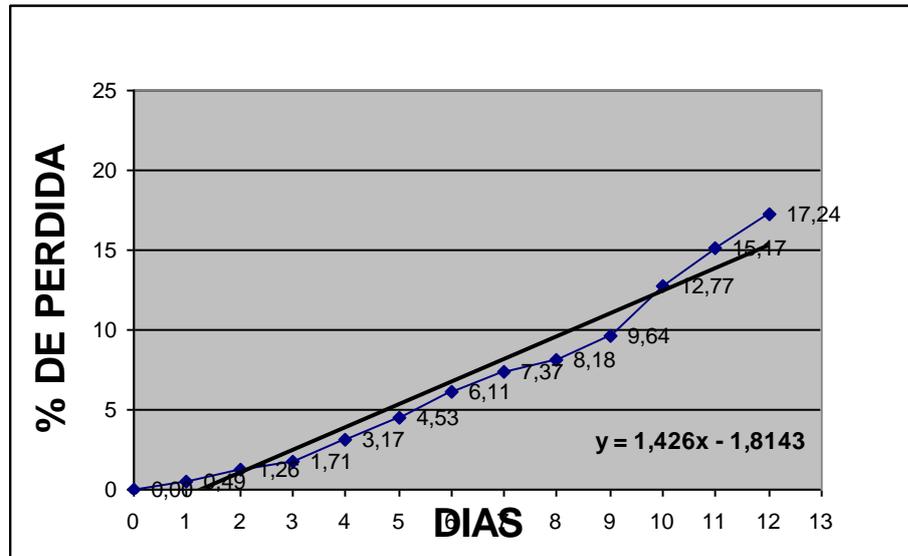


FIGURA 2.9 CURVA DE PERDIDA DE PESO A TEMPERATURA EXPERIMENTAL (12°C)

TABLA 11

Pérdida de Peso a Temperatura Experimental (8°C)

93% de Humedad Relativa

DIA	PESO (gr.)	PÉRDIDA (%)
0	1632,00	0,00
1	1618,00	0,86
2	1607,50	1,50
3	1593,00	2,39
4	DAÑO POR FRÍO	

Elaborado por: Mónica Quiñónez C.

El arazá que fue almacenado a 8°C no tuvo pérdidas de peso apreciables, sin embargo presentó quemaduras por frío, por lo que no se recomienda el almacenamiento a temperaturas por debajo de los 12°C

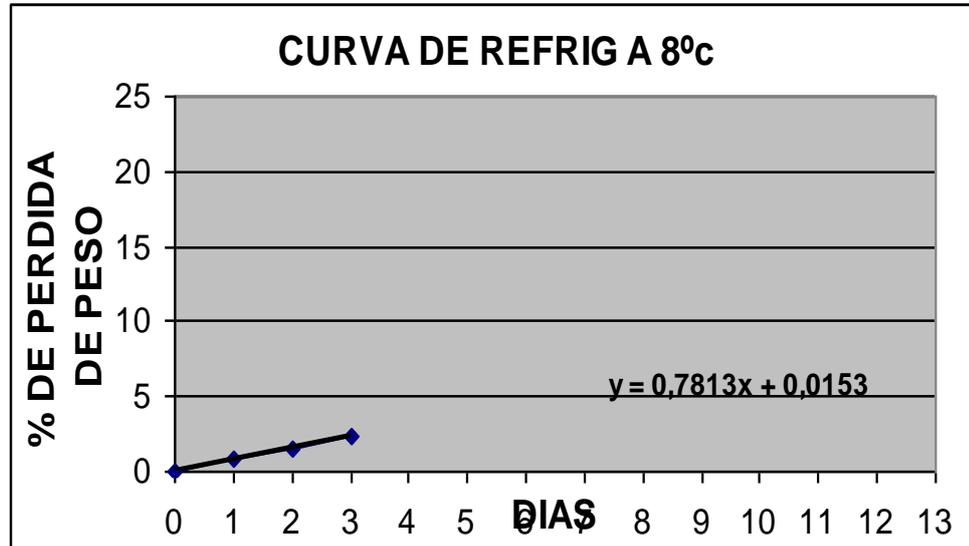


FIGURA 2.10 CURVA DE PERDIDA DE PESO A TEMPERATURA EXPERIMENTAL (8°C)

En las figuras 2.7, 2.8, 2.9 y 2.10 se pueden apreciar los comportamientos del araza a distintas temperaturas. Es notable, que en la Ciudad de Santo Domingo de los Colorados la fruta almacenada a temperatura ambiente tuvo 9 días antes del deterioro y su pérdida de peso fue de 16.51%, mientras que en la ciudad de Guayaquil el arazá se almacenó durante 7 días con una pérdida de peso del 22.86 %, estos resultados no obedecen solamente a la diferencia de temperaturas entre las dos ciudades, si no también a que la humedad relativa de Guayaquil es menor que la de Santo Domingo de los Colorados, lo que propicia una pérdida de agua mucho mayor en la fruta.

Los frutos que fueron almacenados a 12°C presentaron una pérdida de peso de 17.24% y un tiempo de almacenamiento de 12 días antes del deterioro, mientras que los sometidos a 8°C tuvieron 2.39% de pérdida de peso y 3 días de almacenamiento antes de considerárselas como fruta dañada.

Las frutas que fueron almacenadas a 12°C tuvieron la menor pérdida de peso de las cuatro alternativas programadas en la prueba experimental #4 y además el mayor tiempo de almacenamiento antes del deterioro. Los rangos de deterioro en las frutas sometidas a temperatura ambiente y las que fueron almacenadas a 12°C presentaron ligeras depresiones, es decir concavidades en la piel, producto de la deshidratación acelerada en los lugares donde hubieron golpes o magulladuras y posteriormente se presentaron mohos en la superficie de éstas, en cambio el deterioro en las frutas sometidas a temperaturas de 8°C se presentaron quemaduras por frío, la presencia de este tipo de daño en las frutas es debido a que el arazá es tropical y con muy poca resistencia a las heladas y bajas temperaturas.

**TABLA 12**

Pendientes de las curvas de pérdida de peso del arazá a distintas  
temperaturas

Temperatura Experimental	Pendiente
Ambiente Gquil (24°C)	3.5
Ambiente Sto Dgo (20°C)	1.96
12°C	1.42
8°C	0.78

Al realizar un análisis de las pendientes de las curvas de pérdida de peso a distintas temperaturas a las que se sometió al arazá en la prueba experimental # 3, se puede apreciar en la tabla #12 que a medida que decrece la temperatura de almacenamiento, también disminuye el valor de la pendiente. En los frutos almacenados a temperatura ambiente en Guayaquil hay una pérdida constante de aproximadamente un 1% hasta el tercer día de almacenamiento, a partir del día 4, se presenta un incremento de casi el doble, en cada día de almacenamiento. El arazá almacenado en Santo Domingo tuvo una pérdida de peso constante con aproximadamente un 1% de incremento del valor de la pérdida de agua. A los 12°C los frutos de

tuvieron una pérdida constante hasta el día 6, entre el día 7 y 9 de almacenamiento, la velocidad de la pérdida de peso se desacelera ligeramente, y desde el día 10 en adelante se retoma el valor de la primera pendiente. A los 8°C el arazá tiene una curva de pérdida de peso con una pendiente muy leve y constante

El daño por frío, fue evaluado más profundamente, mediante la realización de una nueva prueba experimental la cual tiene por objeto verificar la incidencia de las bajas temperaturas en el arazá.

La prueba experimental #4 fue diseñada y evaluada con un método que se fundamenta en dar una clasificación a los grados de severidad de los desordenes causados por el frío en una escala de 5 puntos en el que el 0 representa ausencia (A); 1, muy leve (ML); 2, leve (L); 3 moderada (M) y 4 grave (G). Esta escala debe estar acompañada de una descripción cualitativa y cuantitativa del tipo de daño de frío de que se trate. Solo los niveles moderado y grave se consideran habitualmente como pérdidas. Con esta escala se ha elaborado un índice por el que determinamos la extensión del daño por frío como sigue:

$$DF = ((0 \cdot P_A + 1 \cdot P_{ML} + 3 \cdot P_M + 4 \cdot P_G) / 4)$$

Donde DF es el índice de daño por frío;  $P_A$ ,  $P_{ML}$ ,  $P_M$  Y  $P_G$  son los porcentajes de los frutos que muestran los diferentes grados de severidad de daños por frío.

En el arazá se encontraron los siguientes signos de deterioro causados por frío: escaldadura superficial, maduración incompleta, ablandamiento e infiltración acuosa.

#### Prueba experimental # 4

Para la evaluación del daño por frío a 8°C se clasificaron y cuantificaron 30 arazanes pintones a los 3 días de almacenamiento a 8°C de acuerdo a la severidad de los defectos causados por el frío en cada uno de ellos.

**TABLA 13**

Clasificación de Severidad de los Daños por Frío

<b>GRADO DE SEVERIDAD</b>	<b>PORCENTAJE</b>
Ausencia	5.7%
Muy Leve	13.5%
Leve	10.3%
Moderada	14%
Grave	56.5%

Elaborado por: Mónica Quiñónez C.

$$DF = ((0 \cdot 0.057 + 1 \cdot 0.14 + 2 \cdot 0.1 + 3 \cdot 0.14 + 4 \cdot 0.57) / 4)$$

$$DF = 0.76$$

El índice de Daño por Frío se interpreta en el rango de 0 para una muestra sin presencia de defectos causados por frío y 1 para una muestra completamente deteriorada.

En el caso de la prueba experimental # 4 se obtuvo un índice de 0.76, el mismo que indica que el 76% de los frutos de la muestra presentaron susceptibilidad a el almacenamiento refrigerado a 8°C.

A través de las pruebas experimentales que se realizaron en este capítulo, se ha podido determinar que el arazá requiere ser cosechado en el estado fisiológico de pintón, que el almacenamiento debe hacérselo en un apilamiento máximo de 3 hileras de frutos, para evitar magulladuras y aplastamientos de las frutas. En cuanto a la temperatura de almacenamiento, la más recomendable para es: 12°C con una humedad relativa de 93%.

## CAPITULO 3

### 3. DISEÑO DEL PROCESO

#### 3.1 Descripción del Proceso



**FIGURA 3.1 DIAGRAMA DEL PROCESO DE OBTENCION DE PULPA REFINADA DE ARAZA**

El procesamiento de frutas para obtener su pulpa refinada consta básicamente de una extracción mecánica y una refinación por medio de tamices. Debiendo ir orientado de tal forma que se obtenga una pulpa que conserve las características organolépticas de la fruta que la originó.

El proceso de obtención de una pulpa comienza con la selección de una materia prima de calidad, para de esta forma tener un producto que satisfaga al consumidor.

Para seleccionar la materia prima se debe realizar una inspección del lote que entregue el proveedor de la fruta de acuerdo a las tablas estadísticas de muestreo.

Es importante que se asesore al proveedor acerca de los cuidados que debe tener la plantación, incluyendo las restricciones para aplicaciones de productos químicos, pues son cada vez más estrictas las regulaciones acerca de la presencia de químicos en los productos alimenticios. En la actualidad las tendencias de los consumidores se dirigen hacia los productos orgánicos, por tanto lo ideal es que la materia prima provenga de plantaciones orgánicas.

Otro punto en el que se debe dar asesoramiento es la forma de manipular la fruta, pues siendo el arazá altamente susceptible a los daños mecánicos la manipulación se convierte en un punto decisivo, De esta forma se beneficia el productor y la industria que recibirá una materia prima de calidad.

La persona encargada de la inspección debe considerar las siguientes características:

- Fruta sana
- Ausencia de ataques de insectos
- Ausencia de daños mecánicos
- Estado de madurez fisiológica
- Aromas característicos del fruto
- Valor mínimo de sólidos solubles 4.0°Brix
- Valor mínimo de pH 2.45

El lugar donde se recibe en la planta debe ser limpio, ventilado, libre de insectos, animales, roedores o cualquier otro que pueda producir daño. Una vez que se ha aceptado la materia prima, esta debe ir a cámaras de refrigeración para almacenarlas hasta ser utilizadas. . No es recomendable dejar por mucho tiempo la fruta en la planta antes de procesarla, porque esto puede causar su deterioro.

Cuando se ha programado la producción de pulpa de arazá se debe primeramente cumplir con la operación de lavado, la que se realizó sumergiendo los frutos en tinajas de acero inoxidable, las mismas que deben contener agua clorada a un nivel de 15ppm (43 ml de solución de hipoclorito de sodio al 3.5% -cloro líquido comercial- por cada 100 litros de agua), esto con el fin de reducir la carga microbiana, y de eliminar impurezas y suciedades del fruto. Después del lavado con agua clorada se procede a lavar con agua potable rociada en bandas transportadoras para eliminar cualquier residuo de cloro que pudiera haber quedado.

Al mismo tiempo que se lava, en las bandas transportadoras se debe hacer la selección del fruto bajo parámetros de regularidad, buena formación del fruto y coloración uniforme. Esto se realiza con personal capacitado, quienes, deben estar equipados con delantales que protejan al producto de estar en contacto con el vestido o directamente con la piel, para evitar posibles contaminaciones con microorganismos. Se recomienda que la vestimenta sea de color blanco para detectar fácilmente la suciedad y mantener constantemente altísimos índices de higiene. En un principio la selección del material de cosecha se lo hace con guantes de látex.

Una vez realizada la limpieza de la fruta, esta debe pasar a la operación de pelado, en esta etapa del proceso se retira la cáscara manualmente, el retiro

de la cáscara no reviste de ninguna complicación pues se procesa arazá maduro, el mismo que tiene una cáscara muy fácil de desprender. La eliminación de la cáscara es necesaria debido a que al realizar pruebas de extracción de pulpa en fruta con cáscara se presentó un sabor ligeramente amargo.

Posteriormente al retiro de la cáscara se procede a eliminar las semillas, esta parte del proceso se la realiza manualmente, pero también se puede adaptar máquinas que cumplan este fin.

El mesocarpio de arazá, al que se le ha retirado la cáscara y las semillas pasa después por un extractor de pulpa, esta máquina tiene incorporadas cuchillas y tamices que refinan la pulpa. En las pruebas de laboratorio realizadas se utilizó un extractor con malla de 1mm. Industrialmente se puede variar el calibre de los tamices o volver a pasar la pulpa por el extractor con el fin de refinar y homogenizar mejor la pulpa.

### **3.2 Cálculos de Rendimientos**

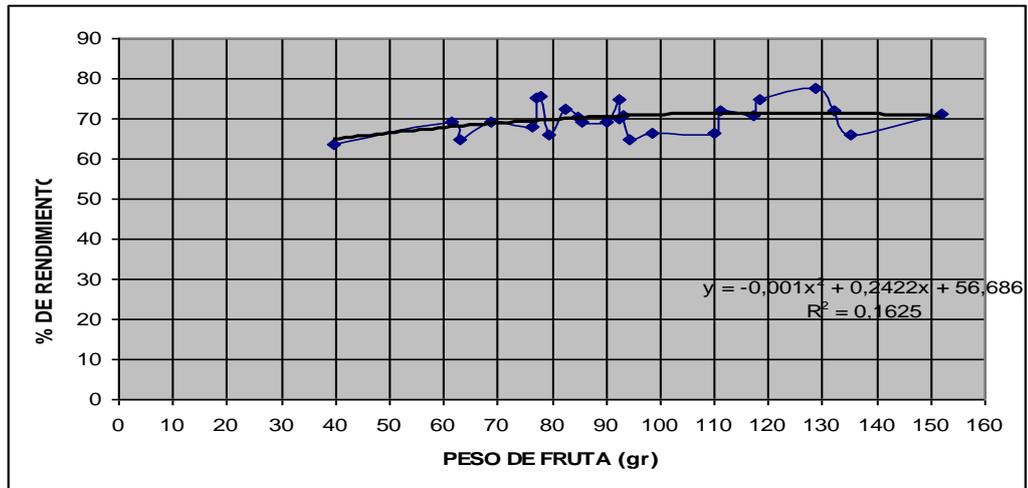
Para realizar las pruebas que lleven a determinar los rendimientos del arazá tanto como pulpa y pulpa refinada se tomaron 25 arazanes pintones, los cuales después de pasar por la etapa de limpieza y extracción manual arrojaron los siguientes resultados:

TABLA 14

Rendimiento de la pulpa de Araza con respecto a la Fruta

MUESTRA	PESO (gr)	SEMILLA(gr)	% DE SEMILLA	CASCARA (gr)	% DE CASCARA	PULPA(gr)	% DE PULPA
1	39,61	10,030	25,322	4,420	11,16	25,160	63,519
2	61,29	14,03	22,89	4,88	7,96	42,38	69,15
3	62,97	14,84	23,57	7,25	11,52	40,87	64,91
4	68,81	15,940	23,165	5,320	7,73	47,550	69,103
5	76,24	16,30	21,38	7,97	10,45	51,97	68,17
6	77,00	16,66	21,63	10,09	13,10	58,05	75,39
7	77,80	8,93	11,48	10,17	13,07	58,700	75,450
8	79,26	18,800	23,719	8,070	10,18	52,390	66,099
9	82,60	16,20	19,61	6,57	7,95	59,84	72,44
10	84,63	16,66	19,68	8,35	9,87	59,62	70,45
11	85,47	19,76	23,12	6,70	7,84	59,01	69,04
12	90,00	20,650	22,944	7,210	8,01	62,140	69,044
13	92,35	18,25	19,76	5,07	5,49	69,03	74,75
14	92,56	23,06	24,91	4,81	5,20	64,69	69,89
15	93,14	19,42	20,85	7,60	8,16	66,12	70,99
16	94,32	24,32	25,78	8,73	9,26	61,27	64,96
17	98,39	24,93	25,34	8,19	8,32	65,27	66,34
18	109,93	24,56	26,45	7,89	7,18	72,964	66,373
19	111,06	19,97	17,98	11,31	10,18	79,780	71,835
20	117,23	26,20	22,35	7,96	6,79	83,07	70,86
21	118,46	22,39	18,90	7,64	6,45	88,43	74,65
22	128,52	22,68	17,65	5,94	4,62	99,90	77,73
23	132,30	25,410	19,206	11,770	8,90	95,120	71,897
24	135,26	36,98	27,34	8,76	6,48	89,52	66,18
25	151,95	29,93	19,70	14,13	9,30	107,890	71,004
suma	2361,15	506,89	544,72	196,81	215,18	1660,74	1750,22
promedio	94,45	46,08	21,79	17,89	8,61	150,98	70,01

Elaborado por: Mónica Quiñónez C.



**FIGURA 3.2 CURVA DE % DE RENDIMIENTO DE PULPA DE ARAZA vs. PESO DEL FRUTO**

Los valores obtenidos como porcentajes de rendimiento de pulpa de fruta sin refinar, fueron corregidos mediante la aplicación de la ecuación del error, esto se hace con el fin de dar una mayor exactitud a los datos del rendimiento de la pulpa.

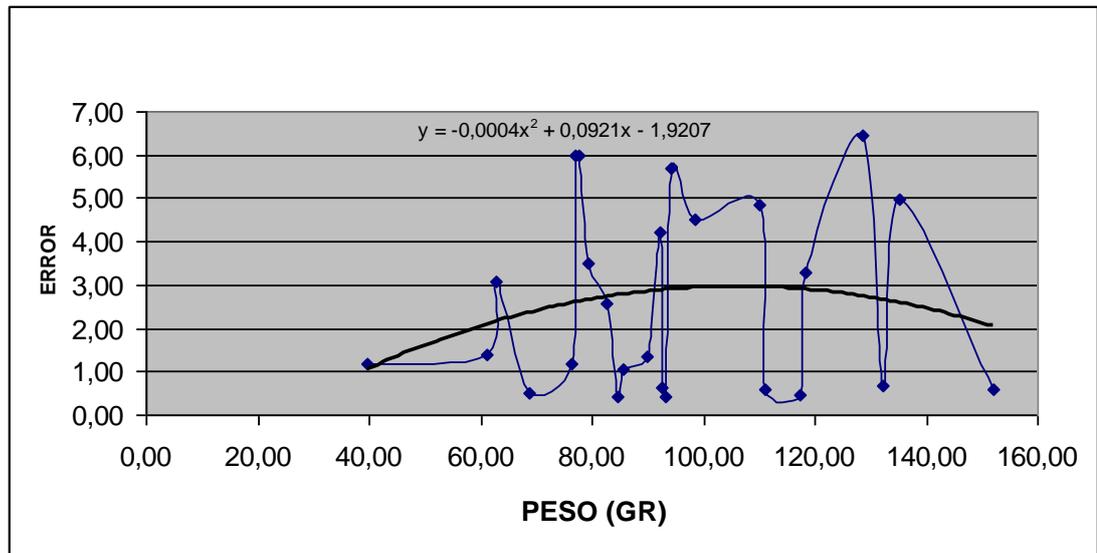
Para el cálculo de los datos corregidos mediante la ecuación del error, primeramente se debe encontrar  $\hat{Y}$ , aplicando los valores "x" a la ecuación de la recta de la figura 3.2. Posteriormente se calcula el valor "YE", donde:  $YE = |Y - \hat{Y}|$ , luego se construye una curva de X (peso del fruto) vs. Y (YE), reemplazando X por YE en la ecuación de la recta de la última curva construida se encuentra el valor del error ("E"), por último se suma a cada valor de Y (% de pulpa) su correspondiente valor "E"

TABLA 15

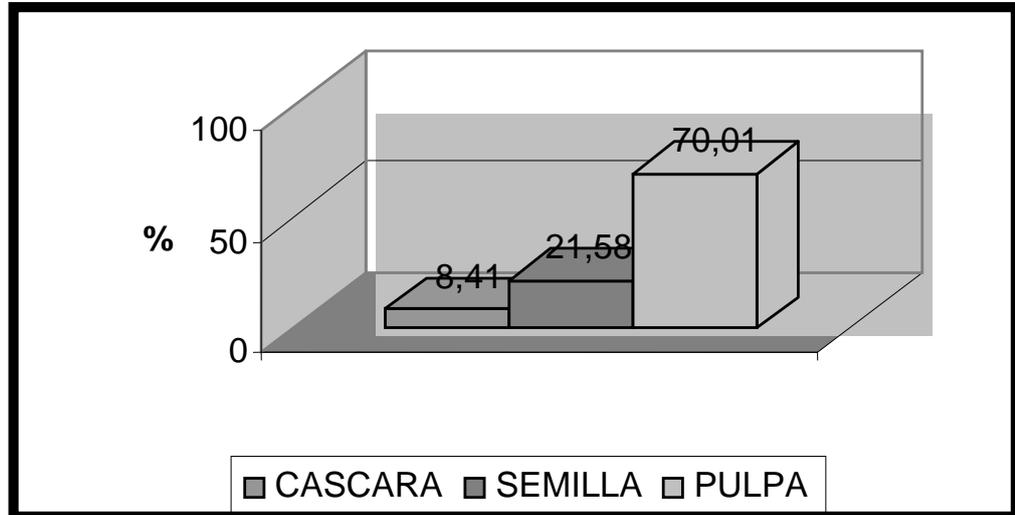
Datos para cálculos del valor corregido del porcentaje de pulpa de arazá

MUESTRA	PESO (gr)	% PULPA	Y'	YE	E	CORRECCION
1	39,61	63,52	64,71	1,19	-1,81	61,71
2	61,29	69,15	67,77	1,38	-1,79	67,36
3	62,97	64,91	67,97	3,06	-1,64	63,27
4	68,81	69,10	68,62	0,49	-1,88	67,23
5	76,24	68,17	69,34	1,17	-1,81	66,36
6	77,00	75,39	69,41	5,98	-1,38	74,01
7	77,80	75,45	69,48	5,97	-1,38	74,07
8	79,26	66,10	69,60	3,50	-1,60	64,50
9	82,60	72,44	69,87	2,57	-1,69	70,75
10	84,63	70,45	70,02	0,43	-1,88	68,57
11	86,47	69,04	70,08	1,04	-1,83	67,21
12	90,00	69,04	70,38	1,34	-1,80	67,25
13	92,35	74,75	70,52	4,23	-1,54	73,21
14	92,56	69,89	70,54	0,65	-1,86	68,03
15	93,14	70,99	70,57	0,42	-1,88	69,11
16	94,32	64,96	70,63	5,67	-1,41	63,55
17	98,39	66,34	70,84	4,50	-1,51	64,83
18	109,93	66,37	71,23	4,85	-1,48	64,89
19	111,06	71,84	71,25	0,58	-1,87	69,97
20	117,23	70,86	71,34	0,48	-1,88	68,98
21	118,46	74,65	71,34	3,31	-1,62	73,03
22	128,52	77,73	71,30	6,43	-1,34	76,39
23	132,30	71,90	71,23	0,67	-1,86	70,04
24	135,26	66,18	71,15	4,97	-1,47	64,71
25	151,95	71,00	70,40	0,60	-1,87	69,14
sumatoria	2361,15	1750,22	-4946,47	6696,70	-17323,45	-15573,23
pomedio	214,65	70,01	62,60	7,41	-1,26	68,75

Elaborado por: Mónica Quiñónez C.



**FIGURA 3.3 CURVA DEL ERROR**



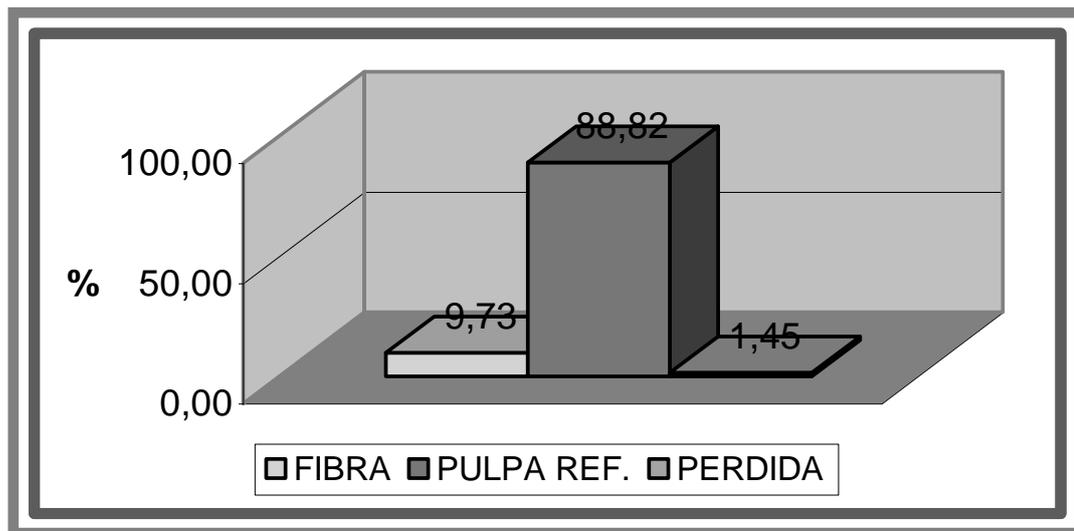
**FIGURA 3.4 RENDIMIENTO DE PULPA DE ARAZA CON RESPECTO AL FRUTO**

TABLA 16

Rendimiento de la pulpa refinada con respecto a pulpa de arazá

	PULPA	FIBRA	PULPA REFINADA	PERDIDA
PESO (gr.)	619	60.2	549.8	9
%	100	9.73	88.82	1.45

Elaborado por: Monica Quiñónez C.



**FIGURA 3.5 RENDIMIENTO DE LA PULPA REFINADA CON RESPECTO A PULPA DE ARAZÁ**

El arazá presenta un 8.41% de cáscara, 21.58% de semillas y 70.01% de pulpa sin refinar, esta pulpa, que en si misma constituye el pericarpio del

fruto, es la que se procesará en el equipo de extracción. En la etapa de refinación de la pulpa se desecha el 9.73% de la pulpa que constituye la fibra que se queda atrapada en los tamices. Como producto final se obtiene una pulpa refinada, la que tiene un 88.82% con respecto a la pulpa y un 62% con respecto a el fruto entero.

### **3.3 Determinación de factores que contribuyen al deterioro**

El conocimiento de los factores que provocan el deterioro de la pulpa refinada de arazá es un punto muy importante a tratar, pues es indispensable conocer quienes y como actúan en el producto deteriorándolo y de esta forma poder diseñar un proceso adicional que elimine o disminuya estos factores, teniendo como resultado un producto mas seguro para el consumidor y con una mayor vida útil.

Las causas de alteraciones en los alimentos pueden ser de naturalezas diversas tales como:

- Físicas
- Químicas
- Biológicas

Los factores de deterioro, intervienen en el alimento a medida que las propiedades intrínsecas del mismo se lo permitan, esto se debe a que los agentes de alteración en los alimentos tienen rangos específicos de condiciones en los que pueden actuar. En el arazá como en la mayoría de las pulpas de frutas tropicales los principales causantes de alteraciones son los microorganismos y las enzimas.

### 3.3.1 Enzimas

Las enzimas son catalizadores muy potentes y eficaces, químicamente son proteínas. Como catalizadores, las enzimas actúan en pequeña cantidad y se recuperan indefinidamente. No llevan a cabo reacciones que sean energéticamente desfavorables, ni modifican el sentido de los equilibrios químicos, sino que aceleran las reacciones

Los alimentos poseen mecanismos enzimáticos que intervienen en las reacciones químicas de los mismos, estas reacciones pueden ser beneficiosas como en el caso de la transformación post-mortem del músculo de la carne, pero en otros productos actúan en forma de factor causante del deterioro, al degradar componentes

En el arazá se ha demostrado la actividad de la enzima pectinesterasa, la misma que rompe el enlace éster que se forma entre el grupo carboxilo y el metanol (éster metílico). Tienen gran importancia tecnológica porque provoca la formación de pectato cálcico a partir de la pectina en presencia de calcio, formando sedimentos indeseables, además se la considera como un índice tecnológico de procesamiento en frutas por su alta resistencia térmica. (85°C)

Existe también actividad de otra enzima responsable del pardeamiento enzimático de las frutas en general, como lo es la enzima polifenol oxidasa, la misma que posee una resistencia térmica reportada de 70°C

El pardeamiento en frutas puede ser considerado como un conjunto de reacciones bioquímicas que van en detrimento de un atributo de calidad de gran importancia como lo es el color. Dichas reacciones son un gran problema para la industria procesadora de frutas, debido a la generación de características sensoriales indeseables durante las etapas de manipulación y procesamiento, minimizando la vida comercial de los alimentos procesados.

Las reacciones de pardeamiento enzimático en las frutas, comienza cuando los compuestos monofenólicos, naturalmente presentes en los tejidos de frutas y vegetales, son hidroxilados a *o*-difenoles en presencia de oxígeno y

mediante la participación de la enzima polifenol oxidasa. Seguidamente los *o*-difenoles son oxidados a *o*-diquinonas, las cuales reaccionan sin intervención enzimática para producir los compuestos responsables del pardeamiento de la fruta, mejor conocidos como melanoidinas.

### 3.3.2 Microorganismos

El deterioro de los alimentos de origen microbiano es muy variado, pues depende de las características del alimento y del entorno, debido a que los microorganismos tienen restricciones para su desarrollo. En el caso del arazá su mayor ventaja es el pH, el cual está alrededor de 2.5, a este pH solamente pueden actuar los mohos y las levaduras.

Los mohos invaden con gran rapidez cualquier sustrato, gracias a que se diseminan eficazmente, también a un alto índice de crecimiento y a su alta carga enzimática, la que les permite degradar la mayoría de los compuestos de alto peso molecular y utilizarlos como energía cubriendo los requerimientos de su metabolismo. Los mohos se desarrollan entre 15 y 30°C con un óptimo de crecimiento de 20-25°C, aunque algunas especies pueden tener un crecimiento lento a -6°C. En cuanto a los requerimientos de actividad de agua, cabe anotar que se desarrollan de 0.80 a 0.95, aunque están presentes en actividades de agua menores a 0.70 como es en el caso

de productos secos. La demanda de oxígeno es también un factor importante del desarrollo de los mohos, la mayoría son aerobios, aunque algunos soportan una anaerobiosis estricta. No poseen exigencias en cuanto al pH.

Las levaduras responsables del deterioro en los alimentos regularmente provocan dos tipos identificados de cambios indeseables, el primero es causado por la presencia física de las levaduras, lo que da como resultado: turbidez o formación de una película en la superficie de los líquidos, el otro tipo de cambio es provocado por los efectos del metabolismo de las levaduras en el alimento lo que puede provocar un aumento del pH, aromas particulares, etc. La temperatura de crecimiento está comprendida entre 5 y 37°C, el valor óptimo es de 25°C, aunque se ha reportado crecimiento vegetativo muy lento a 0°C o menos. La actividad de agua es otro factor importante pues algunas levaduras son osmotolerantes y soportan actividades de agua de 0.62. Entre otros requerimientos están la presencia de oxígeno, además de las fuentes de carbono y nitrógeno.

### **3.4 Tratamientos de Conservación**

Las frutas tropicales tienen una amplia gama de sabores, colores y olores que son atractivos al consumidor, además poseen importantes cantidades

de nutrientes y beneficios para la salud, sin embargo adolecen de una pobre estabilidad, por tanto es importante diseñar un proceso que ayude a prolongar la vida útil del producto.

Por las características físico-químicas del arazá se ha determinado que la naturaleza de los factores que influyen en el deterioro de la pulpa son de naturaleza microbiana y enzimática.

Entre las alternativas para inhibir el crecimiento microbiano, que en el caso del arazá son: mohos y levaduras, y para inactivar la enzima pectinesterasa, se ha elegido el método de pasteurización de la pulpa, pues un tratamiento más agresivo ocasionaría cambios importantes en los atributos sensoriales, incluyendo pérdidas de sabor, color, olor y un probable desarrollo de sabor a cocido.

Para realizar el diseño de un proceso de pasteurización se debe determinar cuales son los objetivos de la pasteurización, en el caso de la pulpa refinada del arazá se busca estabilizar enzimáticamente el producto, al inactivar la enzima pectinesterasa, se obtiene un producto estable desde el punto de vista microbiano y enzimático, debido a que la pectinesterasa es la que

tiene una mayor termoresistencia, comparada con los otros factores que intervienen en el deterioro.

Se realizaron pruebas experimentales para determinar la actividad enzimática de la pectinesterasa a las temperaturas 65°C, 75°C, 85°C, a diferentes tiempos expresados en minutos

Se determinó la actividad de la enzima pectinesterasa en base al método del pH estático, el cual consiste en:

- Pesar 10ml de muestra y centrifugarla a 4600 rpm.
- De la fase líquida tomar una alícuota de 6 ml.
- Mezclar con el mismo volumen de una solución de pectina al 1% ajustada a pH 7.0
- Posteriormente se ajusta el pH de la mezcla a 7.0
- Se deja en agitación por 30 minutos
- Finalmente se mide el pH y se titula con una solución de NaOH a 0.0004 N hasta alcanzar pH de 7.0

$$\text{UPE mL} = \left( \frac{V * \frac{N}{1000}}{t * a} \right) * 10^6$$

Donde:

V= Volumen de la solución de NaOH usado para titular

N= normalidad de la solución de NaOH usado para titular

t= tiempo de agitación

a= alícuota

Los resultados se expresan como unidades de pectinesterasa UPE/ml (meq/min.-ml) donde la actividad de la enzima se expresa como microequivalentes de éster hidrolizados durante el tiempo de tratamiento por gramo de pulpa.

**Tabla 17**Actividad de Pectinesterasa a 65°C

t (min.)	V. NaOH	UPE	ln C/Co
0	43	0,096	
1	38	0,084	-0,124
2	32,5	0,072	-0,280
3	27,5	0,061	-0,447
4	21	0,047	-0,717
5	16,5	0,037	-0,958
6	11,5	0,026	-1,319
7	6	0,013	-1,969

Elaborado por: Mónica Quiñónez C.

La tabla # 15 presenta, claramente, como va disminuyendo el volumen de NaOH que se necesita para neutralizar la reacción de la pectinesterasa, esto obedece a que a medida que avanza el tiempo de exposición de la pulpa a la temperatura, la concentración de la pectinesterasa decrece. Podemos observar como mientras en el minuto 1 se necesita 38 ml de NaOH para neutralizar una concentración de 0.084 UPE, en el minuto 7 fueron necesarios tan solo 6 ml de NaOH para neutralizar la concentración de 0.013UPE.

**Tabla 18**Actividad de Pectinesterasa a 75°C

t (min.)	V. NaOH	UPE	ln C/Co
0	43	0,096	
1	35	0,078	-0,206
2	23,5	0,052	-0,604
3	16	0,036	-0,989
4	9	0,020	-1,564
5	5,5	0,012	-2,056
6	2	0,004	-3,068
7	0,5	0,001	-4,454

Elaborado por: Mónica Quiñónez C.

La pectinesterasa que fue sometida a la temperatura de 75°C, en el minuto 7 tuvo un valor residual de 0.001, necesitándose 0.5 ml de NaOH para poder neutralizarla.

**Tabla 19**Actividad de Pectinesterasa a 85°C

t (min)	V NaOH	UPE	ln C/Co
0	43	0,096	
1	20	0,044	-0,765
2	11,5	0,026	-1,319
3	5	0,011	-2,152
4	0,5	0,001	-4,454

Elaborado por: Mónica Quiñónez C.

La muestra de pulpa de arazá fue calentada a 85°C durante 4 minutos tuvo un valor residual de pectinesterasa de 0.001 UPE, para los que se necesitaron 0.5 ml de NaOH para conseguir su neutralización.

Las tablas 15, 16 y 17 resumen el comportamiento de la pectinesterasa frente a las distintas temperaturas a lo largo de los minutos programados para la realización de las pruebas experimentales de actividad de la enzima.

Con los datos obtenidos de la actividad de la enzima se determinó el valor de reducción decimal "D", el cual es definido como el tiempo necesario para reducir en un 90% la población microbiana o la actividad enzimática.

El valor "D" se halla de la relación:  $D = 2.303/k$ , donde "k" es el valor de la constante de velocidad, el cual corresponde a la pendiente de una curva construida con los datos del logaritmo natural del remanente de la actividad enzimática en función del tiempo de tratamiento térmico a fin de obtener la cinética de inactivación de primer orden.

$$-\frac{dC}{dt} = kC$$

Integrando se obtiene:

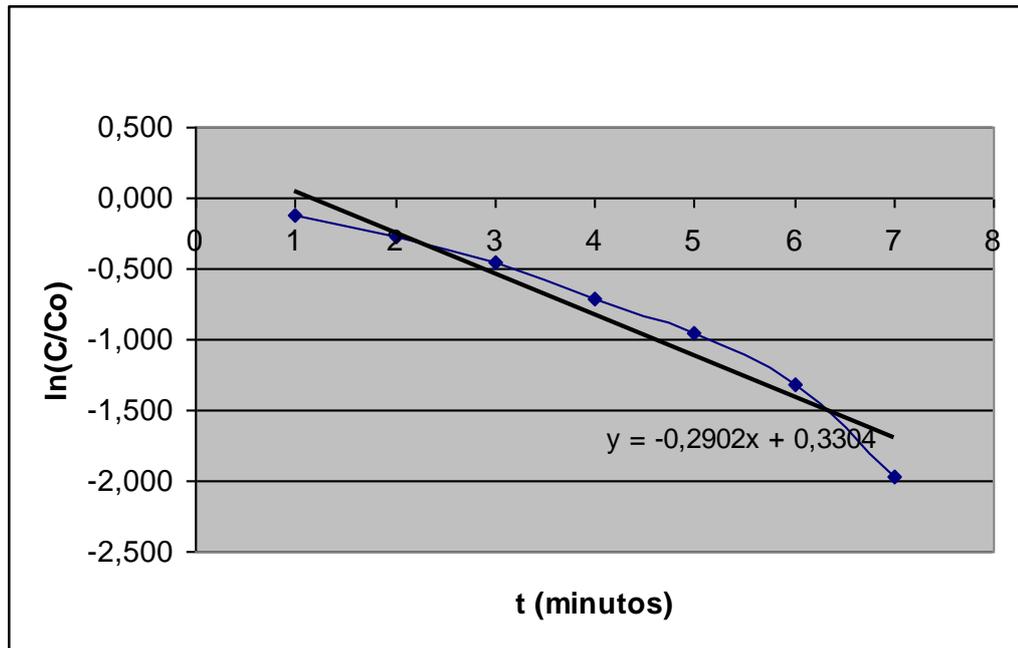
$$\ln \frac{C}{C_0} = -kt$$

Donde C es la concentración de la enzima que queda en el tiempo t

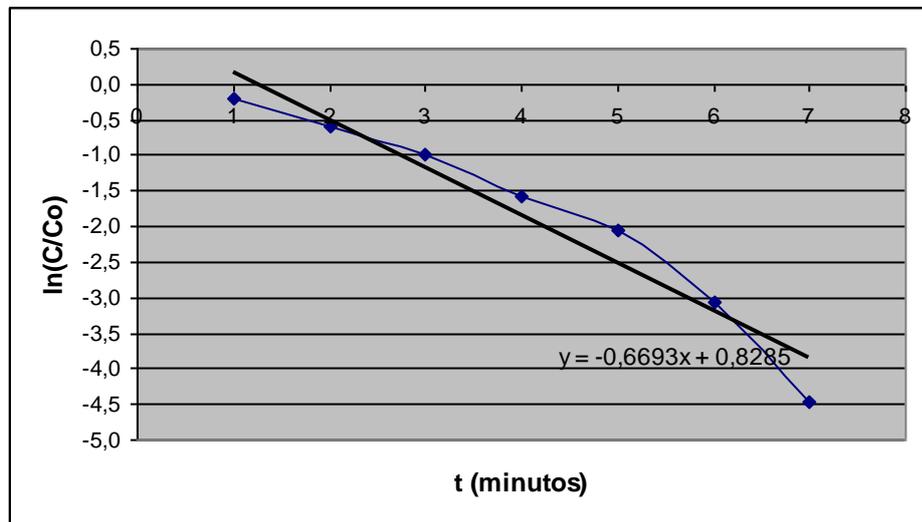
$$\ln C = \ln C_0 - kt$$

Que en la forma exponencial sería:

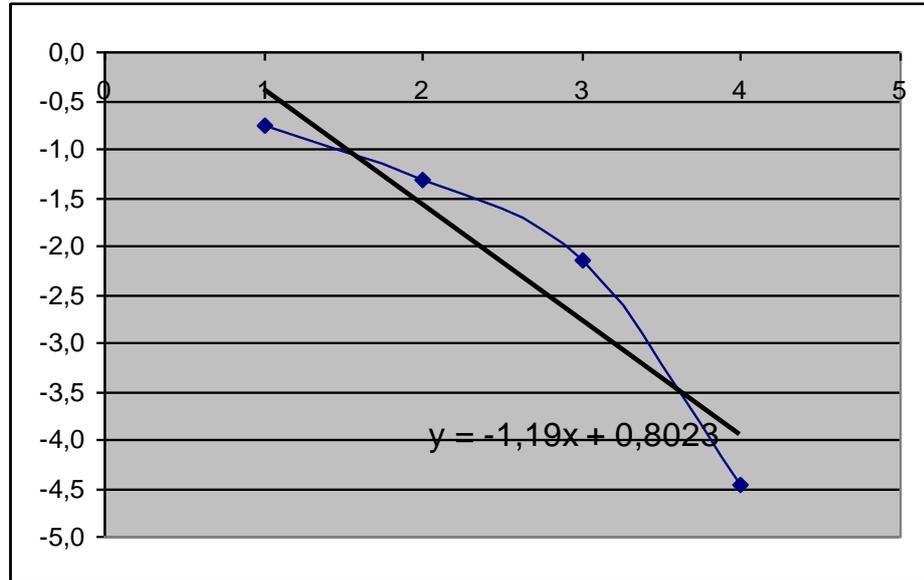
$$C = C_0 * e^{-kt}$$



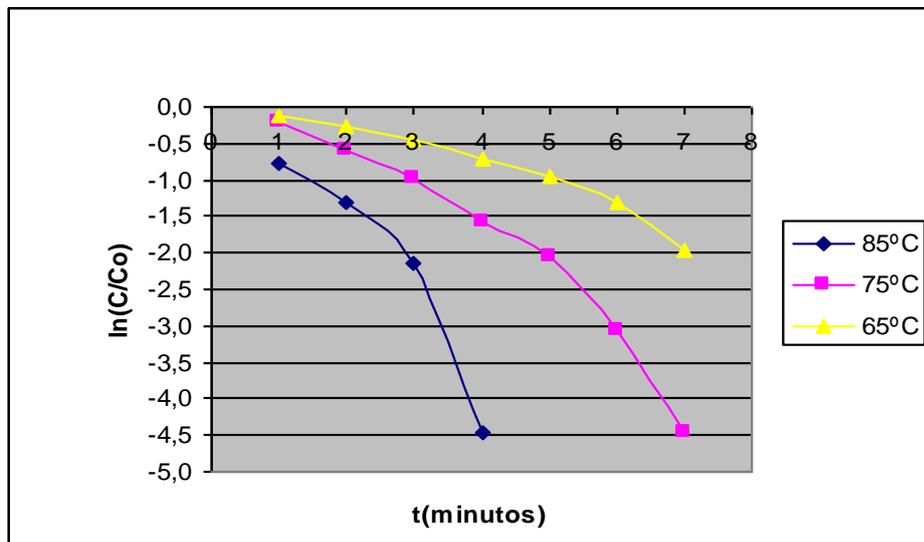
**FIGURA 3.6** ACTIVIDAD ENZIMATICA DE PECTINESTERASA ( $65^\circ\text{C}$ )



**FIGURA 3.7** ACTIVIDAD ENZIMATICA DE PECTINESTERASA ( $75^\circ\text{C}$ )



**FIGURA 3.8** ACTIVIDAD ENZIMATICA DE PECTINESTERASA (85°C)



**FIGURA 3.9** COMPARACION DE LA ACTIVIDAD ENZIMATICA DE PECTINESTERASA

Se puede observar que la actividad de la enzima pectinesterasa disminuye conforme aumenta la temperatura y tiempo de tratamiento térmico. También se aprecia que a mayor temperatura de tratamiento, aumenta la inactivación de la enzima.

Además al ser inversamente proporcional el valor de reducción decimal "D" y la constante de velocidad de inactivación (k), se deduce que al incrementarse la temperatura y por tanto la pendiente de la curva se obtiene un valor "D" mucho menor.

**Tabla 19**

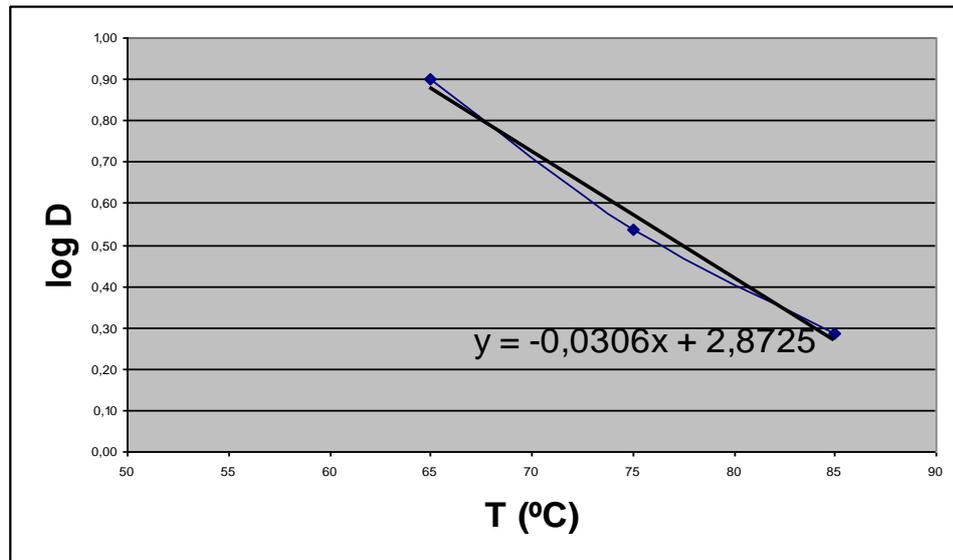
Valores de reducción decimal "D"

T (°C)	k (min <sup>-1</sup> )	D (min)
65	0,290	7,936
75	0,669	3,441
85	0,19	1,935

Elaborado por: Mónica Quiñónez C.

Cabe aclarar que los valores “D” y las constantes de velocidad de inactivación térmica “k” corresponden a la pulpa de arazá sometida a tratamiento térmico por un determinado número de minutos, pues la pectinesterasa tiene distintos comportamientos frente a la temperatura en otro tipo de alimentos como en el caso de los valores de “k” en el puré de papaya, donde la constante “k” va de 0.063 a 0.318  $\text{min}^{-1}$  en un rango de temperaturas entre 75 y 85°C, mientras que para el néctar de mango-piña la constante “k” está entre 0.0664 a 0.1808  $\text{min}^{-1}$  a temperaturas de 70 a 88°C.

Otro parámetro a determinar en el diseño del proceso térmico es el valor “z” definido como el aumento de temperatura necesario para causar una disminución del 90% en el tiempo de reducción decimal “D”. Para calcular el parámetro “Z” se graficó una recta del logaritmo de “D” vs las temperaturas correspondientes, obteniendo “z” al hallar la inversa de la pendiente de la recta cambiada de signo.



**FIGURA 3.10** DEPENDENCIA DEL VALOR “D” CON LA TEMPERATURA PARA INACTIVACION DE PECTINESTERASA EN PULPA DE ARAZA.

$$Z = \frac{1}{0.0306} = 32.6^{\circ} C$$

También se puede realizar el cálculo con la ecuación:

$$Z = \frac{T_2 - T_1}{\text{Log}D_{T_1} - \text{Log}D_{T_2}}$$

**Tabla 20**Logaritmos de valores "D" en inactivación de pectinesterasa

T (°C)	D (min.)	Log D
65	7,936	0,900
75	3,441	0,537
85	1,935	0,287

Elaborado por: Mónica Quiñónez C.

Usando los datos de la tabla 20 se calculó el parámetro Z cuyo resultado fue de 32.62, al igual que el calculado a través del inverso negativo de la pendiente.

En los tratamientos de pasteurización existen tratamientos equivalentes, es decir, diferentes combinaciones de tiempo y temperatura que tienen la misma efectividad entre sí, esto se debe a que la letalidad de un tratamiento está definida por las coordenadas del punto tiempo - temperatura y la pendiente de la curva que en sí es el parámetro "Z", lo que indica cual es el microorganismo o enzima tomada como patrón.

Para determinar cuál sería el tiempo de tratamiento térmico “t”, que se debe emplear a una nueva temperatura de procesamiento “T”, tomando como referencia un tiempo conocido “t<sub>o</sub>” a una temperatura conocida “T<sub>o</sub>” y a un valor z establecido, se utiliza la siguiente ecuación:

$$t = t_o (10)^{\frac{-(T-T_o)}{Z}}$$

La anterior ecuación ofrece la facilidad de encontrar un tratamiento equivalente a otro conocido, modificando la temperatura y el tiempo del tratamiento térmico, siempre y cuando se conozca el valor del parámetro “z” del microorganismo o enzima que se ha elegido como patrón.

Otra herramienta valiosa para los diseños de tratamientos equivalentes es el conocimiento del valor “D”, pues conociendo el valor de reducción decimal a una temperatura dada, se puede calcular el valor “D”, que corresponderá a una nueva temperatura de procesamiento elegida, esto se lo puede lograr con la siguiente ecuación:

$$D = D_o (10)^{\frac{-(T-T_o)}{Z}}$$

La energía de activación en la pulpa de arazá para la inactivación de la pectinesterasa se obtuvo a través de la aplicación de la ecuación:

$$E_a = m \times R$$

Donde:

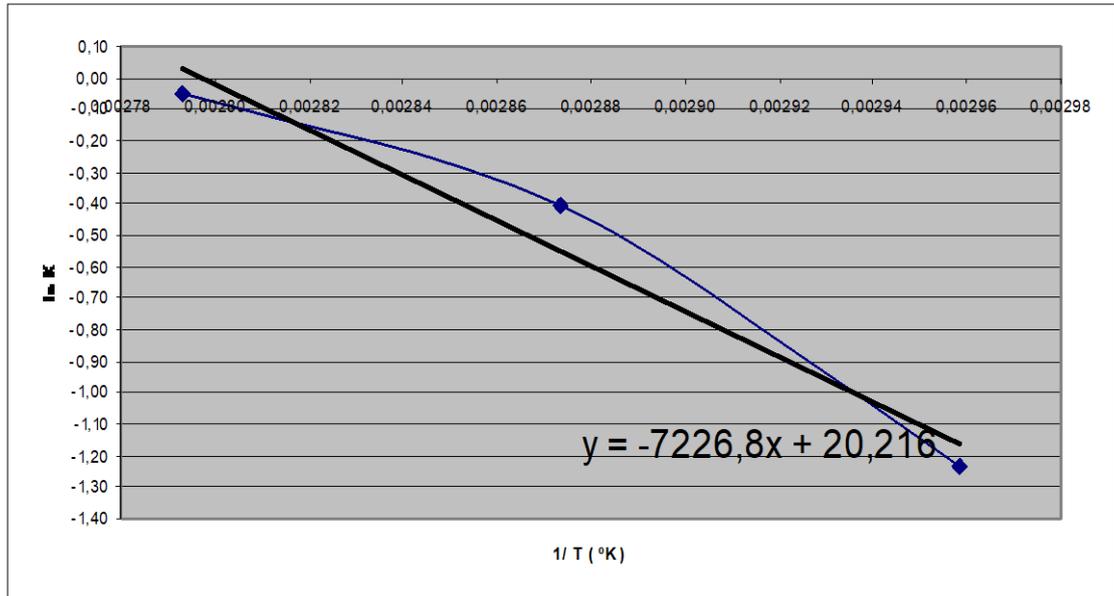
“ $E_a$ ” es la energía de activación,  $m$  es la pendiente obtenida de graficar el logaritmo natural de  $k$  vs. el inverso de la temperatura absoluta ( $\ln k$  vs.  $1/T$ ) y  $R$  es la constante de los gases (1.987 cal/g-mol °K).

**Tabla 21**

Datos para cálculo de la energía de activación

T (°C)	T (°K)	1/T	k (min <sup>-1</sup> )	ln k
65	338	0,00296	0,290	-1,2372
75	348	0,00287	0,669	-0,4015
85	358	0,00279	0,954	-0,0470

Elaborado por: Mónica Quiñónez C.



**FIGURA 3.11** DEPENDENCIA EN LA TEMPERATURA DE LA CONSTANTE DE INACTIVACION (k) EN LA PULPA DE ARAZÁ

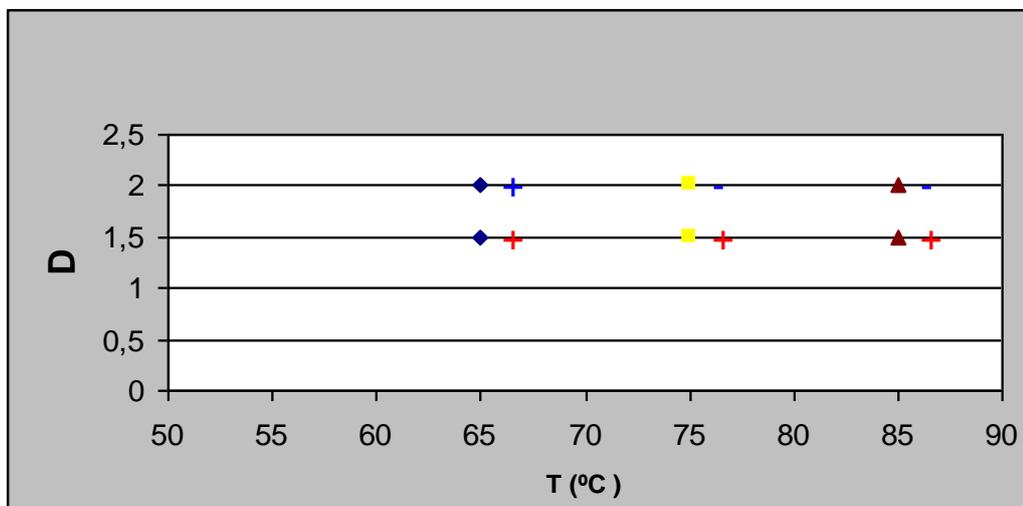
$$E_a = m \times R$$

$$E_a = 7226,8 \times 1,987 \text{ cal/g-mol } ^\circ\text{K} = \mathbf{14359,65 \text{ cal/g-mol}}$$

Para concluir con el diseño de pasteurización se determinó a que valores de "D" se produce una completa inactivación de la pectinesterasa. Se trabajaron con tratamientos térmicos a 1.5 y 2 D.

La prueba experimental para determinar la inactivación de la pectinesterasa consiste en mezclar en un vaso de precipitación de 250 ml, 30 ml de una

solución de pectina al 0.05% con 30 ml de una muestra tratada térmicamente. Se ajusta el pH a 7.0 con NaOH al 0.1N y se añaden 180 ml de agua destilada. Después. Se agrega a la mezcla 1ml de CaCl<sub>2</sub> 1N y dos gotas de tolueno y se incuba a 30°C por un periodo de 48h. Además se prepara un blanco el cual contiene pulpa sin pectinesterasa, debido a que se ha sometido a ebullición por 20 min. Después del periodo de incubación se mide la viscosidad de las muestras por medio de un viscosímetro. Un incremento en la viscosidad comparado con el blanco indica la presencia de pectinesterasa (prueba +), en el caso de no detectar diferencia en las viscosidades se considera que no hay pectinesterasa presente (prueba -)



**FIGURA 3.12** INTERVALOS DE INACTIVACION DE LA PECTINESTERASA EN PULPA DE ARAZA

En la realización de las pruebas de inactivación enzimática se determinó que la pectinesterasa sometida a un tratamiento térmico a 65°C no se inactiva totalmente a 1.5 y 2 D de tiempo de holding para la pasteurización, mientras que la pectinesterasa se inactiva completamente a temperaturas de 75 y 85°C, si son sometidas a tiempos de 1.5D o 2D en el tratamiento térmico.

Una vez determinados los valores de "D" a los cuales se consigue la inactivación total de la enzima, se procedió a construir la curva de pasteurización, bajo los parámetros anteriormente calculados.

La pasteurización se la hizo en una marmita cerrada, a nivel de laboratorio registrando las temperaturas cada minuto y llevando la pulpa a un baño de enfriamiento, inmediatamente hubo alcanzado el tiempo de retención en el proceso.

La pasteurización consta de tres etapas: calentamiento, retención y enfriamiento. En la prueba de pasteurización realizada, se registraron 15 minutos de tiempo de calentamiento, donde la temperatura fue de 32°C

Tabla 22

## Pasteurización de Pulpa de Arazá

TIEMPO(min)	TEMPERATURA °CALENTAMIENTO	TEMPERATURA HOLDING	TEMPERATURA ENFRIAMIENTO
0	32		
1	35.5		
2	37.2		
3	40.3		
4	45.7		
5	47.9		
6	50.3		
7	54.6		
8	62		
9	65.7		
10	67.4		
11	70.8		
12	73.2		
13	75.9		
14	79.5		
15	82.3		
16		85.1	
17		85.7	
18		86.0	
19			84.5
20			81.0
21			79.6
22			78.1
23			75.4
24			72.9
25			70.8
26			67.6
27			65.9
28			64.0
29			63.7
30			61.8
31			59.1
32			57.8
33			56.2
34			54.8
35			53.1
36			50.9
37			48.6
38			47.1
39			45.3
40			42.8
41			40.5
42			39.3
43			37.8
44			35.3
45			34.6
46			33.4
47			31.8

Elaborado por: Mónica Quiñónez C.

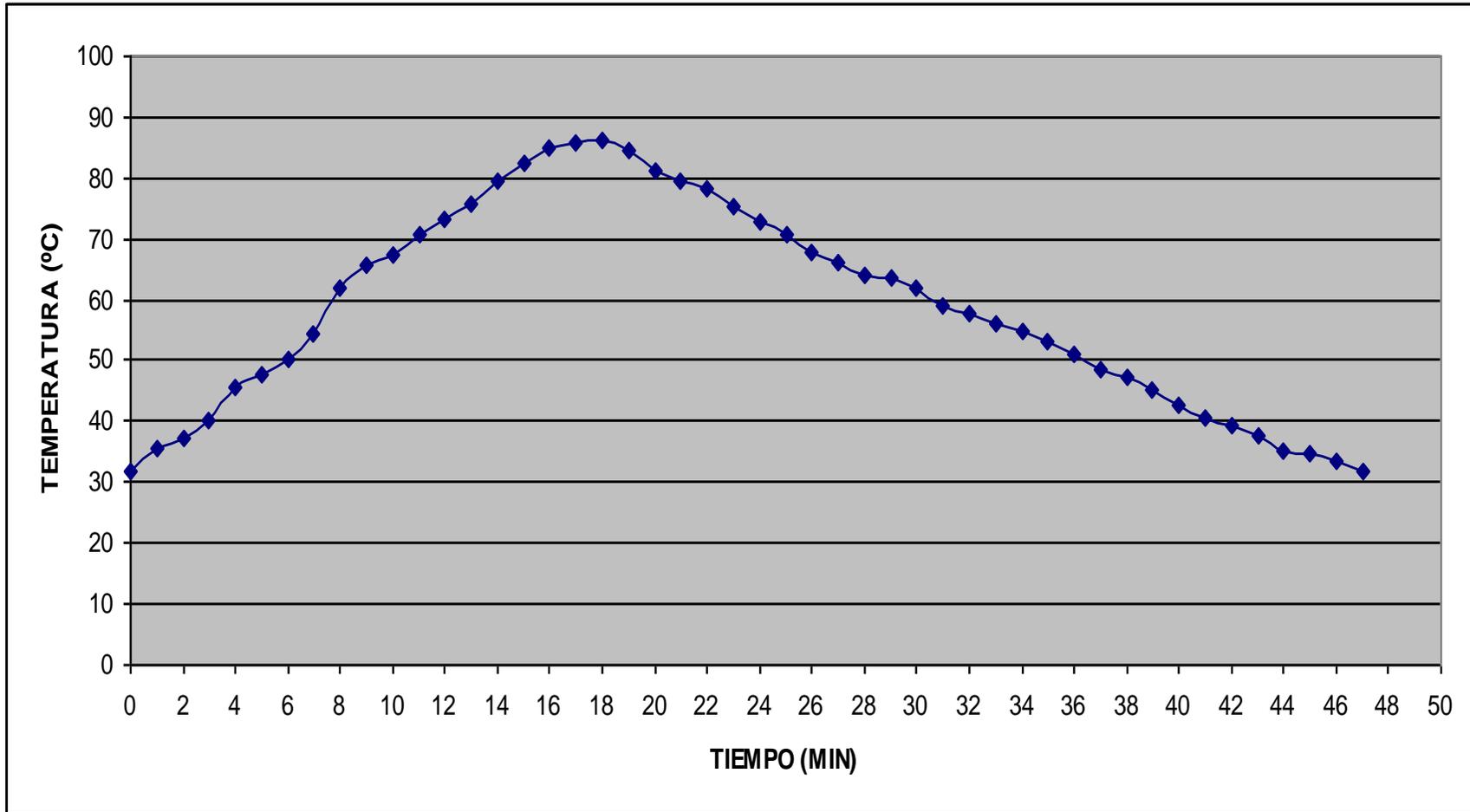


FIGURA 3. 13 CURVA DE PENETRACION DE CALOR EN LA PASTEURIZACION DE LA PULPA DE ARAZA

Microbiológicamente la pulpa de arazá partió con valores de mohos y levaduras de 1880 ufc/gr., mientras que de coliformes, enterobacterias y aerobios totales, se reportó ausencia total, esta ausencia obedece a que el pH del arazá no permite su desarrollo. Después de la pasteurización la pulpa de arazá presentó ausencia de mohos y levaduras, lo que desde el punto de vista microbiológico valida el proceso térmico.

Se realizaron pruebas de degustación para apreciar si organolépticamente se había suscitado algún cambio en la pulpa de araza (Anexo 2), las consideraciones que se tomaron en cuenta fueron:

- Disminución apreciable del aroma
- Desarrollo de sabor a cocido

Según estas pruebas de degustación las alteraciones organolépticas son mínimas, no existe un desarrollo de sabor a cocido y en cuanto al aroma, este se mantiene presente en la pulpa.

La probabilidad de deterioro se utiliza para calcular el número de envases deteriorados de un lote de producto, es por eso que los procesos térmicos deben diseñarse de tal modo, que se reduzca al mínimo la probabilidad de

deterioro de un alimento, y de esta forma se conseguirá un producto seguro para el consumidor.

El valor D de los mohos y levaduras a 65°C es de D=1, con un parámetro z=10, se calculó matemáticamente cuál es el valor D que le corresponde a los mohos y levaduras a 85°C, que es la temperatura de pasteurización seleccionada para la inactivación de pectinesterasa.

$$D = D_o (10)^{\frac{-(T-T_o)}{Z}}$$

$$D = 1 (10)^{\frac{-(85-65)}{10}} = 0.01$$

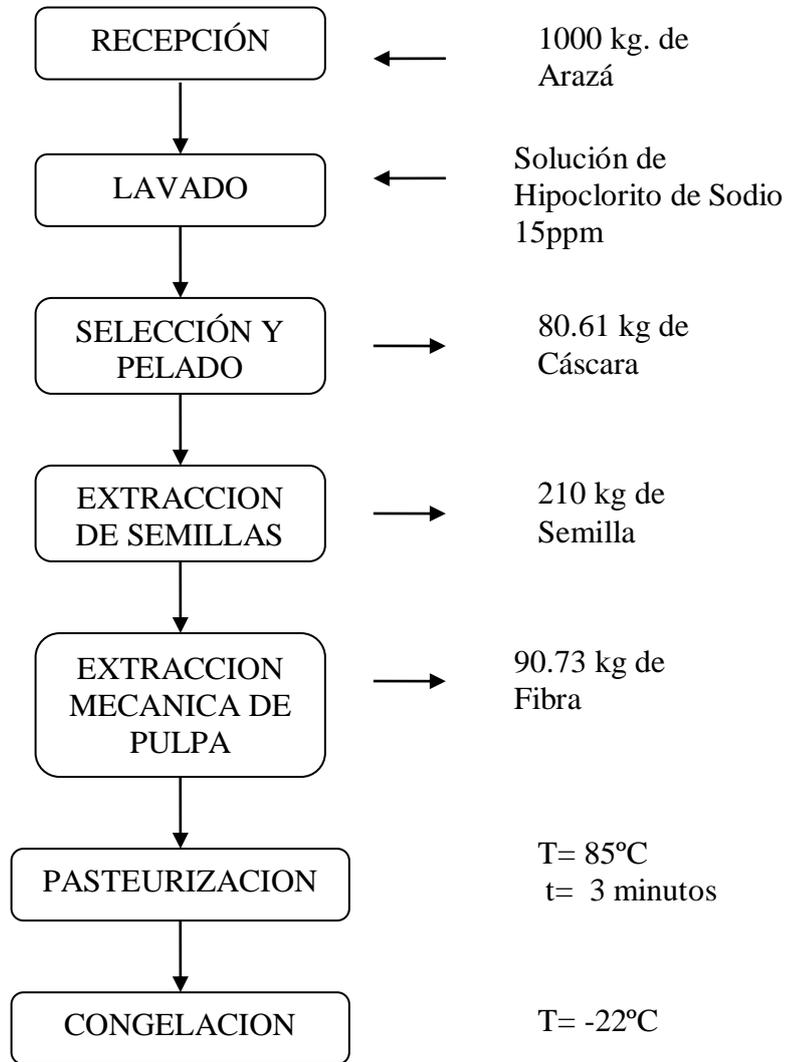
Con el resultado del nuevo valor D se estimó la probabilidad de deterioro "r" de un lote con 1880. ufc antes del procesamiento

$$\frac{1}{r} = \frac{N_o}{10^{\frac{F}{D}}}$$

$$\frac{1}{r} = \frac{1880}{10^{\frac{2.9}{0.01}}} = 1.88 \times 10^{286}$$

La probabilidad de deterioro "r" es de  $5.3 \times 10^{286}$ , eso quiere decir que existirá un envase deteriorado por cada  $5.3 \times 10^{286}$  procesados o aproximadamente 5 envases defectuosos por cada  $10^{286}$  envases procesados.

Se hicieron evaluaciones fisicoquímicas a la pulpa pasteurizada, en estas pruebas de laboratorio no se apreciaron cambios significativos, y los valores de vitamina C se presentan iguales a los de la pulpa sin pasteurizar. También se realizó una prueba para verificar la capacidad de la pulpa de arazá pasteurizada, para desnaturalizar las proteínas de la leche, esta prueba se la realizó con una mezcla de pulpa de arazá pasteurizada con leche y otra de pulpa de arazá sin pasteurizar con leche, en una proporción de 1:1. Se verificaron las viscosidades de las mezclas y estas fueron similares, por tanto la capacidad de desnaturalizar la leche de la pulpa de arazá, no se altera con el tratamiento térmico.



**FIGURA 3.14 DIAGRAMA DE FLUJO DE LA PULPA PASTEURIZADA DE ARAZÁ**

### 3.5 Estabilidad de la Pulpa



**FIGURA 3.15 MUESTRAS DE PULPA DE ARAZÁ**

La estabilidad de un alimento es importante, debido a que el tiempo de vida útil del mismo depende de cuan estables o inestables sean sus propiedades químicas, microbiológicas, organolépticas y/o nutricionales con respecto a un determinado periodo de tiempo.

Gacula y Kubala definieron que el término vida útil se establece de dos maneras:

- “Cuando se alcanza el nivel de incumplimiento de alguna norma legal establecida para el producto, usualmente desarrollada de acuerdo con las

características del alimento y su mercado, y considerando la posibilidad de riesgos físicos, químicos, nutricionales o microbiológicos.”

- “Mediante correlación con análisis sensorial. Una calificación igual al promedio en una escala hedónica, una reducción equivalente al 20% en la puntuación de dicha escala, o simplemente cuando el consumidor juzga que el alimento se encuentra en el límite de aceptabilidad o ha perdido su excelencia, suelen considerarse como criterios suficientes para establecer el fin de la vida útil del producto y para definir los valores críticos de los indicadores de la vida útil.

La experiencia en las industrias procesadoras de pulpas de frutas congeladas, da un año de estabilidad a la mayoría de pulpas de frutas que han sido estabilizadas mediante un proceso de pasteurización y almacenadas a temperaturas inferiores a 20°C bajo cero.

La pulpa pasteurizada y congelada de arazá fue sometida a distintas condiciones de almacenamiento para poder verificar las estabilidades fisicoquímicas, nutricionales y microbiológicas.

### 3.5.1 Parámetros Físico-Químicos y Enzimáticos

Los parámetros físico-químicos que se realizan en las pulpas de frutas son: pH, Acidez titulable, viscosidad y el Brix. Éstos son los análisis básicos exigidos por los mercados internacionales, por tanto es importante que la pulpa de arazá presente una estabilidad aceptable en estos valores.

En cuanto a la estabilidad con respecto a las reacciones de deterioro ocasionadas por las enzimas, se analizó el pardeamiento de la pulpa para verificar si el proceso de pasteurización combinado con distintas condiciones de almacenamiento, otorga una suficiente estabilidad al producto.

**Tabla 23**

Pulpa de Arazá Almacenada a Temperatura Ambiente

DIA	COLOR			BRIX	PH	% DE ACIDEZ	VISCOCIDAD cm/10 seg
	L	a	b				
0	67,68	4,79	29,95	5,50	2,56	3,14	7,50
1	62,31	4,47	27,19	5,50	2,43	3,27	7,50
2	56,38	4,35	26,42	5,50	2,34	3,32	7,50
4	50,11	3,84	24,61	5,50	2,14	3,51	7,50

Elaborado por: Mónica Quiñónez C.

Los valores resaltados con gris son los que no cumplen con los parámetros de calidad, teniendo éste el valor  $L=57$  como límite de calidad. La pulpa sin pasteurizar, almacenada a temperatura ambiente presentó en el día tres, un valor de  $L= 56.38$ , el mismo que ya está fuera de los límites de calidad.

**Tabla 24**

Pulpa Pasteurizada de Arazá Almacenada a Temperatura Ambiente

DIA	COLOR			BRIX	PH	% DE ACIDEZ	VISCOCIDAD cm/10 seg
	L	a	b				
0	67,68	4,79	29,95	5,50	2,56	3,14	7,50
0	63,91	3,51	28,26	5,70	2,36	2,94	8,00
1	63,46	3,46	27,73	5,70	2,33	3,11	8,00
2	63,07	3,50	26,89	5,70	2,31	3,20	8,00
4	62,89	3,47	26,07	5,70	2,27	3,29	8,00
5	62,42	3,44	25,62	5,70	2,26	3,34	8,00
6	62,20	3,40	24,90	5,70	2,26	3,46	8,00
7	61,96	3,39	24,54	5,70	2,24	3,55	8,00
8	61,84	3,37	24,11	5,70	2,21	3,67	8,00
11	61,33	3,34	23,32	5,70	2,20	3,73	8,00
12	60,86	3,28	22,87	5,70	2,20	3,88	8,00
13	60,59	3,25	22,43	5,70	2,20	3,87	8,00

Elaborado por: Mónica Quiñónez C.

\* Valores previos a la pasteurización

La pulpa pasteurizada y almacenada a temperatura ambiente, presentó una disminución de aproximadamente cuatro puntos en el valor L, debido al

proceso de pasteurización al que fue sometida. Se registró un valor de  $L=60.59$  al día trece de almacenamiento, este valor aún está dentro de los límites de calidad ( $L=57$ ), con estos datos se hará una predicción del día en que la pulpa ya no esté enmarcada en los parámetros de calidad.

**Tabla 25**

Pulpa de Arazá Almacenada a Temperatura de Refrigeración

DIA	COLOR			BRIX	PH	% DE ACIDEZ	VISCOCIDAD cm/10 seg
	L	a	b				
0	67,68	4,79	29,95	5,50	2,56	3,14	7,50
1	67,13	4,77	29,78	5,50	2,55	3,13	7,50
2	66,62	4,76	29,42	5,50	2,52	3,15	7,50
4	66,04	4,71	29,07	5,50	2,50	3,17	7,50
5	65,70	4,69	28,92	5,50	2,48	3,18	7,50
6	65,18	4,66	28,81	5,50	2,47	3,18	7,50
7	64,59	4,62	28,69	5,50	2,46	3,18	7,50
8	63,24	4,59	28,40	5,50	2,43	3,17	7,50
11	62,03	4,52	28,27	5,50	2,41	3,20	7,50
12	61,44	4,52	28,11	5,50	2,39	3,21	7,50
13	60,52	4,50	27,93	5,50	2,38	3,23	7,50
14	59,89	4,47	27,76	5,50	2,37	3,24	7,50
15	59,15	4,45	27,60	5,50	2,35	3,25	7,50
18	58,00	4,38	27,45	5,50	2,33	3,25	7,50
19	57,34	4,36	27,22	5,50	2,33	3,27	7,50

Elaborado por: Mónica Quiñónez C

Las muestras no pasteurizadas, almacenadas a temperatura de refrigeración tuvieron 18 días de vida útil, pues en el día 19 se presentó un valor de

L= 57.34, el mismo, que ya no está dentro de los límites de calidad de la pulpa.

**Tabla 26**

Pulpa Pasteurizada de Arazá Almacenada a Temperatura de Refrigeración

DIA	COLOR			BRIX	PH	% DE ACIDEZ	VISCOCIDAD cm/10 seg
	L	A	b				
*0	67,68	4,79	29,95	5,50	2,56	3,14	7,50
0	63,98	3,51	28,26	5,70	2,36	2,94	8,00
1	63,89	3,50	28,21	5,70	2,36	2,94	8,00
2	63,76	3,49	28,12	5,70	2,36	2,94	8,00
4	63,62	3,51	28,05	5,70	2,36	2,94	8,00
5	63,51	3,50	27,92	5,70	2,36	2,94	8,00
6	63,43	3,48	27,84	5,70	2,36	2,94	8,00
7	63,42	3,45	27,73	5,70	2,36	2,94	8,00
8	63,33	3,47	27,61	5,70	2,36	2,94	8,00
11	63,2	3,44	27,56	5,70	2,36	2,94	8,00
12	63,06	3,48	27,47	5,70	2,36	2,94	8,00
13	62,95	3,46	27,40	5,70	2,36	2,94	8,00
14	62,87	3,45	27,27	5,70	2,36	2,94	8,00
15	62,86	3,44	27,19	5,70	2,36	2,94	8,00
18	62,77	3,42	27,08	5,70	2,36	2,94	8,00
19	62,64	3,47	26,96	5,70	2,36	2,94	8,00
20	62,5	3,46	26,91	5,70	2,36	2,94	8,00
21	62,39	3,45	26,82	5,70	2,36	2,94	8,00
22	62,31	3,43	26,75	5,70	2,36	2,94	8,00
25	62,29	3,39	26,62	5,70	2,36	2,94	8,00
26	62,2	3,38	26,54	5,70	2,36	2,94	8,00
27	62,07	3,42	26,43	5,70	2,36	2,94	8,00
28	61,93	3,38	26,31	5,70	2,36	2,94	8,00
29	61,82	3,43	26,26	5,70	2,36	2,94	8,00
32	61,74	3,37	26,17	5,70	2,36	2,94	8,00
33	61,73	3,38	26,10	5,70	2,36	2,94	8,00
34	61,64	3,35	25,97	5,70	2,36	2,94	8,00
35	61,51	3,35	25,89	5,70	2,36	2,94	8,00
36	61,37	3,34	25,78	5,70	2,36	2,94	8,00
38	61,26	3,32	25,66	5,70	2,36	2,94	8,00
39	61,18	3,30	25,61	5,70	2,36	2,94	8,00

40	61,17	3,33	25,52	5,70	2,36	2,94	8,00
41	61,08	3,34	25,45	5,70	2,36	2,94	8,00
42	60,95	3,35	25,32	5,70	2,36	2,94	8,00
45	60,81	3,31	25,24	5,70	2,36	2,94	8,00
46	60,7	3,30	25,13	5,70	2,36	2,94	8,00
47	60,62	3,33	25,01	5,70	2,36	2,94	8,00
48	60,61	3,31	24,96	5,70	2,36	2,94	8,00
49	60,52	3,29	24,87	5,70	2,36	2,94	8,00
52	60,39	3,25	24,80	5,70	2,36	2,94	8,00
53	60,25	3,27	24,67	5,70	2,36	2,94	8,00
54	60,14	3,24	24,59	5,70	2,36	2,94	8,00
55	60,06	3,33	24,48	5,70	2,36	2,94	8,00
56	60,03	3,26	24,36	5,70	2,36	2,94	8,00
59	60,16	3,24	24,31	5,70	2,36	2,94	8,00

Elaborado por: Mónica Quiñónez

\* Valores previos a la pasteurización

La combinación de la pasteurización con un almacenamiento refrigerado otorga a la pulpa de arazá más de 59 días de tiempo de vida útil, pues en el día 59, se presenta el atributo de calidad como L= 60.16, valor que está dentro de los parámetros de calidad.

**Tabla 27**

Pulpa de Arazá Almacenada a Temperatura de Congelación

DIA	COLOR			BRIX	PH	% DE ACIDEZ	VISCOCIDAD cm/10 seg
	L	a	b				
0	67,68	4,79	29,95	5,50	2,56	3,14	7,50
1	67,45	4,77	29,66	5,50	2,56	3,14	8,00
2	67,40	4,78	29,56	5,50	2,56	3,15	8,00
4	67,21	4,76	29,39	5,50	2,54	3,17	8,00
5	66,96	4,75	29,17	5,50	2,53	3,17	8,00

6	66,73	4,73	29,07	5,50	2,53	3,18	8,00
7	66,47	4,72	28,90	5,50	2,52	3,19	8,00
8	66,28	4,69	28,67	5,50	2,51	3,20	8,00
11	66,06	4,66	28,53	5,50	2,49	3,20	8,00
12	65,88	4,65	28,43	5,50	2,49	3,20	8,00
13	65,68	4,63	28,20	5,50	2,49	3,20	8,00
14	65,36	4,62	28,10	5,50	2,49	3,22	8,00
15	65,09	4,60	27,98	5,50	2,48	3,22	8,00
18	64,90	4,58	27,75	5,50	2,46	3,23	8,00
19	64,65	4,57	27,65	5,50	2,46	3,25	8,00
20	64,42	4,56	27,48	5,50	2,46	3,25	8,00
21	64,16	4,55	27,25	5,50	2,45	3,26	8,00
22	63,97	4,53	27,15	5,50	2,45	3,26	8,00
25	63,75	4,50	26,95	5,50	2,44	3,26	8,00
26	63,57	4,49	26,72	5,50	2,44	3,26	8,00
27	63,37	4,47	26,62	5,50	2,44	3,27	8,00
28	63,05	4,46	26,45	5,50	2,44	3,28	8,00
29	62,78	4,44	26,22	5,50	2,44	3,28	8,00
32	62,59	4,41	26,12	5,50	2,44	3,28	8,00
33	62,34	4,40	25,95	5,50	2,44	3,29	8,00
34	62,11	4,38	25,69	5,50	2,42	3,29	8,00
35	61,85	4,37	25,71	5,50	2,42	3,31	8,00
36	61,66	4,34	25,54	5,50	2,39	3,31	8,00
38	61,44	4,31	25,27	5,50	2,39	3,31	8,00
39	61,26	4,30	25,17	5,50	2,39	3,31	8,00
40	61,06	4,28	25,00	5,50	2,37	3,31	8,00
41	60,74	4,27	24,77	5,50	2,37	3,32	8,00
42	60,47	4,25	24,67	5,50	2,34	3,33	8,00
45	60,28	4,22	24,51	5,50	2,34	3,33	8,00
46	60,03	4,21	24,28	5,50	2,34	3,34	8,00
47	59,80	4,19	24,18	5,50	2,34	3,35	8,00
48	59,54	4,18	24,01	5,50	2,33	3,37	8,00
49	59,35	4,16	23,78	5,50	2,29	3,37	8,00
52	59,13	4,13	23,68	5,50	2,28	3,38	8,00
53	58,95	4,12	23,59	5,50	2,27	3,39	8,00
54	58,75	4,10	23,36	5,50	2,25	3,39	8,00
55	58,43	4,09	23,26	5,50	2,25	3,39	8,00
56	58,16	4,07	23,09	5,50	2,24	3,40	8,00
59	57,97	4,04	22,86	5,50	2,24	3,43	8,00

Elaborado por: Mónica Quiñónez C.

La pulpa de arazá que se almacenó a  $-22^{\circ}\text{C}$  tuvo 56 días de vida útil. En el día 59, se presentó un valor de  $L = 57.97$ , el mismo que no corresponde a los valores de calidad aceptables.

**Tabla 28**

Pulpa Pasteurizada de Arazá Almacenada a Temperatura de Congelación

DIA	COLOR			BRIX	PH	% DE ACIDEZ	VISCOCIDAD cm/10 seg
	L	A	b				
*0	67,68	4,79	29,95	5,50	2,56	3,14	7,50
0	63,98	3,51	28,26	5,70	2,36	2,94	8,00
1	63,98	3,50	28,20	5,70	2,36	2,94	8,00
2	63,96	3,52	28,27	5,70	2,36	2,94	8,00
4	63,97	3,59	28,23	5,70	2,36	2,94	8,00
5	63,95	3,58	28,21	5,70	2,36	2,94	8,00
6	63,97	3,57	28,29	5,70	2,36	2,94	8,00
7	63,93	3,51	28,30	5,70	2,36	2,94	8,00
8	63,95	3,55	28,24	5,70	2,36	2,94	8,00
11	63,91	3,54	28,27	5,70	2,36	2,94	8,00
12	63,94	3,54	28,29	5,70	2,36	2,94	8,00
13	63,93	3,55	28,25	5,70	2,36	2,94	8,00
14	63,91	3,49	28,21	5,70	2,36	2,94	8,00
15	63,95	3,52	28,23	5,70	2,36	2,94	8,00
18	63,92	3,51	28,26	5,70	2,36	2,94	8,00
19	63,96	3,59	28,29	5,70	2,36	2,94	8,00
20	63,94	3,58	28,27	5,70	2,36	2,94	8,00
21	63,94	3,54	28,26	5,70	2,36	2,94	8,00
22	63,90	3,55	28,23	5,70	2,36	2,94	8,00
25	63,96	3,49	28,21	5,70	2,36	2,94	8,00
26	63,91	3,52	28,30	5,70	2,36	2,94	8,00
27	63,92	3,57	28,27	5,70	2,36	2,94	8,00
28	63,95	3,56	28,24	5,70	2,36	2,94	8,00
29	63,93	3,50	28,26	5,70	2,36	2,94	8,00
32	63,90	3,52	28,25	5,70	2,36	2,94	8,00

33	63,87	3,54	28,23	5,70	2,36	2,94	8,00
34	63,92	3,58	28,25	5,70	2,36	2,94	8,00
35	63,90	3,54	28,27	5,70	2,36	2,94	8,00
36	63,87	3,59	28,21	5,70	2,36	2,94	8,00
38	63,91	3,57	28,20	5,70	2,36	2,94	8,00
39	63,91	3,51	28,26	5,70	2,36	2,94	8,00
40	63,89	3,56	28,26	5,70	2,36	2,94	8,00
41	63,85	3,52	28,24	5,70	2,36	2,94	8,00
42	63,87	3,58	28,29	5,70	2,36	2,94	8,00
45	63,84	3,54	28,25	5,70	2,36	2,94	8,00
46	63,86	3,59	28,27	5,70	2,36	2,94	8,00
47	63,83	3,50	28,20	5,70	2,36	2,94	8,00
48	63,85	3,56	28,30	5,70	2,36	2,94	8,00
49	63,86	3,55	28,21	5,70	2,36	2,94	8,00
52	63,88	3,57	28,27	5,70	2,36	2,94	8,00
53	63,83	3,59	28,26	5,70	2,36	2,94	8,00
54	63,87	3,50	28,27	5,70	2,36	2,94	8,00
55	63,84	3,52	28,23	5,70	2,36	2,94	8,00
56	63,81	3,56	28,26	5,70	2,36	2,94	8,00
59	63,85	3,54	28,25	5,70	2,36	2,94	8,00
91	63,72	3,52	28,27	5,70	2,36	2,94	8,00
121	63,52	3,57	28,22	5,70	2,36	2,90	8,00
151	63,28	3,58	28,29	5,70	2,36	2,90	8,00
182	62,87	3,53	28,24	5,70	2,36	2,87	8,00

Elaborado por: Mónica Quiñónez C.

- Valores previos a la pasteurización

La vida útil de una pulpa pasteurizada y congelada a  $-22^{\circ}\text{C}$  supera los seis meses de almacenamiento. En el día 182, el parámetro de calidad es de  $L= 62.87$ , posteriormente se calculará una predicción del tiempo de vida útil para la pulpa que ha sido almacenada en estas condiciones.

**Tabla 29**Porcentajes de Pardeamiento de la Pulpa de Arazá

	Día	NO PASTERURIZADO	PASTEURIZADO
AMBIENTE	4	26%	7%
REFRIGERADO	19	15,20%	7,45%
CONGELADO	59	14,35%	5,65%

Elaborado por: Mónica Quiñónez C.

Se puede apreciar al hacer una comparación entre la tablas 22, 23, 24, 25, 26, 27 y 28 que el proceso de pasteurización ocasiona un incremento importante de la estabilidad de los parámetros físico químicos, claro que ésta pasteurización por si sola no es suficiente, para otorgar un plazo de vida útil que comercialmente sea rentable para la industria procesadora de pulpas de frutas, por lo que hay que determinar las condiciones de almacenamiento que otorguen garantías de estabilidad para la pulpa de arazá.

La pulpa de arazá pasteurizada y almacenada a temperatura ambiente presenta una estabilidad de aproximadamente cuatro veces superior a la que se da en la pulpa que no ha sido pasteurizada, pues los valores "L" tienen en la primera un 7%, frente a un 26% en la pulpa que no ha sido

pasteurizada. Aunque si tomamos en cuenta solamente la degradación del color durante el almacenamiento el verdadero porcentaje es de 1.7%

El almacenamiento a temperatura de refrigeración, da a la pulpa de arazá que no ha sido pasteurizada quince días más de vida útil con respecto a la que se almacenó a temperatura ambiente al tener un 15,2 % de disminución en el valor "L". La pulpa de arazá que si fue sometida al proceso de pasteurización al ser sometida a temperaturas de refrigeración, presenta un 7.45% y 2.09% de pardeamiento con respecto a el valor "L" previo y posterior a la pasteurización, respectivamente.

La combinación de un proceso de pasteurización adecuado, con un almacenamiento a temperatura de -22°C otorga a la pulpa de arazá un porcentaje de pardeamiento de 5.65% con respecto a los valores "L" iniciales, es decir 67.68 antes de la pasteurización, pero si se compara con el valor "L" de 63.98, obtenido luego de la pasteurización, se tiene un porcentaje de pardeamiento de tan solo 0.2%, mientras que al almacenar pulpa de arazá sin pasteurizar a -22°C se tiene un 14.35% de pardeamiento de la pulpa, además de que existe una alteración de los parámetros físico-químicos. Por tanto desde el punto de vista de estabilidad es conveniente sacrificar los 3.7 puntos de disminución en el valor "L", pues se obtiene un incremento muy alto de estabilidad en el producto.

Para evaluar la estabilidad de un producto alimenticio se han determinado distintos modelos matemáticos que involucran la cinética de las reacciones de deterioro “k”, conociendo este parámetro, se puede hacer una predicción de la vida útil de un alimento a determinadas condiciones.

El pardeamiento enzimático de la pulpa de arazá tiene como factor de calidad el valor “L”, pues su disminución denota el oscurecimiento del producto, este pardeamiento obedece a una reacción de primer orden y esto significa que a medida que el tiempo avanza el atributo de calidad “Q” disminuye de manera exponencial y que el ritmo de la pérdida del atributo de calidad depende de la concentración remanente del mismo.

$$-\frac{dQ}{dt} = kQ$$

Integrando se obtiene:

$$\ln \frac{Q}{Q_0} = -kt$$

Donde Q es la cantidad de atributo que queda en el tiempo t

$$\ln Q = \ln Q_0 - kt$$

Que en la forma exponencial sería:

$$Q = Q_0 * e^{-kt}$$

El final de la vida útil ( $t_u$ ) se presenta cuando el atributo de calidad toma el valor de  $Q_f$ , por lo que tendremos:

$$\ln Q_f = \ln Q_0 - kt_u$$

$$t_u = \frac{\ln Q_0 - \ln Q_f}{k}$$

En el caso de la pulpa de arazá se hicieron predicciones de vida útil para la pulpa pasteurizada y la no pasteurizada la misma que fue almacenada a temperatura: ambiente, refrigeración y congelación, con los datos obtenidos se construyó una curva que sirvió para determinar el valor de la constante de la cinética de degradación “k”, posteriormente se aplicó la ecuación de deterioro para las reacciones de primer orden, teniendo como atributo de calidad inicial “ $Q_0$ ” = L= 67.68 y 63.98 en el caso de las muestras sin pasteurizar y pasteurizadas respectivamente, y como atributo de calidad final “ $Q_f$ ”=L=57. Cabe aclarar que se eligió el valor de L= 57 como  $Q_f$ , debido a que se presentó rechazo a las muestras que poseen este color.

**Tabla 30**

Pulpa de Arazá sin pasteurizar y almacenada temperatura ambiente

día	L	lnQ/Qo
0	67,68	
1	62,31	-0,082668789
2	56,38	-0,18267623
4	50,11	-0,300570126

Elaborado por: Mónica Quiñónez C.

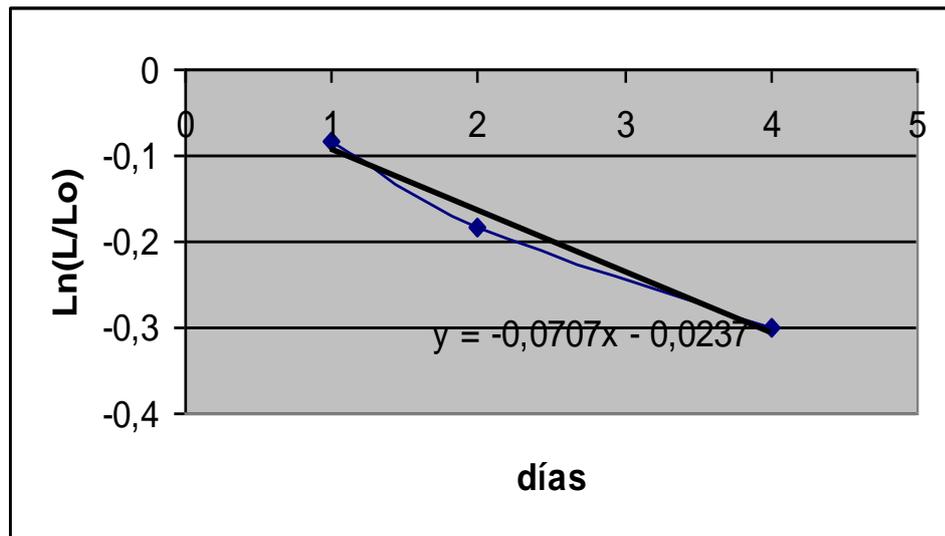


FIGURA 3.16. CINÉTICA DE DEGRADACION DEL VALOR "L" EN PULPA NO PASTEURIZADA DE ARAZA, A TEMPERATURA AMBIENTE

**Tabla 31**

Pulpa de Arazá pasteurizada y almacenada a temperatura ambiente

día	L	lnQ/Qo
0	63,91	
1	63,46	-0,007066058
2	63,07	-0,013230623
4	62,89	-0,016088675
5	62,42	-0,023590107
6	62,20	-0,027120844
7	61,96	-0,030986828
8	61,84	-0,032925439
11	61,33	-0,041206724
12	60,86	-0,048899699
13	60,59	-0,053345981

Elaborado por: Mónica Quiñónez C

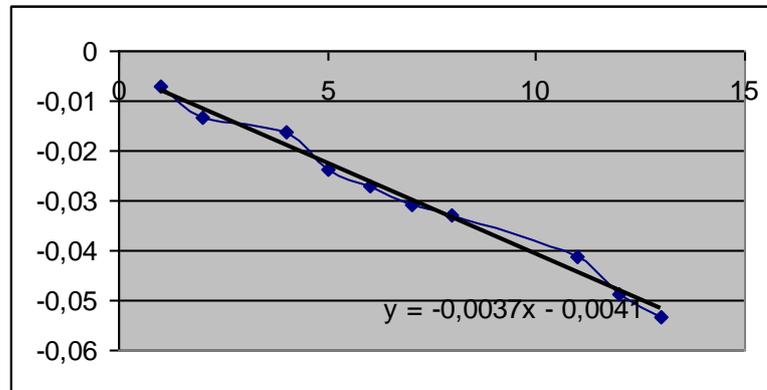


FIGURA 3.15. CINÉTICA DE DEGRADACION DEL VALOR "L" EN PULPA PASTEURIZADA DE ARAZA, TEMPERATURA AMBIENTE

**Tabla 32**

Pulpa de Arazá sin pasteurizar y almacenada temperatura de refrigeración

día	L	ln(L/Lo)
0	67,68	
1	67,13	-0,008159677
2	66,62	-0,015785883
4	66,04	-0,024530096
5	65,70	-0,02969179
6	65,18	-0,037638042
7	64,59	-0,046731115
8	63,24	-0,067853703
11	62,03	-0,087172576
12	61,44	-0,096729626
13	60,52	-0,111816826
14	59,89	-0,122281169
15	59,15	-0,134714125
18	58,00	-0,154347705
19	57,34	-0,165792255

Elaborado por: Mónica Quiñónez C

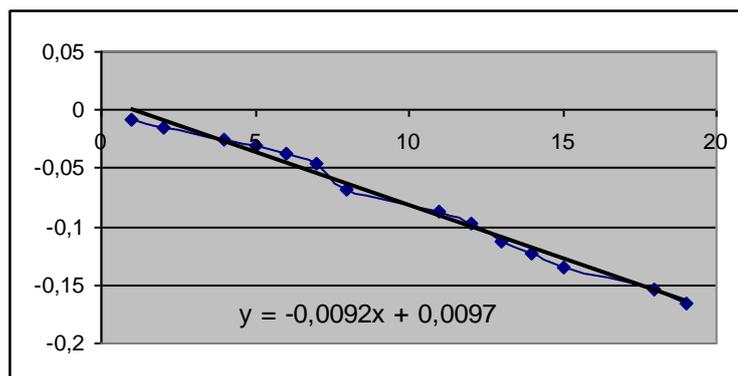


FIGURA 3.16. CINETICA DE DEGRADACION DEL VALOR "L" EN PULPA SIN PASTEURIZADA DE ARAZA, TEMPERATURA DE REFRIGERACION

**Tabla 33**

Pulpa de Arazá pasteurizada y almacenada temperatura de refrigeración

día	L	lnQ/Qo
0	63,98	
1	63,89	-0,00140768
2	63,76	-0,0034445
4	63,62	-0,005642648
5	63,51	-0,007373161
6	63,43	-0,008633599
7	63,42	-0,008822802
8	63,33	-0,010242965
11	63,20	-0,012297879
12	63,06	-0,014515597
13	62,95	-0,016261546
14	62,87	-0,017533244
15	62,86	-0,017724139
18	62,77	-0,019157009
19	62,636	-0,021230342
20	62,496	-0,02346798
21	62,386	-0,025229643
22	62,31	-0,026512805
25	62,29	-0,026705422
26	62,204	-0,028151228
27	62,07	-0,030243313
28	61,934	-0,032501233
29	61,824	-0,034278896
32	61,74	-0,03557373
33	61,73	-0,035768099
34	61,642	-0,037227078
35	61,512	-0,039338257
36	61,37	-0,041616829

38	61,262	-0,043410786
39	61,18	-0,044717506
40	61,17	-0,044913661
41	61,08	-0,046386054
42	60,95	-0,048516679
45	60,81	-0,050816285
46	60,7	-0,052626836
47	60,62	-0,053945663
48	60,61	-0,054143637
49	60,518	-0,055629693
52	60,388	-0,057780125
53	60,248	-0,060101158
54	60,138	-0,061928613
55	60,06	-0,063259773
56	60,03	-0,063726097
59	60,16	-0,061562855

Elaborado por: Mónica Quiñónez C

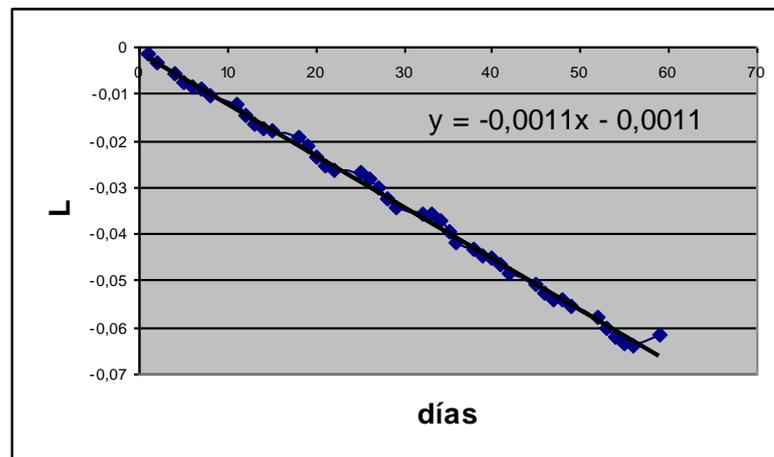


FIGURA 3.17. CINETICA DE DEGRADACION DEL VALOR "L" EN PULPA PASTEURIZADA DE ARAZA, TEMPERATURA DE REFRIGERACION

**Tabla 34**Pulpa de Arazá sin pasteurizar y almacenada temperatura de congelación

día	L	ln(L/Lo)
0	67,68	
1	67,45	-0,003404133
2	67,40	-0,004145697
4	67,21	-0,006968669
5	66,96	-0,010695289
6	66,73	-0,014136088
7	66,47	-0,018039997
8	66,28	-0,020902523
11	66,06	-0,024227295
12	65,88	-0,02695581
13	65,68	-0,02999625
14	65,36	-0,034880265
15	65,09	-0,039019788
18	64,90	-0,041943092
19	64,65	-0,04580261
20	64,42	-0,049366571
21	64,16	-0,053410752
22	63,97	-0,056376492
25	63,75	-0,059821531
26	63,57	-0,062649054
27	63,37	-0,065800152
28	63,05	-0,070862653
29	62,78	-0,075154164
32	62,59	-0,078185194
33	62,34	-0,082187441
34	62,11	-0,085883709
35	61,85	-0,090078616
36	61,66	-0,093155293
38	61,44	-0,096729626

39	61,26	-0,099663614
40	61,06	-0,102933728
41	60,74	-0,108188256
42	60,47	-0,112643341
45	60,28	-0,115790342
46	60,03	-0,119946278
47	59,80	-0,123785054
48	59,54	-0,12814236
49	59,35	-0,131338594
52	59,13	-0,135052305
53	58,95	-0,138101088
54	58,75	-0,141499562
55	58,43	-0,146961259
56	58,16	-0,151592882
59	57,97	-0,15486508

Elaborado por: Mónica Quiñónez C

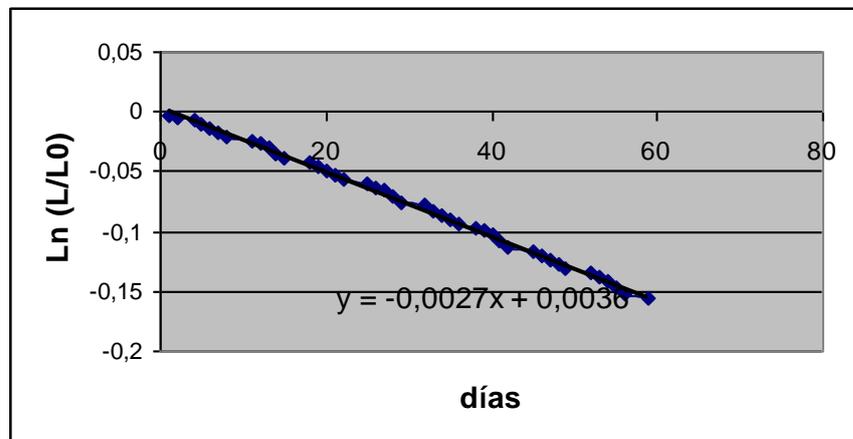


FIGURA 3.20. CINETICA DE DEGRADACION DEL VALOR "L" EN PULPA SIN PASTEURIZAR DE ARAZA, TEMPERATURA DE CONGELACION

**Tabla 35**Pulpa de Arazá pasteurizada y almacenada temperatura de congelación

<b>Día</b>	<b>L</b>	<b>lnQ/Qo</b>
0	63,98	
1	63,98	0
2	63,96	-0,000312647
4	63,97	-0,000156311
5	63,95	-0,000469006
6	63,97	-0,000156311
7	63,93	-0,0007818
8	63,95	-0,000469006
11	63,91	-0,001094691
12	63,94	-0,000625391
13	63,93	-0,0007818
14	63,91	-0,001094691
15	63,95	-0,000469006
18	63,92	-0,000938233
19	63,96	-0,000312647
20	63,94	-0,000625391
21	63,94	-0,000625391
22	63,90	-0,001251173
25	63,96	-0,000312647
26	63,91	-0,001094691
27	63,92	-0,000938233
28	63,95	-0,000469006
29	63,93	-0,0007818
32	63,90	-0,001251173
33	63,87	-0,001720767
34	63,92	-0,000938233
35	63,90	-0,001251173
36	63,87	-0,001720767
38	63,91	-0,001094691

39	63,91	-0,001094691
40	63,89	-0,00140768
41	63,85	-0,002033952
42	63,87	-0,001720767
45	63,84	-0,002190581
46	63,86	-0,001877347
47	63,83	-0,002347235
48	63,85	-0,002033952
49	63,86	-0,001877347
52	63,88	-0,001564211
53	63,83	-0,002347235
54	63,87	-0,001720767
55	63,84	-0,002190581
56	63,81	-0,002660617
59	63,85	-0,002033952
91	63,09	-0,014008256
121	62,53	-0,022924093
151	61,78	-0,034990847
182	61,11	-0,045895016

Elaborado por: Mónica Quiñónez C

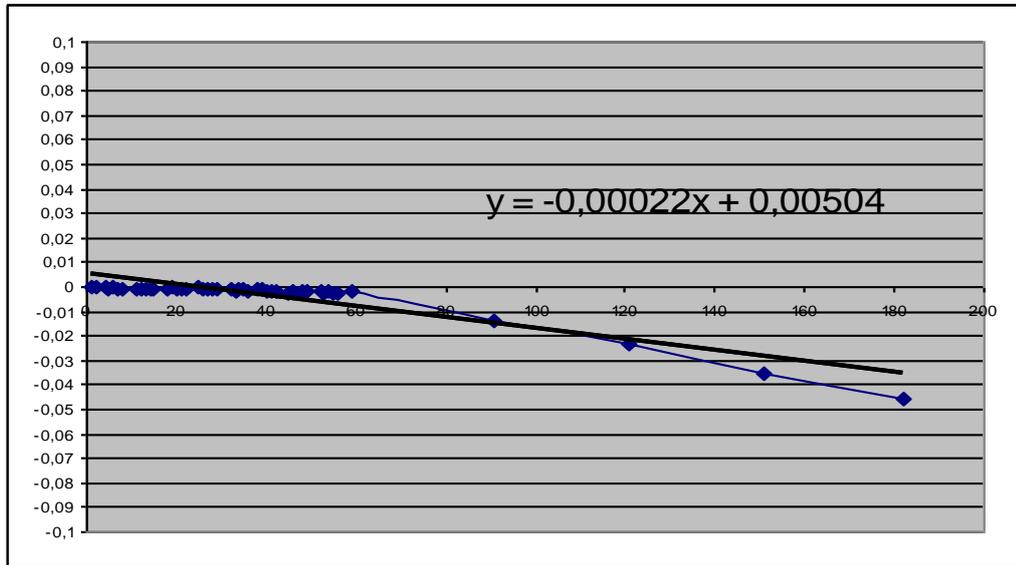


FIGURA 3.21. CINETICA DE DEGRADACION DEL VALOR "L" EN PULPA PASTEURIZADA DE ARAZA, TEMPERATURA DE CONGELACION

**Tabla 36**

Constantes "k" y Predicción de Vida Útil en Pulpa de Arazá

TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO	NO PASTEURIZADO		PASTEURIZADO	
	K	VIDA UTIL (días)	K	VIDA UTIL (días)
AMBIENTE	-0,0707	2,429129384	-0,0037	31,22142343
REFRIGERADO	-0,0092	18,66733125	-0,0011	105,0175152
CONGELADO	-0,0027	63,60720276	-0,00022	525,0875758

Elaborado por: Mónica Quiñónez C

La tabla 36 resume los resultados obtenidos al aplicar la ecuación de predicción de vida útil a la pulpa de arazá pasteurizada y no pasteurizada, y almacenada en tres distintas condiciones, como se puede apreciar, la pulpa de arazá que fue sometida a un proceso de pasteurización y posteriormente almacenada a  $-22^{\circ}\text{C}$  es la que presentó una mayor estabilidad en el atributo de calidad "L" y por lo tanto, tuvo el mayor valor teórico de vida útil.

La pulpa de arazá pasteurizada y congelada tuvo un valor teórico de vida útil de 525.09 días, lo que representa 1.44 años, por lo que si cumple con una holgura de 44%, en el plazo estimado de validez de las pulpas congeladas, que según la experiencia de la industria es de 1 año.

### 3.5.2 Parámetros Microbiológicos

Microbiológicamente la pulpa de arazá pasteurizada y congelada fue analizada para ver si existía un desarrollo de mohos y levaduras, que son básicamente los únicos microorganismos que se pueden presentar en un producto de las características de acidez como lo es el arazá.

Los análisis microbiológicos reportaron ausencia de mohos y levaduras durante los seis meses que se realizaron las pruebas de estabilidad para el presente estudio, por lo tanto se puede establecer que la combinación de el

proceso de pasteurización y un almacenamiento a  $-22^{\circ}\text{C}$ , otorga a la pulpa de arazá estabilidad desde el punto de vista microbiológico.

### 3.5.3 Parámetros Nutricionales

Desde el punto de vista nutricional, la importancia del arazá radica en su alto contenido de vitamina C, esto es debido a que el arazá cultivado en la zona de Santo Domingo de los Colorados reporta 300 ppm de esta vitamina, mientras que el arazá cultivado en países como: Colombia, Brasil, Perú y Costa Rica, presenta alrededor de 40 ppm.

**Tabla 37**

Contenido de Acido Ascórbico en Pulpa Pasteurizada de Arazá

durante el almacenamiento a  $-22^{\circ}\text{C}$

<b>DIA</b>	<b>AC. ASC ppm</b>
0	300,00
0	300,00
1	300,00
2	300,00
4	300,00
5	300,00
6	300,00
7	300,00
8	300,00
11	300,00
12	300,00

13	300,00
14	300,00
15	300,00
18	300,00
19	300,00
20	300,00
21	300,00
22	300,00
25	300,00
26	300,00
27	300,00
28	300,00
29	300,00
32	300,00
33	300,00
34	300,00
35	300,00
36	300,00
38	300,00
39	300,00
40	300,00
41	300,00
42	300,00
45	300,00
46	300,00
47	300,00
48	300,00
49	300,00
52	300,00
53	300,00
54	300,00
55	300,00
56	300,00
59	300,00
91	275,00
121	275,00
151	275,00
182	250,00

Elaborado por Mónica Quiñónez C.

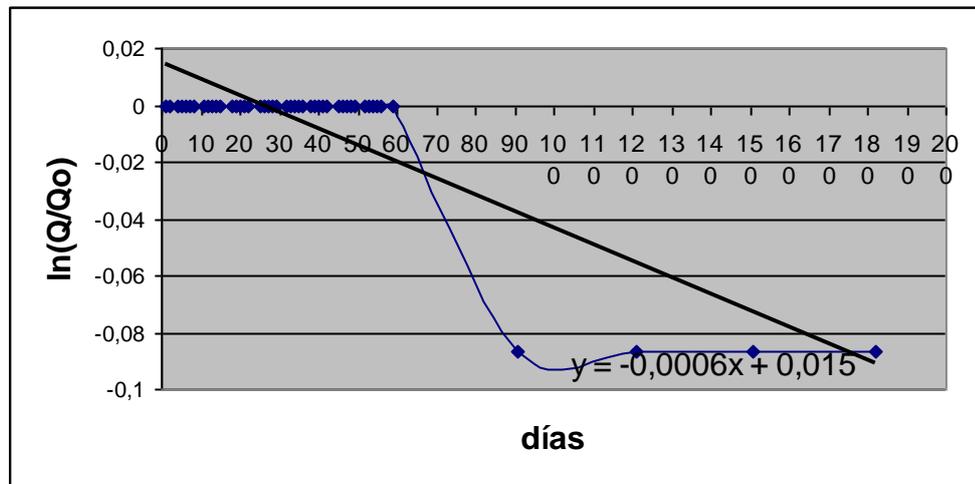


FIGURA 3.22. DEGRADACION DE VITAMINA C EN LA PULPA DE ARAZA PASTEURIZADA Y ALMACENADA A -22°C

La degradación de la vitamina C presenta una reacción de orden uno, con un valor de la constante "k" de -0.0006, al conocer esta constante podemos predecir cuál será el contenido de vitamina C de la pulpa de araza pasteurizada cuando ésta alcance un año de almacenamiento, que es el tiempo tope de vida útil del producto.

Aplicando la ecuación correspondiente a las reacciones de primer orden

$$Q = Q_0 * e^{-kt}$$

$$Q = 300 * e^{(0.0006*365)}$$

Mediante la aplicación de la ecuación de primer orden se pudo predecir que a los 365 días de almacenamiento la pulpa pasteurizada y congelada de arazá tendrá un contenido de 241 ppm, lo que constituye un 80.34% de permanencia del contenido de ácido ascórbico durante el año de almacenamiento.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. El arazá debe ser cosechado en el estado fisiológico de pintón, pues de esa forma se obtiene una fruta con todas sus características organolépticas plenamente desarrolladas y con una mayor resistencia a la manipulación y el almacenamiento.
2. Las condiciones óptimas de almacenamiento son: apilamiento máximo de 3 hileras de altura y temperatura de 12°C
3. El arazá tiene un rendimiento de 70.01% de pulpa sin refinar con respecto a la fruta entera y de 88.82% de pulpa refinada con respecto a la pulpa sin refinar.
4. Al diseñar un tratamiento térmico teniendo como referencia a la pectinesterasa, se consigue estabilizar enzimática y microbiológicamente a la pulpa de arazá, debido a que la pectinesterasa tiene una mayor termoresistencia.

5. El tratamiento térmico que asegura una inactivación total de la pectinesterasa es a temperatura de 85°C en un tiempo 2D, que es equivalente a 3.8 minutos. Cabe recalcar, que la pulpa de arazá refinada, no sufre alteraciones de sus características organolépticas por haber sido sometida al proceso de pasteurización.
6. Microbiológicamente, la probabilidad de deterioro “r” es de 5 envases defectuosos por cada  $10^{286}$  envases procesados.
7. La mayor estabilidad de la pulpa refinada y pasteurizada de arazá se dio en la que fue almacenada a -22°C, la pulpa mantenida a esa temperatura tiene un tiempo de vida útil de 1.44 años, el mismo que sobrepasa en un 44% a el tiempo de vida útil que se le da comercialmente a las pulpas congeladas.
8. Desde el punto de vista microbiológico la pulpa de arazá es estable; y nutricionalmente se estableció que la degradación de la vitamina C tiene una constante de la cinética de reacción “k” de -0.0006, lo que implica que al año de almacenamiento de la pulpa pasteurizada y congelada de arazá tendrá 241 ppm de vitamina C, lo que se traduce en una disminución del 19.66% del parámetro nutricional estudiado.

9. Se recomienda que la cosecha del fruto se realice tomando al fruto desde la base del pedúnculo, para de esta manera evitar magulladuras al ejercer presión directa con las manos sobre el arazá.
  
10. El presente trabajo debería utilizarse como base para posteriores investigaciones acerca de la diversificación de productos y procesos que se pueden realizar y aplicar respectivamente en el arazá.

## ANEXO 1

Tabla de Características físicas del Arazá

MUESTRA	PESO (gr)	DIAMETRO(cm)	ALTURA(cm)
1	97,54	5,85	7,17
2	115,32	6,92	8,44
3	83,47	5,01	6,14
4	95,32	5,72	6,98
5	92,26	5,54	6,78
6	162,84	9,77	11,92
7	176,51	10,59	12,97
8	98,23	5,89	7,19
9	89,56	5,37	6,58
10	108,36	6,50	7,93
11	124,89	7,49	9,18
12	87,46	5,25	6,40
13	99,12	5,95	7,29
14	120,56	7,23	8,82
15	87,35	5,24	6,42
16	140,27	8,42	10,27
17	163,20	9,79	12,00
18	161,10	9,67	11,79
19	102,62	6,16	7,54
20	148,54	8,91	10,87
21	94,47	5,67	6,94
22	101,32	6,08	7,42
23	100,47	6,03	7,38
24	98,37	5,90	7,20
25	109,74	6,58	8,07
26	187,51	11,25	13,72
27	92,26	5,54	6,78
28	114,36	6,86	8,37
29	106,56	6,39	7,83
30	104,46	6,27	7,65
31	107,53	6,45	7,90
32	180,26	10,82	13,19
33	99,38	5,96	7,30
34	146,27	8,78	10,71
35	104,35	6,26	7,67
36	95,56	5,73	6,99
37	110,30	6,62	8,11
38	153,62	9,22	11,24
39	179,24	10,75	13,17
40	107,32	6,44	7,85



41	111,47	6,69	8,19
42	80,46	4,83	5,89
43	159,56	9,57	11,73
44	85,68	5,14	6,27
45	173,63	10,42	12,76
46	175,11	10,51	12,82
47	81,36	4,88	5,98
48	179,27	10,76	13,12
49	139,92	8,40	10,28
50	168,35	10,10	12,32
51	105,15	6,31	7,73
52	135,51	8,13	9,92
53	162,24	9,73	11,92
54	145,86	8,75	10,68
55	168,24	10,09	12,37
56	116,39	6,98	8,52
57	141,54	8,49	10,40
58	138,68	8,32	10,15
59	165,57	9,93	12,17
60	171,21	10,27	12,53
61	168,36	10,10	12,37
62	161,16	9,67	11,80
63	159,92	9,60	11,75
64	148,54	8,91	10,87
65	166,50	9,99	12,24
66	130,36	7,82	9,54
67	144,22	8,65	10,60
68	151,13	9,07	11,06
69	124,98	7,50	9,19
70	174,24	10,45	12,75
71	136,39	8,18	10,02
72	120,67	7,24	8,83
73	147,46	8,85	10,84
74	153,89	9,23	11,26
75	134,84	8,09	9,91
76	180,28	10,82	13,19
77	154,77	9,29	11,38
78	130,52	7,83	9,55
79	80,05	4,80	5,43
80	111,28	6,68	8,14
81	192,25	11,54	14,13
82	145,98	8,76	10,68
83	106,87	6,41	7,85
84	192,04	11,52	14,06
85	140,19	8,41	10,30
86	177,25	10,64	12,97



87	142,31	8,54	10,46
88	135,87	8,15	9,94
89	96,22	5,77	7,07
90	93,75	5,63	6,86
91	87,23	5,23	6,41
92	125,37	7,52	9,18
93	93,45	5,61	6,87
94	88,21	5,29	6,46
95	97,63	5,86	7,18
96	112,67	6,76	8,25
97	181,46	10,89	13,34
98	83,15	4,99	6,09
99	86,98	5,22	6,39
100	176,84	10,61	12,94
SUMATORIA	12988,35	779,30	952,11
PROMEDIO	129,88	7,79	9,52

Elaborado por Mónica Quiñónez C.



## ANEXO 2

PULPA DE ARAZÁ



Nombre \_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_

### PRUEBA DE OLOR

Ante usted hay tres muestras. Dos de ellas son iguales entre sí.  
Huélalas e indique cuál es la muestra diferente

MARQUE CON UNA X LA CLAVE DE LA MUESTRA DIFERENTE

327 145 289

Comentarios \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

### PRUEBA DE SABOR

Ante usted hay tres muestras. Dos de ellas son iguales entre sí.  
Pruébelas e indique cuál es la muestra diferente

MARQUE CON UNA X LA CLAVE DE LA MUESTRA DIFERENTE

543 187 457

Comentarios \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

MUCHAS GRACIAS

TABLA DE RESULTADOS DE LOS JUECES DE LA PRUEBA DE OLOR

JUEZ	327	145	289
1	X		
2			X
3	X		
4		X	
5		X	
6			X
7	X		
8		X	
9	X		
10			X
11			X
12		X	
13		X	
14			X
15		X	
16			X
17	X		
18	X		
19			
20			X

Elaborado por Mónica Quiñónez



TABLA DE RESULTADOS DE LOS JUECES DE LA PRUEBA DE SABOR

JUEZ	543	187	457
1	X		
2		X	
3	X		
4		X	
5			X
6			X
7			X
8	X		
9	X		
10		X	
11		X	
12	X		
13			X
14	X		
15			X
16		X	
17		X	
18	X		
19			X
20	X		

Elaborado por Mónica Quiñónez C.

Para las pruebas se presentaron tres muestras, dos de ellas eran sin pasteurizar y una era pasteurizada, el objetivo de esta prueba era establecer si existía o no una diferencia significativa en el olor y sabor, entre las muestras pasteurizadas y las no pasteurizadas, la Interpretación de estos resultados se los realizaron con la tabla para interpretación de resultados de la prueba triangular.

En la prueba de olor la muestra 543 era la pasteurizada y por tanto la diferente. Solo 7 jueces pudieron acertar al identificarla como diferente, este número de aciertos indican que no existe una diferencia significativa entre las muestras presentadas, con un nivel de confianza del 99.9%.

En la prueba de sabor la muestra 543 era la pasteurizada y por tanto la diferente. Solo 8 jueces pudieron acertar al identificarla como diferente, este número de aciertos indican que no existe una diferencia significativa entre las muestras presentadas, con un nivel de confianza del 99.9%.





## BIBLIOGRAFIA

1. C. CELLERY, "Uso de la pectinasa para mantener los Estándares de viscosidad en el proceso de concentración de la pulpa de guayaba"( Tesis, Facultad de Ingeniería en Alimentos, Escuela Superior Politécnica del Litoral, 2001)
2. HERNÁNDEZ, M.S., H.E. Storage disorders of arazá fruit (Eugenia Stipitata ) related to postharvest treatments, 1999
3. R.P. SINGH, D. R. HELDMAN, Introducción a la ingeniería de los alimentos, España, Acribia, 1993
4. A. ANZALDUA, La evaluación Sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica, España, Acribia, S, A, 1995
5. I. J. LARRAÑAGA, Control e higiene de los alimentos, Control e higiene de los alimentos, España, McGraw-Hill, 1999.
6. <http://www.hort.purdue.edu/newcrop/1492/myrtaceae.html>
7. [http://www.infoagro.net/prodar/carteraproyectos/informe\\_avance\\_araza.htm](http://www.infoagro.net/prodar/carteraproyectos/informe_avance_araza.htm)

8. [http://www.ecuarural.gov.ec/ecuagro/paginas/frutas\\_am/textos/arazatxt.html](http://www.ecuarural.gov.ec/ecuagro/paginas/frutas_am/textos/arazatxt.html)

9. <http://www.fao.org/DOCREP/006/Y4435S/y4435s0q.htm>

10.