

# **ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**

## **FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y AGROINDUSTRIA**

### **INFLUENCIA DE LA FORTIFICACIÓN CON HIERRO EN LA ACEPTABILIDAD Y ESTABILIDAD DE PULPA DE PAPAYA (*Carica papaya L.*)**

#### **PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERA AGROINDUSTRIAL**

**GABRIELA FERNANDA CHACÓN HIDALGO**  
gabichess@hotmail.com

**DIRECTORA: ING. JENNY RUALES NÁJERA, Ph.D.**  
jenny.ruales@epn.edu.ec

Quito, Julio 2013

© Escuela Politécnica Nacional (2013)  
Reservados todos los derechos de reproducción

## **DECLARACIÓN**

Yo, Gabriela Fernanda Chacón Hidalgo, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Escuela Politécnica Nacional puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

---

Gabriela Fernanda Chacón Hidalgo

## CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Gabriela Fernanda Chacón Hidalgo bajo mi supervisión.

---

Dra. Jenny Ruales Nájera  
**DIRECTORA DE PROYECTO**

## AGRADECIMIENTOS

*A Dios, por darme el regalo de la vida.*

*A mi madre, por ser mi apoyo permanente y sobre todo, mi mejor amiga. Gracias a la ayuda incondicional que me ha dado y la confianza que ha depositado en mí, he logrado muchas de las metas que me he propuesto.*

*A mi padre, por el ejemplo de lucha y trabajo que me inculcó desde pequeña.*

*A mis abuelitos, que sé que desde el cielo me cuidan y guían cada uno de mis pasos.*

*A mi hermanos, Nata y Javier, por ser mis cómplices en las grandes y pequeñas cosas de la vida.*

*A Pablo, por ayudarme a ser una mejor persona, y por su cariño y comprensión a lo largo de estos años.*

*A la Dra. Jenny Ruales, por su apoyo, por su paciencia y por brindarme sus consejos durante el desarrollo del presente trabajo.*

*A la Ing. Alicia Guevara y al Dr. Patricio Castillo, por sus oportunas recomendaciones para la culminación de este proyecto.*

*A la Dras. Irma Paredes y Margarita Rosero por toda la ayuda brindada, y sobre todo, por la sincera amistad que me han demostrado.*

*A mis amigos, Anita, Víctor, Paolín, Taty, Esthela, por los años que hemos compartido dentro y fuera de las aulas.*

## **DEDICATORIA**

*A Diego, mi pequeñito, has despertado en mí el amor más grande  
y puro que se puede sentir, sólo puedo agradecer  
a la vida que ahora te tengo a mi lado.*

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

	<b>PÁGINA</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>xvii</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>xix</b>
<b>1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</b>	<b>1</b>
1.1. Estado nutricional de la población infantil en el Ecuador	1
1.1.1. La desnutrición	1
1.1.1.1. Tipos de desnutrición	1
1.1.1.2. Causas de la insuficiencia nutricional	2
1.1.1.3. Estadísticas de desnutrición infantil a nivel mundial y del Ecuador	3
1.1.2. Deficiencia de micronutrientes	6
1.1.2.1. Anemia por deficiencia de hierro	6
1.1.2.2. Deficiencia de vitamina A	8
1.1.2.3. Deficiencia de yodo	9
1.1.3. Requerimientos nutricionales para niños	9
1.1.3.1. Recomendación calórica	10
1.1.3.2. Recomendación proteica	10
1.1.3.3. Recomendación de carbohidratos	11
1.1.3.4. Recomendación de lípidos	11
1.1.3.5. Recomendación de vitaminas y minerales	11
1.2. Fortificación de alimentos	12
1.2.1. Fortificación con hierro	15
1.2.1.1. El hierro y su importancia en la nutrición humana	15
1.2.1.2. Toxicidad por consumo excesivo de hierro	16
1.2.1.3. Biodisponibilidad y factores importantes en la absorción del hierro	17
1.2.1.4. Generalidades de los compuestos empleados en la fortificación con hierro	19
1.2.1.5. Características del pirofosfato férrico	21
1.2.1.6. Experiencias de fortificación con hierro	21
1.2.2. Fortificación con otros micronutrientes	22
1.3. Pulpas de frutas	24
1.3.1. Proceso de elaboración de pulpa de frutas	26
1.3.1.1. Recepción de materia prima	27
1.3.1.2. Selección y clasificación	27
1.3.1.3. Lavado y desinfección	28
1.3.1.4. Pelado y corte	28
1.3.1.5. Escaldado	28
1.3.1.6. Despulpado	28
1.3.1.7. Refinado	29
1.3.1.8. Empaque y almacenamiento	29
1.3.2. Generalidades de la papaya, frutilla y piña	29
1.3.2.1. Generalidades de la papaya	29

1.3.2.2.	Generalidades de la frutilla	31
1.3.2.3.	Generalidades de la piña	32
1.3.2.4.	Producción nacional de piña, papaya y frutilla	33
1.3.2.5.	Contenidos nutricionales de pulpas de piña, papaya y frutilla	33
1.3.3.	Productos derivados de frutas fortificados con hierro	34
<b>2.</b>	<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>36</b>
2.1.	Materiales	38
2.1.1.	Materiales e insumos	38
2.1.1.1.	Materia prima	38
2.1.1.2.	Compuesto de hierro para fortificación de la pulpa	38
2.1.1.3.	Aditivos para la fortificación de la pulpa	38
2.1.1.4.	Empaque de la pulpa fortificada con hierro	38
2.1.2.	Equipos para la elaboración de pulpa fortificada con hierro	39
2.2.	Determinación de la dosis efectiva de hierro	39
2.2.1.	Selección de la fruta a ser fortificada	39
2.2.2.	Encuesta a beneficiarios del Banco de Alimentos de Quito	40
2.2.3.	Recordatorio de 48 horas	41
2.2.4.	Análisis de contenido de hierro en el pirofosfato férrico y en la pulpa de fruta	41
2.2.5.	Análisis sensorial de dosificación de hierro	42
2.3.	Estandarización del proceso de fortificación	42
2.3.1.	Estandarización del método	42
2.3.2.	Elaboración de pulpa de fruta fortificada y no fortificada	43
2.3.3.	Análisis bromatológico de pulpa de fruta fortificada y no fortificada	43
2.4.	Estudio de aceptabilidad en consumidores potenciales	44
2.5.	Estudio de estabilidad de las pulpas fortificadas y no fortificadas	45
2.5.1.	Pruebas de almacenamiento de las pulpas fortificadas y pulpas blanco	45
2.5.2.	Evaluación microbiológica de las pulpas fortificadas y pulpas blanco	46
2.5.3.	Pruebas sensoriales de estabilidad de las pulpas fortificadas y pulpas blanco	46
<b>3.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>48</b>
3.1.	Determinación de la dosis efectiva de hierro	48
3.1.1.	Selección de la fruta a ser fortificada	48
3.1.2.	Encuesta a beneficiarios del Banco de Alimentos de Quito	49
3.1.3.	Recordatorio de 48 horas	58



3.1.4.	Análisis de contenido de hierro en el pirofosfato férrico y en la pulpa de fruta	63
3.1.5.	Determinación de la dosis de hierro	64
3.1.6.	Análisis sensorial de dosificación	67
3.2.	Estandarización del método de fortificación	69
3.2.1.	Estandarización de las variables en la elaboración de pulpa de papaya fortificada	69
3.2.2.	Descripción del proceso para elaborar pulpa de papaya fortificada	70
3.2.3.	Balance de masa del proceso de elaboración de pulpa de papaya fortificada	77
3.2.4.	Escalamiento del proceso de fortificación férrica de pulpa de papaya	79
3.2.5.	Determinación del costo de fortificación de pulpa de papaya con pirofosfato férrico	82
3.2.6.	Análisis y determinación de vitaminas en pulpas de papaya fortificadas y no fortificadas	83
3.2.7.	Análisis y determinación de hierro en las pulpas fortificadas y no fortificadas	84
3.3.	Estudio de aceptabilidad de la pulpa de papaya fortificada	84
3.4.	Estudio de estabilidad de la pulpa de papaya fortificada y no fortificada	86
3.4.1.	Diseño experimental	86
3.4.2.	Análisis estadístico de los resultados de las pruebas de estabilidad de las pulpas fortificadas y no fortificadas	87
3.4.2.1.	Almacenamiento de las pulpas fortificadas y no fortificadas	87
3.4.2.2.	Microbiológico	93
3.4.2.3.	Sensorial	95
<b>4.</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>103</b>
4.1.	Conclusiones	103
4.2.	Recomendaciones	104
	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>106</b>
	<b>ANEXOS</b>	<b>118</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

		PÁGINA
<b>Tabla 1.1.</b>	Tasas de desnutrición crónica en menores de cinco años en el Ecuador	4
<b>Tabla 1.2.</b>	Ingesta diaria recomendada de hierro para grupos etarios	16
<b>Tabla 1.3.</b>	Características de los compuestos de hierro usados para la fortificación de alimentos	20
<b>Tabla 1.4.</b>	Contenido de vitaminas y minerales en 65 g de “Mi Papilla”	23
<b>Tabla 1.5.</b>	Producción nacional de piña, papaya y frutilla en el año 2007	33
<b>Tabla 1.6.</b>	Contenidos nutricionales en 100 g de pulpa de piña, papaya y frutilla	34
<b>Tabla 3.1.</b>	Aceptabilidad de las pulpas de frutas	48
<b>Tabla 3.2.</b>	Recordatorio del día N° 1	60
<b>Tabla 3.3.</b>	Recordatorio del día N° 2	61
<b>Tabla 3.4.</b>	Contenido de hierro en el pirofosfato férrico y la pulpa de papaya	63
<b>Tabla 3.5.</b>	Rendimiento de la preparación de jugo de fruta y número de pulpas de fruta adquiridas por semana por cada familia encuestada	64
<b>Tabla 3.6.</b>	Ingesta diaria de hierro en los días correspondientes al recordatorio de 48 h aplicado en la escuela Inti	65
<b>Tabla 3.7.</b>	Resultados del test triángulo para el parámetro color	67
<b>Tabla 3.8.</b>	Resultados del test triángulo para el parámetro aroma	67
<b>Tabla 3.9.</b>	Resultados del test triángulo para el parámetro sabor	67
<b>Tabla 3.10.</b>	Prueba $\chi^2$ para los parámetros color, aroma y sabor de pulpa de papaya fortificada con pirofosfato férrico	68
<b>Tabla 3.11.</b>	Tiempo de homogenización para obtener pulpa de papaya fortificada	69
<b>Tabla 3.12.</b>	Componentes del balance de masa para la producción de 40 kg de pulpa de papaya fortificada	80
<b>Tabla 3.13.</b>	Contenido de provitamina A en pulpa de papaya y pulpa de papaya	

	fortificada	83
<b>Tabla 3.14.</b>	Contenido de vitamina C en pulpa de papaya y pulpa de papaya fortificada	83
<b>Tabla 3.15.</b>	Contenido de hierro en pulpa de papaya fortificada y no fortificada	84
<b>Tabla 3.16.</b>	Porcentaje de aceptación de jugos preparados con pulpa de papaya fortificada y sin fortificar entre niños de 4 a 12 años	85
<b>Tabla 3.17.</b>	VARIABLES Y NIVELES DE LOS TRATAMIENTOS	87
<b>Tabla 3.18.</b>	Resultados del parámetro sólidos solubles	88
<b>Tabla 3.19.</b>	Análisis de varianza para el parámetro sólidos solubles	88
<b>Tabla 3.20.</b>	Resultados del parámetro pH durante el almacenamiento	90
<b>Tabla 3.21.</b>	Análisis de varianza para el parámetro pH	90
<b>Tabla 3.22.</b>	Resultados de acidez titulable durante la prueba de almacenamiento	91
<b>Tabla 3.23.</b>	Análisis de varianza para el parámetro acidez	91
<b>Tabla 3.24.</b>	Resultados de los análisis microbiológicos	93
<b>Tabla 3.25.</b>	Análisis de varianza para los resultados microbiológicos	93
<b>Tabla 3.26.</b>	Características organolépticas de las pulpas durante el almacenamiento	96
<b>Tabla 3.27.</b>	Análisis de varianza para la apariencia de las pulpas en los días de evaluación	96
<b>Tabla 3.28.</b>	Análisis de varianza para el color de las pulpas en los días de evaluación	97
<b>Tabla 3.29.</b>	Análisis de varianza para el aroma de las pulpas en los días de evaluación	98
<b>Tabla 3.30.</b>	Análisis de varianza para el sabor de las pulpas en los días de evaluación	100
<b>Tabla 3.31.</b>	Análisis de varianza para la textura de las pulpas en los días de evaluación	101
<b>Tabla AVI.1.</b>	Contenido de micronutrientes en 100 g de alimento	125

<b>Tabla AVIII.1.</b>	Análisis estadístico de los resultados de sólidos solubles	128
<b>Tabla AVIII.2.</b>	Prueba de rangos múltiples para el parámetro de sólidos solubles	128
<b>Tabla AIX.1.</b>	Análisis estadístico de los resultados de pH	129
<b>Tabla AIX.2.</b>	Prueba de rangos múltiples para el parámetro pH	129
<b>Tabla AX.1.</b>	Análisis estadístico de los resultados de acidez	130
<b>Tabla AX.2.</b>	Prueba de rangos múltiples para el parámetro de acidez	130
<b>Tabla AXI.1.</b>	Análisis estadístico de los resultados del recuento total de bacterias	131
<b>Tabla AXI.2.</b>	Prueba de rangos múltiples para el recuento total de bacterias	131
<b>Tabla AXII.1.</b>	Análisis estadístico de los resultados de apariencia	132
<b>Tabla AXII.2.</b>	Prueba de rangos múltiples para el parámetro de apariencia	132
<b>Tabla AXIII.1.</b>	Análisis estadístico de los resultados de color	133
<b>Tabla AXIII.2.</b>	Prueba de rangos múltiples para el parámetro color	133
<b>Tabla AXIV.1.</b>	Análisis estadístico de los resultados de aroma	134
<b>Tabla AXIV.2.</b>	Prueba de rangos múltiples para el parámetro de aroma	134
<b>Tabla AXV.1.</b>	Análisis estadístico de los resultados de sabor	135
<b>Tabla AXV.2.</b>	Prueba de rangos múltiples para el parámetro sabor	135
<b>Tabla AXVI.1.</b>	Análisis estadístico de los resultados de textura	136
<b>Tabla AXVI.2.</b>	Prueba de rangos múltiples para el parámetro de textura	136

## ÍNDICE DE FIGURAS

		<b>PÁGINA</b>
<b>Figura 1.1.</b>	Mapa de desnutrición crónica infantil en el Ecuador	5
<b>Figura 1.2.</b>	Procesamiento industrial de frutas frescas	24
<b>Figura 1.3.</b>	Operaciones básicas para el procesamiento industrial de frutas	25
<b>Figura 1.4.</b>	Rendimiento en pulpa de diversas frutas	26
<b>Figura 1.5.</b>	Etapas del proceso de elaboración comercial de pulpa de frutas	27
<b>Figura 1.6.</b>	Mapa de cultivo de papaya en el Ecuador	30
<b>Figura 1.7.</b>	Mapa de cultivo de piña en el Ecuador	32
<b>Figura 2.1.</b>	Diagrama del proceso de fortificación férrica de pulpa de papaya	37
<b>Figura 3.1.</b>	Número de hijos por familia	50
<b>Figura 3.2.</b>	Número de hijos en edad escolar por familia	50
<b>Figura 3.3.</b>	Adquisición de pulpas en el BAQ	51
<b>Figura 3.4.</b>	Preferencia de sabor de pulpa de fruta	52
<b>Figura 3.5.</b>	Frecuencia de compra	53
<b>Figura 3.6.</b>	Preferencia de compra de pulpas de fruta	53
<b>Figura 3.7.</b>	Cantidad de pulpas de fruta adquiridas	54
<b>Figura 3.8.</b>	Modo de almacenamiento	55
<b>Figura 3.9.</b>	Rendimiento de la preparación	56
<b>Figura 3.10.</b>	Tiempo de consumo	56
<b>Figura 3.11.</b>	Aceptación de la pulpa de papaya	57
<b>Figura 3.12.</b>	Conocimiento del producto	58
<b>Figura 3.13.</b>	Pesaje de la fruta	71
<b>Figura 3.14.</b>	Selección y clasificación	71
<b>Figura 3.15.</b>	Lavado y desinfección	72

<b>Figura 3.16.</b>	Pelado y corte	73
<b>Figura 3.17.</b>	Desintegrado	73
<b>Figura 3.18.</b>	Elaboración de la premezcla	74
<b>Figura 3.19.</b>	Molino coloidal	75
<b>Figura 3.20.</b>	Homogenización	75
<b>Figura 3.21.</b>	Tubo de descarga del molino coloidal	76
<b>Figura 3.22.</b>	Empacado de las pulpas	76
<b>Figura 3.23.</b>	Almacenamiento	77
<b>Figura 3.24.</b>	Balance de masa para la elaboración de pulpa de papaya fortificada con pirofosfato férrico a nivel piloto	78
<b>Figura 3.25.</b>	Balance de masa para la elaboración de pulpa de papaya fortificada con pirofosfato férrico a escala industrial	81
<b>Figura 3.26.</b>	Evolución de sólidos solubles durante el estudio de almacenamiento	89
<b>Figura 3.27.</b>	Evolución del pH durante el estudio de almacenamiento	90
<b>Figura 3.28.</b>	Evolución de la acidez durante el estudio de almacenamiento	92
<b>Figura 3.29.</b>	Evolución del recuento total de bacterias para los tratamientos T1 y T3	94
<b>Figura 3.30.</b>	Evolución del recuento total de bacterias para los tratamientos T2 y T4	94
<b>Figura 3.31.</b>	Evolución de la apariencia de las pulpas en los días de evaluación	97
<b>Figura 3.32.</b>	Evolución del color de las pulpas en los días de evaluación	98
<b>Figura 3.33.</b>	Evolución del aroma de las pulpas en los días de evaluación	99
<b>Figura 3.34.</b>	Evolución del sabor de las pulpas en los días de evaluación	100
<b>Figura 3.35.</b>	Evolución de la textura de las pulpas en los días de evaluación	101
<b>Figura AVIII.1.</b>	LSD de Fisher para el parámetro sólidos solubles	128
<b>Figura AIX.1.</b>	LSD de Fisher para el parámetro pH	129

<b>Figura AX.1.</b>	LSD de Fisher para el parámetro acidez	130
<b>Figura AXI.1.</b>	LSD de Fisher para el parámetro recuento total de bacterias	131
<b>Figura AXII.1.</b>	LSD de Fisher para el parámetro apariencia	132
<b>Figura AXIII.1.</b>	LSD de Fisher para el parámetro color	133
<b>Figura AXIV.1.</b>	LSD de Fisher para el parámetro aroma	134
<b>Figura AXV.1.</b>	LSD de Fisher para el parámetro sabor	135
<b>Figura AXVI.1.</b>	LSD de Fisher para el parámetro textura	136

## ÍNDICE DE ANEXOS

	<b>PÁGINA</b>
<b>ANEXO I</b> Formato de aplicación de escala hedónica facial para prueba de aceptabilidad en niños	119
<b>ANEXO II</b> Encuesta aplicada en el BAQ	120
<b>ANEXO III</b> Formato de recordatorio de 48 horas	122
<b>ANEXO IV</b> Formato para análisis sensorial de dosificación	123
<b>ANEXO V</b> Formato para análisis sensorial de estabilidad	124
<b>ANEXO VI</b> Contenidos de micronutrientes en 100 g de alimento	125
<b>ANEXO VII</b> Fotografías de la prueba de aceptabilidad del producto fortificado	126
<b>ANEXO VIII</b> Resultados de las pruebas de almacenamiento para sólidos solubles	128
<b>ANEXO IX</b> Resultados de las pruebas de almacenamiento para pH	129
<b>ANEXO X</b> Resultados de las pruebas de almacenamiento para acidez titulable	130
<b>ANEXO XI</b> Resultados microbiológicos de recuento total de bacterias	131
<b>ANEXO XII</b> Resultados de las pruebas sensoriales de estabilidad para el parámetro apariencia	132
<b>ANEXO XIII</b> Resultados de las pruebas sensoriales de estabilidad para el parámetro color	133
<b>ANEXO XIV</b> Resultados de las pruebas sensoriales de estabilidad para el parámetro aroma	134
<b>ANEXO XV</b> Resultados de las pruebas sensoriales de estabilidad para el parámetro sabor	135



**ANEXO XVI**

Resultados de las pruebas sensoriales de estabilidad para el parámetro textura

136

## GLOSARIO DE ABREVIATURAS

µg:	Microgramos
A.O.A.C.:	Association of Official Analytical Chemists
BAQ:	Banco de Alimentos de Quito
DECAB:	Departamento de Ciencias de los Alimentos y Biotecnología
EPN:	Escuela Politécnica Nacional
FAO:	Food and Agriculture Organization
h:	Horas
ha:	Hectárea
IDR:	Ingesta diaria recomendada
kcal:	Kilocalorías
kg:	Kilogramos
L:	Litros
m/o:	Microorganismos
mg:	Miligramos
mL:	Mililitros
msnm:	Metros sobre el nivel del mar
MSP:	Ministerio de Salud Pública
N/A:	No aplica
OMS:	Organización Mundial de la Salud
OPS:	Organización Panamericana de la Salud
pH:	Potencial de hidrógeno
ppm:	Partes por millón
RE:	Retinol
SECIAN:	Sociedad Ecuatoriana de Ciencias de la Alimentación y Nutrición
t:	Tonelada
T1:	Blanco congelado
T2:	Blanco refrigerado
T3:	Fortificado congelado
T4:	Fortificado refrigerado
UNICEF:	United Nations International Children's Emergency Fund

## RESUMEN

El presente trabajo estudia la influencia de la adición de hierro en la estabilidad y aceptabilidad de pulpa de papaya. Se realizó un estudio preliminar de aceptabilidad empleando piña, papaya y frutilla, tres de las frutas más consumidas por los escolares de la región Sierra de acuerdo con la SECIAN (2007, p. 6); después de analizar los datos se escogió a la papaya como la materia prima con la cual se realizó el proceso de fortificación.

Para determinar la dosis de hierro a adicionar se realizó una encuesta de consumo en el BAQ, un recordatorio de 48 horas en la escuela Inti y una cuantificación de hierro mediante espectrofotometría de absorción atómica en el fortificante y en la pulpa de papaya sin fortificar. La dosis para fortificar la pulpa de fruta se estableció en 304,08 mg de pirofosfato férrico / kg de pulpa de papaya, la misma que fue sometida a un análisis sensorial para determinar la existencia de diferencias organolépticas con la pulpa sin adición de hierro.

Se estandarizó el proceso de fortificación y se obtuvo un balance de masa, en el cual se determinó un rendimiento del 62,5 % en pulpa de fruta fortificada. Se realizó un escalado del proceso para cubrir los requerimientos de la población en estudio. Posteriormente, se estableció el costo de fortificación en un valor de \$ 0,03 por niño durante un año de consumo del producto.

Para determinar la aceptabilidad, se evaluó la pulpa de papaya fortificada y la pulpa sin fortificar a través de una escala hedónica facial.

En el caso de la estabilidad se aplicó un diseño experimental  $2^2$ . Se trabajó con dos variables a dos niveles cada una: temperatura:  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$  y  $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , y contenido de fortificante: blanco y fortificado, con lo cual se obtuvo cuatro tratamientos: T1, T2, T3 y T4. Se realizaron análisis de pH, sólidos solubles, acidez y recuento total de bacterias. En la estabilidad sensorial se evaluaron: apariencia, color, aroma, sabor y textura. Este estudio tuvo una duración de 21 días y los análisis se efectuaron

cada 7 días; los resultados se sometieron a análisis de varianza, con un nivel del 95,0 % de confianza.

Finalmente, se seleccionaron los mejores tratamientos con base en los valores más altos de estabilidad organoléptica y mayor tiempo de conservación, resultando los tratamientos T3 y T1 como los escogidos, con valores promedio en los análisis sensoriales, sobre una escala de 5,00, de 3,42 y 3,37 puntos, respectivamente; con una vida útil superior, en ambos casos, a los 21 días; y con valores de parámetros de almacenamiento muy similares, con lo cual se comprobó que la adición de hierro a la pulpa de fruta no influye en la estabilidad microbiológica y de almacenamiento del producto, sin embargo sí mejora levemente las propiedades: apariencia, color, aroma y sabor. Además, se concluyó que existe un incremento del 5 % en la aceptabilidad del jugo preparado con pulpa fortificada, en relación con el preparado con pulpa sin fortificar.

## INTRODUCCIÓN

Según la definición de la Food and Agriculture Organization, el objetivo de la seguridad alimentaria es garantizar a todas las personas el acceso físico y económico a los alimentos básicos que necesitan (Thomson y Metz, 1999, p. 3). Debido a que la situación actual del país exige que los pocos alimentos que la población consume, le provean todos los nutrientes que debería suministrarle una dieta balanceada, es necesario desarrollar productos que contengan la mayor cantidad posible de micronutrientes.

Las enfermedades relacionadas con la deficiencia de micronutrientes especialmente el hierro, son un problema común y que no se limita a un grupo específico. Uno de los procedimientos empleados para corregir dicha carencia es la fortificación de alimentos puesto que ha probado ser eficaz para suministrar los nutrientes deseados a la población (Ministerio de Salud Pública, 1995, p. 5).

De modo general, las pulpas de frutas resultan ser un excelente vehículo para la formulación de un producto fortificado ya que poseen una gran cantidad de vitaminas lo cual favorece la absorción del hierro (Serra, Aranceta y Mataix, 2006, p. 178) y a la vez lo convierte en un alimento altamente nutritivo.

Con el fin de disminuir la carencia de hierro en el segmento de niños en edad escolar se decidió fortificar un producto de consumo masivo como la pulpa de fruta y evaluar tanto la aceptabilidad como la estabilidad del producto. Las pulpas congeladas presentan una alta demanda por parte de los consumidores ya que son productos naturales y por el tipo de conservación empleado tienen larga vida útil. Se utilizan para hacer jugos y néctares combinados (Chacón, 2006, p. 28).

Existe un número reducido de investigaciones acerca de fortificación de jugos, uno de los más representativos es el de Roe, Collings, Hoogewerff y Fairweather (2008) sobre jugo clarificado de manzana, al cual se le adicionó pirofosfato férrico micronizado y en sus resultados se puede observar las ventajas del fortificante usado en la elaboración de bebidas.

# **1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

## **1.1 ESTADO NUTRICIONAL DE LA POBLACIÓN INFANTIL EN EL ECUADOR**

### **1.1.1 LA DESNUTRICIÓN**

La Organización Mundial de la Salud (2006) establece que la desnutrición se genera cuando el individuo no ingiere constante y continuamente los alimentos que requiere para satisfacer sus necesidades de energía. También se puede derivar de una absorción insuficiente o de un uso biológico deficiente de los nutrientes consumidos, y que, consecuentemente, provoca una pérdida de peso corporal (p. 1).

Por otro lado, Torun (2005) indica que el organismo requiere los nutrientes suficientes para generar la energía necesaria, con el fin de mantener la salud y el crecimiento adecuados, y un nivel de actividad física moderado (p. 968).

Según el Fondo de Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF, 2006), la desnutrición es la principal causa de mortalidad en lactantes y niños pequeños en los países en desarrollo. Es frecuente que los niños desnutridos tengan infecciones repetidas y que presenten peso inferior a la edad correspondiente, además, pueden padecer retraso en estatura y carencia de micronutrientes (p.3).

#### **1.1.1.1. Tipos de desnutrición**

La desnutrición se puede presentar en tres variantes:

Desnutrición global: Se presenta cuando el peso de la persona no corresponde para la edad, al compararlo con otros individuos del mismo grupo etario (Marín, Jaramillo, Gómez y Gómez, 2008, p. 77).

Desnutrición crónica: Es la causante del retraso del crecimiento y del desarrollo. El indicador empleado para realizar este diagnóstico es la talla en relación con la edad. La desnutrición crónica es el tipo de desnutrición más frecuente en la mayor parte de Latinoamérica (Marín, Jaramillo, Gómez y Gómez, 2008, pp. 77, 78).

Desnutrición aguda: Se produce cuando el cuerpo ha perdido gran cantidad de agua y electrolitos, seguido de una pérdida de masa muscular y reservas de grasa, debido a la poca ingesta de alimentos. Este tipo de desnutrición es una de las principales causas de mortalidad en niños preescolares (Rojas y Guerrero, 1999, p. 142; UNICEF, 2008, p. 67).

Además de estas variantes de la desnutrición, se debe considerar al hambre oculta. Su causa más importante es la carencia de vitaminas y minerales. Los niños que la padecen no pueden alcanzar un desarrollo completo de su potencial físico, intelectual y social. "El hambre oculta originada en la carencia de micronutrientes no produce las mismas sensaciones que el hambre normal. Muchas veces no se siente nada en el estómago, pero el hambre oculta ataca la salud y la vitalidad desde lo más profundo y sigue siendo un mal generalizado que se presenta en los países en desarrollo" (UNICEF, 2005).

#### **1.1.1.2. Causas de la insuficiencia nutricional**

Las principales causas de la baja estatura por edad en un niño son (Banco Mundial, 2007, p. 25): ingesta alimentaria inadecuada, bajo peso al nacer y el mal manejo de las enfermedades infantiles. Estas causas conforman un círculo vicioso puesto que la enfermedad provoca la pérdida de apetito del infante y como consecuencia, se empeora el cuadro clínico inicial.

Dichas causas se originan en el hogar, debido a las siguientes razones (BM, 2007, pp. 25, 26):

a) La carencia de recursos económicos genera una mala nutrición.

- b) El nacimiento de un elevado número de hijos en el hogar, el poco espaciamiento entre éstos y una dieta inadecuada de la mujer embarazada, da como resultado, neonatos con bajo peso. De la misma manera, una ingesta poco equilibrada de los alimentos que reciben los infantes agudiza el problema.
- c) La falta de acceso a servicios médicos y de agua potable y saneamiento, también influyen en la proliferación de las enfermedades.

### **1.1.1.3. Estadísticas de desnutrición infantil a nivel mundial y del Ecuador**

La desnutrición en el Ecuador afecta a un segmento importante de la población, en especial al que vive con escasos recursos económicos o en condiciones de pobreza. Es importante recalcar que a diferencia de otros países, en donde el problema radica en la poca disponibilidad de los alimentos, en el Ecuador, la situación gira en torno a la gran brecha socioeconómica que no permite que la población menos favorecida tenga acceso a una adecuada alimentación (UNICEF ECUADOR, 2007).

En el año 2006, a nivel mundial había 170 millones de niños con desnutrición, de los cuales 3 millones mueren cada año, por causa de su bajo peso. En contraste con dicha problemática, se calculó que existían al menos 20 millones de niños menores de cinco años con sobrepeso (OMS, 2006, p. 1).

La situación nutricional de los niños preescolares evidencia el desarrollo de un país (FAO, 2010).

De acuerdo con los datos provenientes de la encuesta nacional de condiciones de vida de 2006, se evidencia una tendencia decreciente en cuanto a la tasa de desnutrición crónica, puesto que ésta disminuyó del 31,7 al 25,8 %, al ser comparada con la encuesta de condiciones de vida de 1999, como se muestra en la tabla 1.1 (World Food Program, 2006).



**Tabla 1.1.** Tasas de desnutrición crónica en menores de cinco años en el Ecuador

	Tasas de desnutrición crónica (%)	
	Encuesta Condiciones de Vida 1999	Encuesta Condiciones de Vida 2006
<b>País</b>	31,7	25,8
<b>Urbano</b>	22,3	19,2
<b>Rural</b>	42,8	35,5

(WFP, 2006)

En el Ecuador, se realizó el primer censo nacional de talla en escolares en 1991, para conocer la situación nutricional de la población infantil; mientras que, en 1994, se realizó un estudio en adolescentes, que determinó desnutrición en 10 % y problemas de sobrepeso y obesidad en igual proporción, siendo las mujeres las más propensas a desarrollar este problema. En cuanto al aspecto geográfico, la región costa es la zona con mayor prevalencia (Moreano, 2001, p. 3).

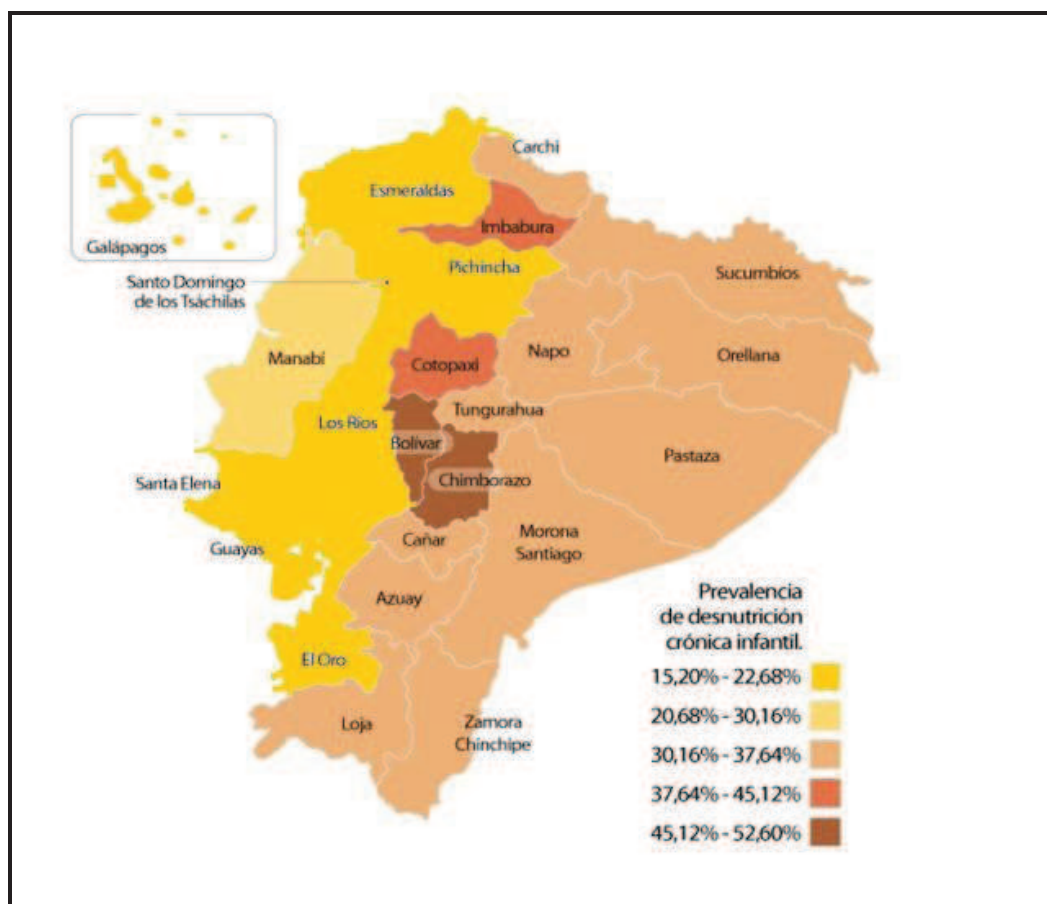
De acuerdo con la FLACSO (2001), a nivel nacional “uno de cada cuatro menores de cinco años presenta retardo en estatura, en tanto que doce de cada cien niños presentan deficiencias en el peso” (p. 51).

A pesar que no existen datos nutricionales para los adultos, se conoce que el problema principal se centra en la obesidad (Moreano, 2001, p. 22).

Según estudios realizados por la FAO, el Suministro de Energía Alimentaria (SEA) por persona se incrementó en un 25 % aproximadamente en la década de los 90, sin embargo, un gran número de familias de bajos recursos no logró cubrir sus necesidades alimenticias puesto que la riqueza se concentró principalmente en los hogares de mayor ingreso (Moreano, 2001, pp. 13, 20).

Considerando el aspecto geográfico en el Ecuador, se observa que la desnutrición infantil es un problema especialmente del sector campesino (Moreano, 2001, p. 20). En el año 2006, en el área rural, se determinó una tasa del 35,5 %, que prácticamente duplica al 19,2 % de la zona urbana. Además, los mayores índices

de desnutrición se concentran en provincias de la sierra tales como: Imbabura, Cotopaxi, Chimborazo y Bolívar, como se observa en el mapa de desnutrición crónica infantil en el Ecuador del año 2006, que se presenta en la figura 1.1.



**Figura 1.1.** Mapa de desnutrición crónica infantil en el Ecuador (WFP, 2006)

En estas provincias, donde existe gran cantidad de población indígena, son muy frecuentes problemas como la mortalidad infantil, la pobreza, la indigencia y el analfabetismo, por tal razón se la considera un grupo de alto riesgo (FAO, 2010). En el año 1998, se reportó que el 58 % y el 30 % de los infantes preescolares del área rural indígena padecían de desnutrición crónica y global, respectivamente. Por lo tanto, el sector indígena muestra un riesgo mayor de sufrir de desnutrición crónica y global, en comparación con otros grupos étnicos. Otro elemento permanente en las zonas rurales de la sierra indígena del Ecuador es el acceso reducido a servicios básicos de agua potable y alcantarillado, lo cual contribuye a agudizar la prevalencia de enfermedades como la diarrea y consecuentemente,

elevar la presencia de casos de desnutrición (Larrea, Lutter y Freire, 2001, pp. 10, 22).

También, la situación de escolaridad de la madre es concluyente en la disminución de casos de desnutrición, La prevalencia de desnutrición crónica presenta una relación 4:1 en los niños cuyas madres han accedido a 3 ó menos años de enseñanza básica, con relación con los hijos de mujeres con algún grado de instrucción superior; esto se puede evidenciar ampliamente en las zonas rurales, donde las mujeres se encuentran en condiciones desfavorables en cuanto al acceso a educación (Larrea et al., 2001, pp. 11, 21).

### **1.1.2 DEFICIENCIA DE MICRONUTRIENTES**

Para llevar a cabo un estudio de la deficiencia de micronutrientes se requiere de la toma de datos de las muestras de sangre de los individuos participantes. La encuesta de nutrición DANS (Diagnóstico de la Situación Alimentaria, Nutricional y de Salud de la Población Ecuatoriana menor de cinco años) realizada en 1986, fue el último estudio con representación nacional en el Ecuador. Su elaboración estuvo a cargo del Consejo Nacional de Desarrollo (CONADE) y el Ministerio de Salud Pública (BM, 2007, p. 21).

#### **1.1.2.1. Anemia por deficiencia de hierro**

La anemia se define como el descenso de eritrocitos, hemoglobina y hematocrito, hacia valores inferiores a los establecidos para las personas sanas, clasificadas de acuerdo con el grupo etario, género y etnia, en las mismas condiciones ambientales. En otras palabras, la anemia es consecuencia de la disminución de la capacidad de transporte de oxígeno de la sangre (Rodak, 2004, p. 202).

Cuando la causa de anemia es la deficiencia de hierro, es conocida como ferropénica, la cual es la más común de las anemias. Otros tipos de anemias son

las megaloblásticas, provocadas por las deficiencias de otros micronutrientes como el ácido fólico, vitamina B<sub>12</sub> y proteínas (Rodak, 2004, pp. 217, 233).

Las infecciones parasitarias también se consideran como causas de la anemia, puesto que algunos parásitos se adhieren a la pared intestinal y se alimentan de sangre, como el *Ancylostoma duodenale*, en tanto que, otros no permiten la adecuada asimilación de los nutrientes como el *Áscaris lumbricoides*. La anemia no puede ser corregida mientras persista el problema parasitario (Pita, Basabe, Jiménez y Mercader, 2007, p. 6).

La anemia es un problema alarmante en el Ecuador; de acuerdo con la encuesta DANS de 1986, 1 de cada 5 niños entre 2 a 5 años de edad sufría de anemia; en el grupo de 6 a 12 meses de edad, 7 de cada 10 la padecían. Y 5 de cada 10 niños entre los 12 a 24 meses de edad también presentaban dicho cuadro clínico (Freire, Dirren, Mora, Arenales y Granda, 1995, p. 190).

La anemia ferropénica incrementa el riesgo de discapacidad y muerte entre los niños preescolares, las mujeres embarazadas y las mujeres en edad fértil. De acuerdo con una encuesta realizada en el año 2004, en la cual se tomaron datos de los valores de hemoglobina de 5 000 mujeres entre 15 a 49 años y niños menores de 5 años que se beneficiaban del Bono de Desarrollo Humano, se reportó una tasa de anemia para los niños de 6 a 12 meses, superior al 80 %. Para niños de 12 a 23 meses la tasa se ubicó en el 76 % y disminuyó gradualmente al avanzar en la edad de los infantes, sin embargo, los porcentajes son elevados, de tal manera que para los niños de 5 años, la cifra se situó en 47,5 %. En el caso de mujeres gestantes la prevalencia fue del 44 % (BM, 2007, p. 22).

### **Consecuencias de la anemia**

Los síntomas más comunes de la anemia se enlistan a continuación; sin embargo, es importante señalar que hay casos en que no se presentan señales evidentes (Pita et al., 2007, p. 7):

- a) Dolor de cabeza, mareos o vértigo
- b) Falta de energía, cansancio y fatiga
- c) Disminución de la concentración y aprendizaje
- d) Palidez de la piel y membranas mucosas
- e) Irritabilidad
- f) Falta de apetito
- g) Retraso del crecimiento
- h) Disminución de la respuesta del sistema inmunológico
- i) Edemas
- j) En mujeres gestantes, puede ocasionar parto prematuro o la muerte, debido a hemorragia.

La mayoría de estos síntomas no se presentan si la anemia es leve, debido a que el organismo compensa los cambios graduales en la concentración de hierro. En otras enfermedades se presentan síntomas similares, sin embargo, al no ser éstos específicos de la anemia, se pueden atribuir erróneamente a otro padecimiento. Para efectuar el diagnóstico de la anemia se requieren exámenes clínicos y pruebas de laboratorio, tales como niveles de hemoglobina o hematocrito (Pita et al., 2007, pp. 7,9).

#### **1.1.2.2. Deficiencia de vitamina A**

El retinol (RE) es la forma activa de la vitamina A que puede ser sintetizada por las células humanas y animales. Se encuentra en alimentos de origen animal como hígado, huevo y productos lácteos sin descremar como la leche entera y el queso, y en alimentos vegetales que sean fuentes de  $\alpha$  y  $\beta$ -caroteno, precursores de retinol. Es indispensable para el buen mantenimiento de los epitelios y del sistema inmunológico. Su deficiencia provoca la ceguera nocturna y la ceguera completa. En los niños pequeños, la carencia de esta vitamina aumenta la gravedad de las infecciones y contribuye al incremento de las tasas de mortalidad. De manera general, el compuesto de vitamina A empleado para fortificar alimentos es el palmitato de retinol (Arroyave y Dary, 1996, p. 1).

De acuerdo con la encuesta DANS, de 1986, los sectores rurales del Ecuador presentaban la mayor deficiencia de vitamina A; a nivel nacional se obtuvo un valor de 13,9 % en la población infantil, lo cual fue considerado como prevalencia de mediano riesgo (Freire et al., 1995, p. 199). Un estudio realizado en el año 1995, en áreas tanto urbanas como rurales en extrema pobreza, encontró que el 17,4 % de los niños de 1 a 3 años padecían dicha deficiencia (Moreano, 2001, p. 23).

### **1.1.2.3. Deficiencia de Yodo**

El yodo es un micronutriente necesario para el correcto funcionamiento de la glándula tiroidea, su deficiencia aumenta la mortalidad infantil, disminuye la capacidad mental y física y es causante del bocio (Gil, Martínez y Maldonado, 2010, p. 439; Makhumula, Guamuch y Dary, 2007, p. 1).

En el año 1983, se realizó una encuesta en las provincias de la región Sierra, en las cuales se encontró una prevalencia elevada de bocio del 36,5 % y en algunos sectores se encontró cretinismo, especialmente en las zonas más altas de dicha región. Desde el año 1984, el Ecuador ha promovido mediante la yodación de la sal de consumo humano, la aplicación y control del programa “Lucha Operacional contra el Bocio y Cretinismo Endémico”. De acuerdo con el monitoreo en las áreas de riesgo, se determinó que la insuficiencia de yodo disminuyó significativamente durante los años siguientes en una tasa superior al 90 %, de tal manera que para el año 1999, el Ecuador fue declarado país libre de desórdenes por deficiencia de yodo (Nutrinet, 2008; Moreano, 2001, pp. 22, 23).

### **1.1.3 REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES PARA NIÑOS**

La ingesta diaria recomendada (IDR) indica los valores de referencia de energía y/o nutrientes que deben contener los alimentos para prevenir los desórdenes deficitarios y permitir un desarrollo fisiológico óptimo (Gil et al., 2010, p. 34).

Los nutrientes se clasifican en macronutrientes, tales como carbohidratos, grasas y proteínas; y en micronutrientes, tales como vitaminas y minerales. Entre macronutrientes y micronutrientes, existen aproximadamente cincuenta sustancias que son esenciales para mantener la salud, el crecimiento normal y la actividad física (Teijón, Garrido, Blanco, Villaverde, Mendoza y Ramírez, 2006, pp. 157, 158).

#### **1.1.3.1. Recomendación calórica**

La energía se produce por la asimilación de los diferentes nutrientes que son ingeridos por una persona. Los requerimientos energéticos de un individuo en condiciones normales están en función de sus características corporales y grado de actividad física, y corresponden a la cantidad de energía que obtiene a través de los alimentos para contrarrestar el gasto energético total durante el día (FAO/WHO/UNU, 2001, p. 4).

Además, en el caso de los niños y adolescentes, sus necesidades incluyen las asociadas con la formación de tejidos para el crecimiento. Los niños de 6 a 9 años requieren una ingesta calórica entre 1 400 a 1 500 kcal por día. Para el grupo etario, entre 9 a 12 años, se recomienda un consumo diario de 1 800 a 1 900 kcal (FAO/WHO/UNU, 2001, p. 26).

#### **1.1.3.2. Recomendación proteica**

El aporte de proteínas debe tomar en consideración los requerimientos necesarios para mantenimiento, reposición y/o crecimiento de los tejidos. Las necesidades de proteínas se encuentran en función de diversos factores como la edad, sexo, peso corporal, estatura y estado metabólico del individuo, sin embargo, de modo general, se ha establecido que para los niños entre 6 a 10 años, los rangos de ingesta de proteína se encuentran entre 16 a 28 g/día (Teijón et al, 2006, pp. 158, 159).

### **1.1.3.3. Recomendación de carbohidratos**

Los carbohidratos son la mejor fuente de energía biodisponible y asimilable. Las recomendaciones de ingesta diaria indican que entre el 50 y 60 % de las calorías totales de la dieta deben corresponder a los hidratos de carbono. Puesto que los carbohidratos incluyen almidones y azúcares, su consumo, en cantidades superiores a las requeridas, ocasiona que el organismo los almacene como grasa. Al ser este tipo de alimento de mayor accesibilidad debido a su bajo costo, suele ser la principal fuente de energía, en la mayoría de dietas. Por esta razón, las poblaciones de escasos recursos sacian el hambre consumiendo gran cantidad de carbohidratos, pero, con la consecuencia de obtener un aporte nutricional insuficiente (Rojas y Guerrero, 1999, p. 45; Jerez, 2009, p. 59).

### **1.1.3.4. Recomendación de lípidos**

La grasa de la dieta proporciona al individuo ácidos grasos esenciales, energía y es el vehículo para las vitaminas liposolubles, además ayudan en la formación de hormonas, sirven como componentes de membranas y actúan como barrera aislante y protectora de ciertos órganos. De las calorías consumidas, la recomendación es que el 30 al 35 % de estas, provengan de las grasas. Dentro del consumo de lípidos se deben incluir ácidos grasos, que constituyan el 3 % de la energía total, con un mínimo del 3 % del aporte calórico diario como linoleico, precursor de los omega ( $\omega$ )6 y 0,5 % como  $\alpha$ -linolénico, precursor de los  $\omega$ -3 (Melo, 2006, p. 122; Gil et al., 2010, p. 40).

### **1.1.3.5. Recomendación de vitaminas y minerales**

De acuerdo con Illera, Illera del Portal, J. e Illera del Portal, J. C. (2000), las vitaminas son “sustancias orgánicas, biológicamente activas, muy simples, necesarias para la vida”. Son nutrientes que ayudan a regular las funciones del organismo. El cuerpo humano solo las requiere en pequeñas cantidades, pero si



no se consumen, afectan la salud del individuo. Son importantes para la formación de ciertos tejidos y el buen funcionamiento metabólico (p. 3).

Las vitaminas se clasifican de acuerdo con su medio de solubilidad en liposolubles e hidrosolubles. Entre las liposolubles se encuentran las vitaminas A, D, E y K, que son almacenadas en la grasa corporal y en determinados órganos, y se sintetizan por medio de la ruta del colesterol. Las hidrosolubles son la vitamina C y las del complejo B, que no se almacenan en el organismo; una característica importante de este grupo es la baja resistencia que presenta al momento de ser procesado el alimento que lo contiene (Illera et al., 2000, p. 17).

De la misma manera, los minerales deben ser suministrados al organismo en cantidades pequeñas, según las necesidades del individuo. Los minerales se clasifican en dos grupos: los macrominerales, que deben ser ingeridos en cantidades superiores a los 100 mg/día, ejemplos de estos son el calcio, magnesio, cloro, sodio, potasio; y los oligominerales, como el hierro, cobre, yodo, flúor, que son necesarios en menor cantidad, pero son igualmente indispensables para un correcto funcionamiento del organismo (Challem y Brown, 2007, p. 44).

## **1.2 FORTIFICACIÓN DE ALIMENTOS**

Para combatir la deficiencia de micronutrientes se emplean principalmente las siguientes intervenciones (MSP, 1995, p. 3):

- a) Suplementación
- b) Mejoramiento y diversificación de la dieta
- c) Fortificación de alimentos de consumo masivo

La suplementación consiste en el aporte de dosis altas de uno o varios micronutrientes específicos a los individuos de grupos de riesgo, como niños preescolares y mujeres en estado de gestación o lactancia. Esta intervención se considera efectiva únicamente cuando todas las personas que requieren el

suplemento son cubiertas. Su aplicación presenta algunas desventajas, como la pérdida de interés a largo plazo de la población meta, la dependencia de la disponibilidad de las dosis y la exigencia de un control riguroso del suministro para evitar intoxicaciones por sobredosis (Arroyave y Dary, 1996, pp. 4, 5).

Para la aplicación del mejoramiento y diversificación de la dieta es necesario modificar a la par los patrones de producción, distribución y consumo de los alimentos. Esto puede ser realizado a través de la implementación de planes agrícolas, educacionales y socioeconómicos que tiendan hacia la seguridad alimentaria de la población. Sin embargo, al requerir un lapso de tiempo bastante largo para la consecución de resultados positivos con esta intervención, su aplicación siempre debe ir acompañada de otra estrategia de corto plazo (Arroyave y Dary, 1996, p. 4).

“La fortificación es la adición de uno o más nutrientes a un alimento, para usarlo como un vehículo de administración del nutriente”. Este es el método más eficaz, sustentable y de mejor costo-beneficio para combatir la deficiencia de micronutrientes (MSP, 1995, p. 3). Esta intervención nutricional ha sido fundamental para mejorar la ingesta de micronutrientes en las poblaciones de los países desarrollados. Los primeros ensayos de enriquecimiento se realizaron a inicios del siglo XX y ha sido utilizado en situaciones puntuales para prevenir ciertas enfermedades como el bocio, raquitismo, beriberi, pelagra y anemia (Darnton-Hill y Nalubola, 2002, p. 231).

La fortificación de alimentos es una de las mejores opciones para contribuir a solucionar el problema carencial, sobre todo a mediano y largo plazos. Al aplicar la fortificación, la ingesta de nutrientes mejora en forma inmediata y el impacto en el estado de los micronutrientes puede ser detectado en uno a tres meses (Soriano y Vásquez, 1998, pp. 1, 2; Nilson y Piza, 1998, p. 51). Los programas de fortificación dirigidos a grupos específicos ofrecen múltiples facilidades para su diseño, especialmente para alimentos infantiles, entre los que se puede incluir fórmulas, cereales, jugos o galletas fortificadas (O'Donnell, Viteri y Carmuega, 1997, p. 178).

Las ventajas principales de la fortificación son (Arroyave y Dary, 1996, p. 5):

- a) Los consumidores no necesitan alterar sus patrones de consumo. La población meta continúa consumiendo el alimento seleccionado, pero al fortificarlo se convierte en una fuente importante del micronutriente.
- b) El nutriente añadido es proporcionado permanentemente, pero en cantidades bajas, lo que hace poco probable que se alcancen niveles que puedan ser tóxicos.

Para desarrollar un programa de fortificación es fundamental seleccionar adecuadamente el vehículo; es decir, el alimento que se quiere fortificar. Las condiciones que deben cumplir los alimentos para ser enriquecidos con un nutriente, de acuerdo con la FAO (2006), son que:

- a) Tenga una frecuencia constante de consumo sin riesgo de ingesta excesiva.
- b) Presente una buena estabilidad durante la vida en anaquel.
- c) Su costo no sea elevado.
- d) Sea procesado de modo que el nutriente y el vehículo no se presenten en fases.
- e) Su disponibilidad no esté relacionada con el nivel socioeconómico.
- f) Tenga relación con la ingesta energética.

Para la selección del fortificante se han definido los siguientes criterios, según Arroyave y Dary (1996, p. 8):

- a) Tener buena afinidad con el alimento empleado como vehículo para que no se separe del mismo.
- b) Una vez incorporado al alimento, a las concentraciones establecidas, no debe presentar características organolépticas diferentes a las del producto original.
- c) No provocar alteraciones físicas en el producto final o reducir su tiempo de almacenamiento, debido a interacciones con el alimento.
- d) No incrementar considerablemente el precio del alimento.

Además, los siguientes criterios se deben tomar en cuenta acerca de los compuestos de nutrientes que hayan de añadirse a los alimentos para lactantes y niños pequeños con fines nutricionales, de modo que (JECFA, 2009, p. 1):

- a) Se haya probado su inocuidad.
- b) Presenten una biodisponibilidad adecuada, que sea respaldada por estudios científicos.
- c) Los requisitos de pureza de los compuestos de nutrientes se ajusten a las especificaciones de la Comisión del Codex Alimentarius o a cualquier otra especificación internacional.
- d) Presenten buena estabilidad al ser agregados a los alimentos a fortificar.

Cuando se haya realizado la selección del fortificante más idóneo de acuerdo con el producto a fortificar, es necesario establecer la cantidad que se adicionará al alimento; la decisión sobre el nivel de fortificación es un punto crítico puesto que debe basarse en estudios científicos que demuestren que la dosis cubrirá los requerimientos de la población y que, a la vez, no resulte tóxica para los consumidores (Organización Panamericana de la Salud, 2002, p. 7).

## **1.2.1 FORTIFICACIÓN CON HIERRO**

### **1.2.1.1. El hierro y su importancia en la nutrición humana**

El hierro es uno de los elementos más abundantes de la corteza terrestre. En la naturaleza se presenta en su forma férrica ( $\text{Fe}^{+3}$ ), que es prácticamente insoluble en agua a un pH neutro, por lo cual, un sistema especializado de transporte y membranas del cuerpo humano lo mantiene en un estado soluble para que pueda circular libremente por el torrente sanguíneo. Es un micronutriente esencial, sin embargo, al ser ingerido en cantidades elevadas, se transforma en un importante tóxico para las células, debiendo ser regulado constantemente por el organismo para suplir sus requerimientos y evitar, a la vez, su excesiva acumulación (Pietrangelo, 2002, p. 403; Forrellat, Fernández y Hernández, 2005).

Las necesidades de hierro son distintas para cada persona de acuerdo a su edad y condición como se observa en la tabla 1.2.

**Tabla 1.2.** Ingesta diaria recomendada de hierro para grupos etarios

Grupo Etario	IDR (mg/día)
0 a 6 meses	6
6 a 12 meses	10
1 a 3 años	8
4 a 10 años	10
<b>Hombres: 11 a 14 años</b>	12
15 a 17 años	12
18 ó + años	10
<b>Mujeres: 11 a 14 años</b>	15
15 a 17 años	15
18 ó + años	15
Postmenopausia	10
Embarazo	30
Lactancia	15

(FAO/OMS, 2004, p. 271)

Existen dos formas de hierro en los alimentos: hemínico y no hemínico. Las mayores fuentes de hierro hemínico se encuentran en las carnes, en tanto que, el hierro no hemínico (inorgánico) se presenta en los vegetales. Los hábitos alimenticios en Latinoamérica y el Caribe tienen como base al maíz, fréjol, arroz, papas, a la vez que el consumo de carnes es inferior. El hierro hemínico es mejor absorbido por el organismo que el hierro no hemínico (OPS, 2002, p. 2).

#### 1.2.1.2. Toxicidad por consumo excesivo de hierro

El hierro es un elemento necesario para la vida. Posee la capacidad de adquirir y ceder electrones en condiciones aerobias, lo que permite el desarrollo de importantes funciones celulares, como síntesis de ADN, respiración celular y transporte de oxígeno (Pietrangelo, 2002, p. 403).

El exceso de hierro en el organismo puede provocar los siguientes cuadros clínicos (Herrerías, Díaz y Jiménez, 1996, p. 545):

- a) Hemosiderosis, que se presenta cuando se deposita hierro en los tejidos, debido a un consumo excesivo del nutriente, pero no se presentan lesiones ni se compromete el funcionamiento de los órganos del individuo.
- b) Hemocromatosis, que sucede cuando el sujeto tiene un trastorno hereditario que altera el mecanismo de control de regulación del hierro, y consecuentemente se presenta una sobrecarga férrica que afecta principalmente al hígado.

Cuando el hierro se absorbe en grandes cantidades, el organismo puede generar radicales libres y dañar varios órganos, principalmente hígado, páncreas, corazón; además afecta a los sistemas hormonales y provoca enfermedades articulares. En ciertos casos, se puede presentar cáncer a los órganos antes mencionados. También es frecuente que los individuos con depósitos de hierro en los tejidos padezcan debilidad y/o somnolencia, además de oscurecimiento cutáneo (Asociación Española de Hemocromatosis, 2010).

### **1.2.1.3. Biodisponibilidad y factores importantes en la absorción del hierro**

La biodisponibilidad se relaciona con la cantidad de micronutriente que se absorbe de los alimentos y es metabolizada, para ser utilizada en las funciones orgánicas. Es afectada tanto por factores propios del individuo y de sus hábitos alimentarios, como por la absorción, metabolismo y excreción del nutriente (Serra et al., 2006, p. 21).

Uno de los factores que influyen en la absorción del hierro, es la concentración ácida del jugo gástrico; cuando la cantidad de ácido clorhídrico que secreta el estómago no es suficiente para disolver y reducir el ión férrico a ferroso, el hierro no puede ser absorbido después a nivel duodenal. El ión férrico está presente en

los alimentos de origen vegetal, los cuales contienen exclusivamente hierro no hemínico (Sernka y Jacobson, 1982, p. 109).

Los inhibidores de absorción del hierro son los fitatos, calcio, oxalatos, carbonatos, polifenoles, fosfatos, yema de huevo y proteínas lácteas como la caseína. También se incluyen los taninos presentes en el té y el café, y en legumbres y cereales (Cook, Skikne y Baynes, 1994, p. 223; Gil y Sánchez, 2010, p. 674).

Los potenciadores de absorción de hierro son la carne de res, aves y pescado (Cook et al., 1994, p. 221). En general, para la absorción del hierro hemínico no se requiere la presencia de sustancias facilitadoras, sin embargo, para el caso del hierro inorgánico, es necesario consumir los alimentos conjuntamente con otros que contengan cantidades apreciables de vitamina C, como por ejemplo la naranja, el limón, la papaya, entre otros (Pita et al., 2007, p. 14).

Además, existen otros importantes promotores, como los fructooligosacáridos (FOS) presentes en la ciruela, papaya, cítricos, zanahoria. Estos azúcares son componentes de la fibra alimentaria soluble y se supone tendrían un efecto favorecedor en la absorción del hierro, al estimular la asimilación tanto del hierro hemínico como del no hemínico a nivel del lumen duodenal (Haro, 2006, p. 77, Urdampilleta, Martínez y González-Muniesa, 2010, p. 32).

La anemia no se presenta de manera exclusiva por falta del nutriente en la dieta de un individuo; existen casos en los cuales la persona ingiere las cantidades adecuadas de hierro, sin embargo, si el mineral proviene principalmente de fuentes de hierro no hemínico, la absorción del nutriente será inferior a lo consumido (Pita et al., 2007, p. 14).

De acuerdo con la OPS (2002), en Latinoamérica y el Caribe los hábitos alimenticios de la población se basan en el consumo de maíz, trigo, arroz, fréjol y papas, y con ingestas menores de carnes, por lo cual es considerada como una dieta de media a baja disponibilidad de hierro (p. 2)

#### 1.2.1.4. Generalidades de los compuestos empleados en la fortificación con hierro

Existen dos tipos de compuestos de hierro utilizados para fortificar alimentos: los de hierro inorgánico y los de hierro protegido. Los compuestos de hierro inorgánico se clasifican en (OPS, 2002, pp. 3, 4):

- a) Solubles en agua: El más representativo es el sulfato ferroso. Se solubiliza completamente en el estómago; sin embargo, su desventaja es que reacciona con otras sustancias presentes en la matriz alimentaria, lo cual puede generar cambios organolépticos debido a rancidez; además, forma complejos de hierro insolubles que precipitan cuando se usa en preparaciones líquidas, por lo cual se utiliza generalmente para fortificar la harina de trigo para pan.
- b) Poco solubles en agua/solubles en soluciones ácidas: El principal compuesto de esta categoría es el fumarato ferroso. Presenta un nivel de absorción similar al del sulfato ferroso en los adultos, pero en niños podría ser menos efectivo debido a una menor concentración del jugo gástrico. Su ventaja es que no genera marcadas alteraciones organolépticas en el producto final, por lo cual es muy usado en los cereales para niños y bebidas de chocolate.
- c) Levemente solubles en agua/poco solubles en soluciones ácidas: En este grupo se encuentran el hierro elemental reducido, el pirofosfato férrico y el ortofosfato férrico. Estos compuestos son muy empleados por la industria alimenticia porque son inertes y producen efectos leves sobre la matriz alimentaria. Son usados en cereales de desayuno, chocolate y leche en polvo, galletas, jugos y bebidas.

Los compuestos de hierro protegido utilizados en la fortificación de alimentos son (OPS, 2002, pp. 4, 5):

- a) Quelados: El principal compuesto quelado de hierro es el NaFeEDTA (etilendiaminotetraacetato ferrosódico). Su mayor ventaja en la fortificación de alimentos es que el hierro se encuentra protegido de los inhibidores de



absorción en el estómago. Su mayor inconveniente consiste en que puede causar marcados cambios de color en los alimentos. Adicional al NaFeEDTA, existe el hierro aminoquelado, el cual es útil para fortificar la leche.

- b) Encapsulados: En este grupo se encuentran el sulfato ferroso encapsulado y el fumarato ferroso encapsulado. En éstos, la sal de hierro tiene un recubrimiento de aceite hidrogenado o maltodextrina, el cual impide que el hierro reaccione con otras sustancias presentes en el vehículo hasta que puedan ser liberados y absorbidos en el intestino delgado; además previene muchos de los cambios sensoriales desfavorables que se pudieran presentar.

En la tabla 1.3 se resumen las características de los diferentes compuestos de hierro utilizados en la fortificación de alimentos.

**Tabla 1.3.** Características de los compuestos de hierro usados para la fortificación de alimentos

CARACTERÍSTICAS	COMPUESTOS DE HIERRO				
	Soluble en agua	Soluble en soluciones ácidas	Poco soluble en soluciones ácidas	Quelados	Encapsulados
<b>Ejemplos de compuestos de hierro</b>	Sulfato ferroso	Fumarato ferroso	Pirofosfato Férrico	Etilendiamino-tetraacetato ferrosódico	Sulfato ferroso encapsulado
<b>Reactividad con la matriz alimentaria</b>	ALTA	MEDIA	MUY BAJA	BAJA A MEDIA	BAJA
<b>Biodisponibilidad con respecto al sulfato ferroso</b>	100 %	100 %	50 %	MAYOR 100 - 300 %	100 %
<b>Costo basado en contenido de hierro y biodisponibilidad</b>	BAJO	BAJO	MEDIO	ALTO	MEDIO

(OPS, 2002, p. 5)

#### **1.2.1.5. Características del pirofosfato férrico**

El pirofosfato férrico o difosfato es un compuesto de color blanco amarillento cuya fórmula es  $\text{Fe}_4(\text{P}_2\text{O}_7)_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ . Está aprobado por el Codex de Sustancias Químicas para Alimentos (FCC) y forma parte de la lista de referencia de sales minerales y oligoelementos utilizados en alimentos, para fines dietéticos especiales, destinados a los lactantes y niños pequeños. Puede ser empleado en fórmulas infantiles de iniciación y continuación hasta harinas, galletas, cereales, leche en polvo, jugos y bebidas, en general (JECFA, 2009, p. 4).

Con respecto a sus características organolépticas se destaca que es inodoro y no genera cambios de sabor, ni color en los productos a los cuales se adiciona. Es levemente soluble en agua y ácido acético, y, poco soluble en ácidos inorgánicos, amoníaco y ácido cítrico (Haro, 2006, p. 234).

#### **1.2.1.6. Experiencias de fortificación con hierro**

Uno de los ejemplos de fortificación más difundido a nivel mundial es el de harina de trigo para la producción de pan. En el Ecuador, se implementó, en la década de los 90, el programa de fortificación de harina de trigo para elaborar pan, que ha tenido relativo éxito; sin embargo, se debe tomar en cuenta que debido a la multiculturalidad en el país, los patrones alimenticios no incluyen necesariamente al pan, por lo cual es necesario desarrollar programas de fortificación específicos para cada grupo o comunidad que tengan como base a los productos con mayor consumo (Soriano y Vásquez, 1998, p. 5).

En Cuba, se diseñó un proyecto de fortificación de las compotas para niños menores de 3 años, a las cuales se adicionó hierro, para combatir la anemia, y vitamina C para potenciar la absorción del mineral. Los infantes ingieren diariamente pequeñas cantidades del alimento fortificado, pero al hacerlo de manera constante, se asegura que los niños están recibiendo continuamente el nutriente (Pita et al., 2007, p. 17).

Otros ejemplos son la fortificación férrica de la leche, en Guatemala; de galletas y cereales para niños, en Chile; incluso se ha fortificado agua, en Brasil. Como se mencionó anteriormente, una de las condiciones para realizar la fortificación consiste en que el alimento sea ampliamente consumido por una población específica, por esta razón, en Tailandia, se realizó la fortificación de salsa de pescado (Jerez, 2009, p. 26; Oliveira, 1993, p. 106).

### **1.2.2 FORTIFICACIÓN CON OTROS MICRONUTRIENTES**

A nivel de Latinoamérica son muy conocidas las experiencias de fortificación de la sal con yodo y del azúcar con vitamina A. En el Ecuador, el bocio se ha reducido drásticamente desde la implementación de la producción y distribución de la sal yodada desde la década de los 80. La fortificación de azúcar con vitamina A aún no se ha puesto en marcha, sin embargo, la OPS recomienda la fortificación del azúcar con este micronutriente en las áreas que presenten deficiencia subclínica (PAO/WHO, 2009).

Hace más de una década se implementó el Programa Nacional de Alimentación y Nutrición en el Ecuador, enfocado hacia niños de 6 a 24 meses y mujeres embarazadas o en período de lactancia. El objetivo fue prevenir la desnutrición calórico proteica y de micronutrientes en dichos grupos. Para el caso de los niños, el alimento multifortificado fue denominado “Mi Papilla” y para mujeres embarazadas, como “Mi Bebida” (Lutter, Sempértegui, Rodríguez, Fuenmayor, Ávila, Madero et al., 2007, p. 11).

“Mi Papilla” constaba de una ración diaria de 65 g de producto seco, aportaba 275 kcal y tenía una densidad energética, al mezclarse con agua, de 1,2 kcal/g. El producto proporcionaba el 100 % de los requerimientos diarios de hierro, ácido fólico y zinc; el 60 % de vitamina C, vitaminas del complejo B y magnesio; y el 30 % de vitamina A, calcio y fósforo. “Mi Papilla” era precocida y únicamente requería de una fuente limpia de agua potable para su preparación (Lutter et al., 2007, p. 14).

En la tabla 1.4 se observa la composición de los micronutrientes para el alimento “Mi Papilla”.

**Tabla 1.4.** Contenido de vitaminas y minerales en 65 g de “Mi Papilla”

MICRONUTRIENTES	UNIDADES	APORTE POR RACION EN PRODUCTO FINAL
Vitamina A	µg ER <sup>1</sup>	127,00
Vitamina E	mg ET <sup>2</sup>	3,60
Vitamina C	mg	24,00
Vitamina B1	mg	0,42
Vitamina B2	mg	0,49
Niacina	mg EN <sup>3</sup>	5,40
Vitamina B6	mg	0,60
Ácido fólico	µg	50,00
Vitamina B12	µg	0,42
Calcio	mg	240,00
Fósforo	mg	240,00
Magnesio	mg	48,00
Hierro	mg	10,00
Zinc	mg	10,00
Sodio	mg	40

1: µg ER = microgramos equivalentes de retinol

2: mg ET = miligramos equivalentes de  $\alpha$ -tocoferol

3: mg EN = miligramos equivalentes de niacina

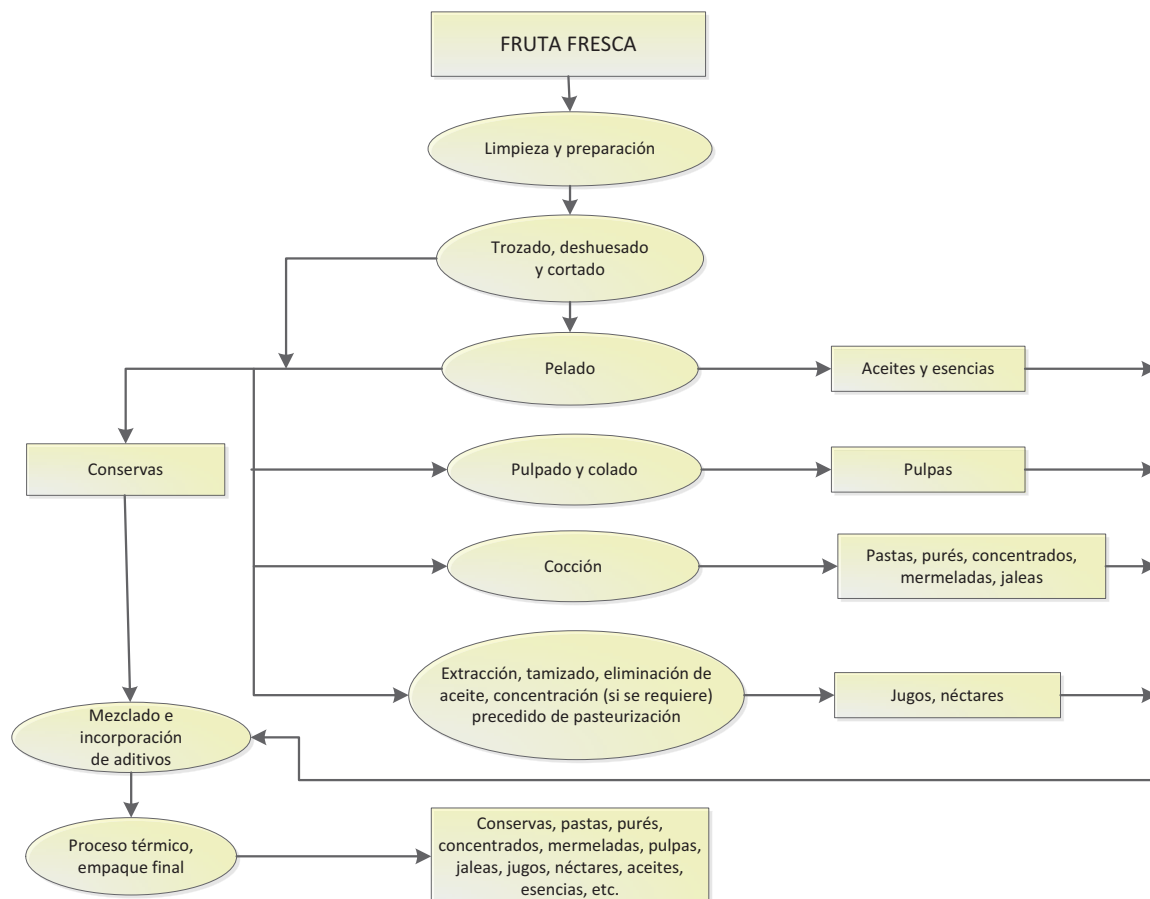
(Lutter et al., 2007, p. 15)

Posteriormente, en el año 2009, el producto “Mi Papilla” fue sustituido por “Chispaz”, debido a que “Mi Papilla” no cumplió con el objetivo de erradicar la anemia y desnutrición, ya que en gran parte de los casos no era consumido, no se lo preparaba de acuerdo con las indicaciones o era suministrado a otros miembros de la familia y además, debido a que se presentó una falta de distribución en varios Subcentros de Salud y Centros de Desarrollo Infantil a nivel nacional. El producto “Chispaz” consta de dosis individuales, y se compone de una mezcla de micronutrientes (vitaminas y minerales), que se debe agregar a una de las comidas diarias del niño y se lo entrega del mismo modo, a través de Subcentros de Salud (UNICEF ECUADOR, 2010).

### 1.3 PULPAS DE FRUTAS

De acuerdo con Vásquez, de Cos y López-Nomdedeu (2005, p. 111), las frutas son el grupo de frutos comestibles de las plantas y son alimentos altamente nutritivos, ricos en vitaminas, fibra y agua. Pueden contener cantidades importantes de carbohidratos dependiendo del tipo de fruta y del estado de maduración de la misma.

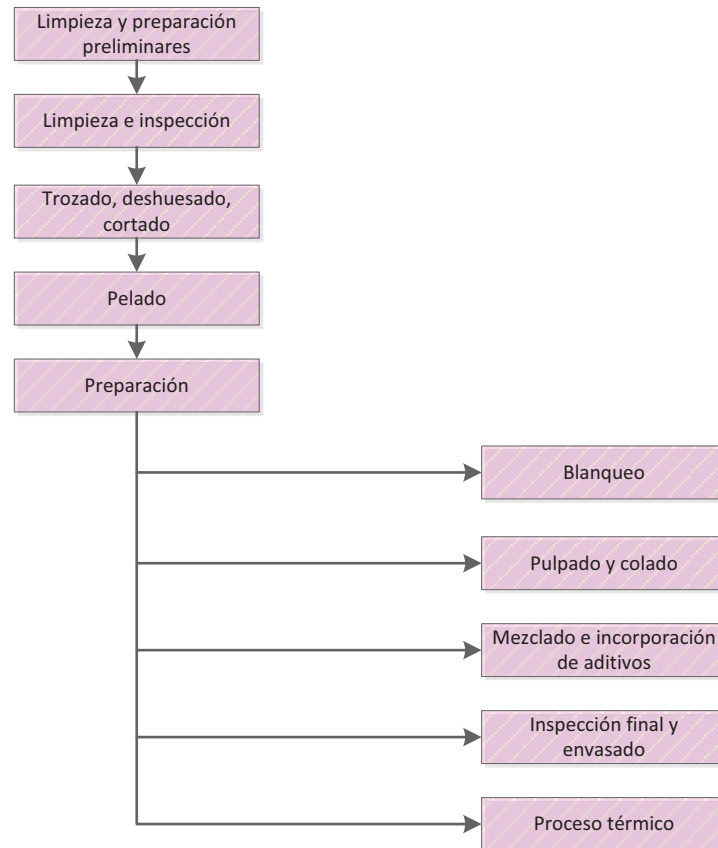
El esquema general de procesamiento de los diferentes productos obtenidos de las frutas se muestra en la figura 1.2.



**Figura 1.2.** Procesamiento industrial de frutas frescas  
(Martínez, 2006, p. 290)

Para cada fruta, existen uno o más procesos de industrialización; sin embargo, la mayoría de dichos procesos son similares para los diferentes tipos de

procesamiento (Martínez, 2006, p. 290). En la figura 1.3 se presentan las operaciones básicas en la obtención de productos derivados de frutas, ya sean jugos, pulpas, concentrados, mermeladas, néctares, por nombrar los principales.

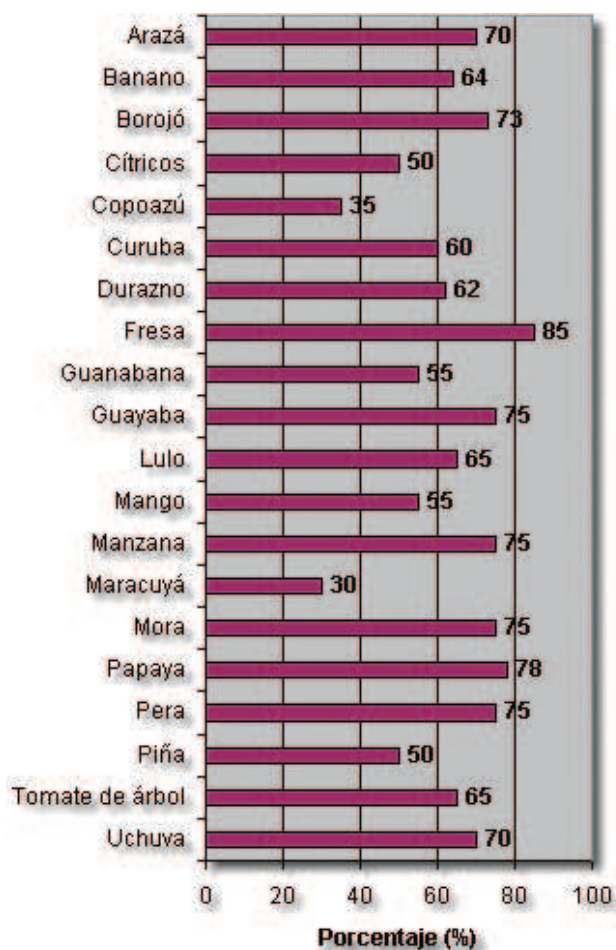


**Figura 1.3.** Operaciones básicas para el procesamiento industrial de frutas  
(Martínez, 2006, p. 290)

“La pulpa es el producto pastoso, no diluido, ni concentrado, ni fermentado, obtenido por la desintegración y tamizado de la fracción comestible de frutas frescas, sanas, maduras y limpias” (INEN, 2008, p. 1).

La pulpa es la parte carnosa de las frutas. Se obtiene como producto de la separación de la cáscara y semillas de las partes comestibles, a través de procesos tecnológicos apropiados (Aldana y Ospina, 1995, p. 216).

El porcentaje de pulpa también varía mucho entre el amplio número de frutas disponibles. En la figura 1.4 se presentan los rendimientos en pulpa de algunas frutas.

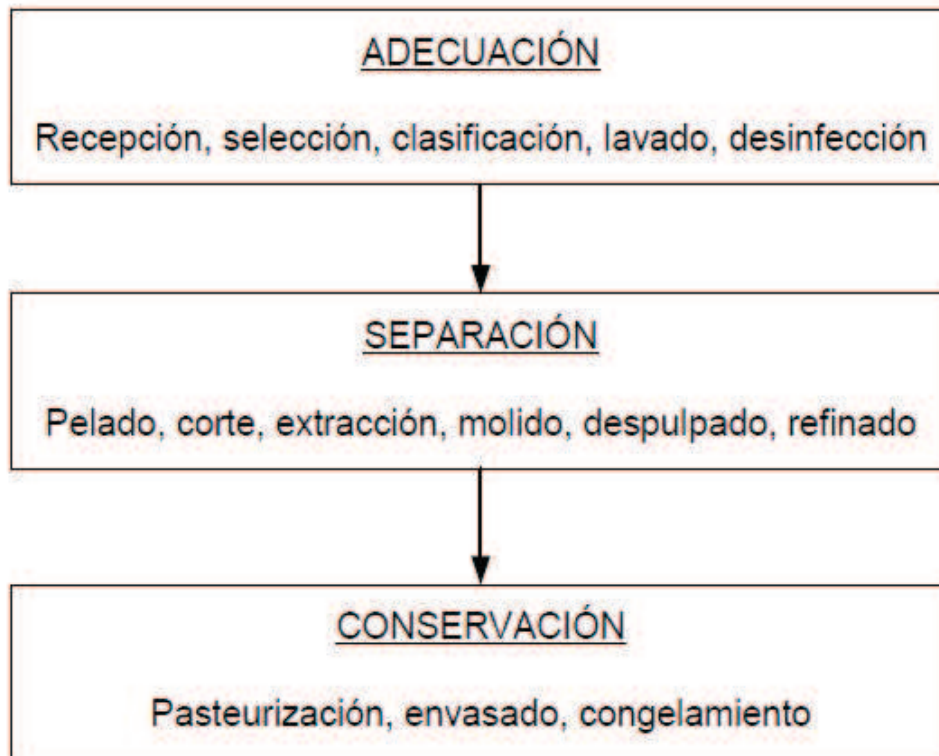


**Figura 1.4.** Rendimiento en pulpa de diversas frutas  
(Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia, 2005, p. 7)

Las pulpas de fruta congeladas son productos 100 % naturales que tienen una amplia demanda. Su mayor ventaja es que tienen una larga vida útil, durante la cual sus propiedades nutricionales y sensoriales no se ven afectadas por el tipo de conservación. Además, están disponibles en cualquier época del año, incluso en temporadas donde no haya cosecha (Aldana y Ospina, 1995, p. 216; Chacón, 2006, p. 28)

### 1.3.1. PROCESO DE ELABORACIÓN DE PULPA DE FRUTAS

De acuerdo con Aldana y Ospina (1995), las operaciones para elaborar pulpa congelada de fruta se dividen de la siguiente manera:



**Figura 1.5.** Etapas del proceso de elaboración comercial de pulpa de frutas  
(Aldana y Ospina, 1995, p. 217)

Los procesos utilizados para la elaboración de pulpas de frutas se detallan a continuación (Morales, 2002, pp. 13-20):

#### **1.3.1.1. Recepción de materia prima**

Se pesa la cantidad de fruta recibida para determinar el rendimiento del proceso, y se verifica de manera general el grado de maduración de la fruta, la cual debe encontrarse sana y sin ningún tipo de contaminación.

#### **1.3.1.2. Selección y clasificación**

Se elimina manualmente la fruta que estuviera sobremadura o poco madura, magullada, con hongos y heridas. Esta operación se realiza sobre mesas o bandas transportadoras.



### **1.3.1.3. Lavado y desinfección**

La fruta se lava con agua potable para eliminar restos de tierra o suciedad de la superficie, posteriormente se la introduce en un tanque que contiene agua y solución desinfectante (hipoclorito de sodio), durante 5 minutos, con el propósito de eliminar microorganismos que pudieran contaminar el producto.

### **1.3.1.4. Pelado y corte**

Se separa la cáscara del resto de la fruta. El pelado manual se efectúa con ayuda de cuchillos de acero inoxidable o por métodos mecánicos o químicos.

### **1.3.1.5. Escaldado**

Es un tratamiento térmico corto que se puede aplicar a las frutas con el fin de ablandar los tejidos y aumentar los rendimientos durante la obtención de pulpas; además inactiva las enzimas responsables del pardeado y disminuye la contaminación superficial de las frutas que pueden afectar las características organolépticas de las pulpas durante la congelación y la descongelación. Este paso aplica sólo a cierta clase de frutas; se sumerge la fruta, después de haber sido lavada, en agua hirviendo para lograr un ablandamiento que facilita los procesos posteriores.

### **1.3.1.6. Despulpado**

La fruta entera o en trozos entra a la despulpadora donde se separa la cáscara y las semillas de la parte comestible.

El proceso consiste en hacer pasar la pulpa con semillas a través de una malla, en la cual se quedan retenidas las semillas y se obtiene la pulpa.

### **1.3.1.7. Refinado**

Este proceso se aplica solamente a ciertas clases de fruta, para las cuales se requiere hacer más homogénea la pulpa. En el refinado, se introduce la pulpa que aún contiene pequeños residuos de cáscara o semilla y se la hace pasar por la despulpadora con una malla de menor diámetro.

### **1.3.1.8. Empaque y almacenamiento**

El producto se vierte a un tanque, el cual tiene una válvula manual que permite la dosificación de la pulpa. Se empaqueta en bolsas de polietileno, selladas correctamente sin exceso de aire; las cuales estarán debidamente rotuladas, indicando el sabor y la fecha de vencimiento. Al llenar se evacúa el aire al máximo y se sella herméticamente, para luego almacenarlas a una temperatura de -18 °C.

## **1.3.2 GENERALIDADES DE LA PAPAYA, FRUTILLA Y PIÑA**

### **1.3.2.1. Generalidades de la papaya**

Su nombre científico es *Carica papaya L.*, es nativa del Caribe y fue distribuida a otros lugares tropicales por los conquistadores españoles y portugueses en la época de la colonia. Se la conoce como lechosa en Venezuela y fruta bomba en Cuba (Baraona y Sancho, 1991, p. 47).

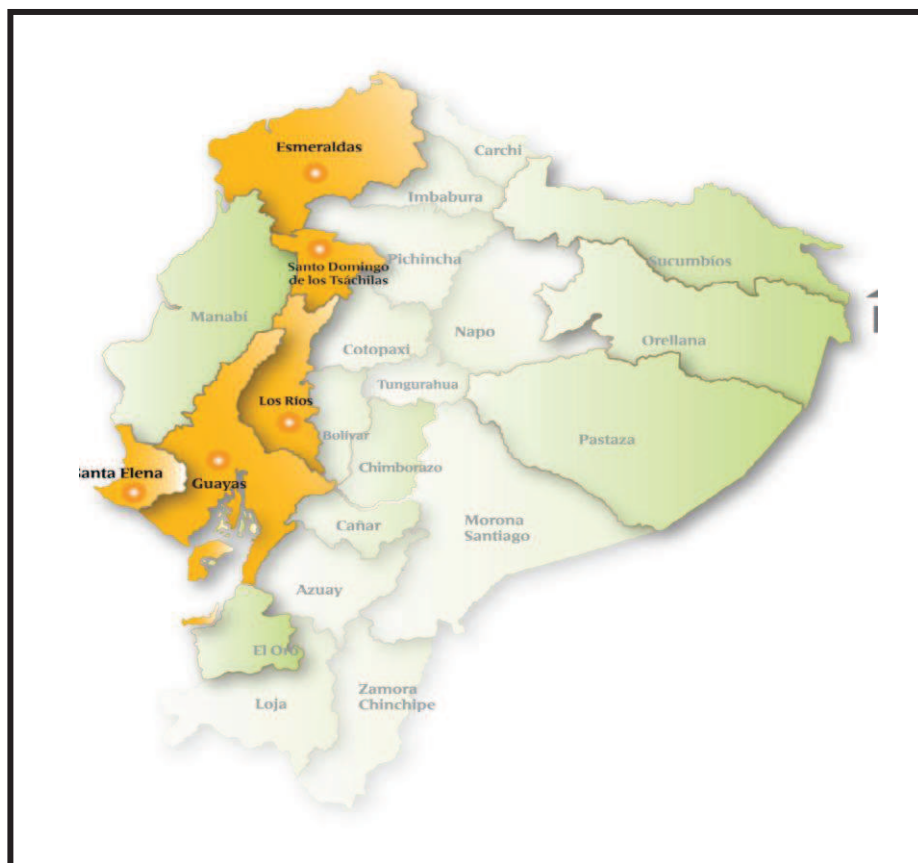
Se cultiva a nivel mundial, Brasil es su mayor productor y exportador. Una de las características por la cual es apreciada comercialmente es su contenido de papaína, enzima que mejora la digestión de los alimentos y que al añadirla a la carne puede modificar su textura y ablandarla (CORPEI, 2008, p. 3).

La papaya presenta altos contenidos de vitamina C y vitamina A, las cuales constituyen dos de los principales antioxidantes que promueven la eliminación de los radicales libres. Una porción de 100 g de papaya aportan el 103 % de la IDR

de vitamina C y el 18 % de vitamina A para un adulto. El fruto de la papaya está constituido principalmente por agua (88,8 %), carbohidratos (8 %) y un aporte reducido de proteínas y grasas. (Pamplona, 2006, p. 158).

Esta fruta es rica en pectina y minerales como potasio, magnesio, fósforo. La papaya es de fácil asimilación y facilita el paso de otros alimentos por el tracto digestivo, además neutraliza el exceso de acidez gástrica y es empleada para tratar problemas de la piel, del páncreas y también para eliminar parásitos intestinales (Pamplona, 2006, p. 159).

En el Ecuador se cultivan las variedades Formosa, Maradol y Solo, principalmente en las provincias de la costa, como se observa en la figura 1.6.



**Figura 1.6.** Mapa de cultivo de papaya en el Ecuador  
(CORPEI, 2008, p. 10)

La variedad Formosa (ó Tainung 1) es alargada, presenta pulpa de color rojo y un aroma fuerte; su peso promedio es de 1,1 kg. La variedad Maradol también es

alargada, tiene un peso entre 1,5 a 2,0 kg. pero la pulpa es de color amarillo. En cambio, la variedad Solo es la más cultivada en el país y es conocida como papaya “hawaiana”; presenta forma de pera, su peso oscila entre 400 a 800 g y su sabor es más dulce (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2006, p. 203).

El Ecuador tiene una superficie cultivada de 3 000 ha y produce anualmente un promedio de 40 000 t, lo que representa apenas el 1 % de la producción mundial. Aun así, nuestro país es exportador de la fruta principalmente hacia Europa y destaca un importante crecimiento desde el año 2002 (MAG, 2006, p. 204).

De acuerdo con Guananga, Gutiérrez y Pucha (2009, p. 17), las principales zonas de cultivo de papaya en el Ecuador se encuentran en Yaguachi, San Rafael, Chanduy, Río Verde, Quinindé, San Lorenzo y en la vía a Quevedo.

La temporada de cultivo de la papaya inicia durante el primer año de desarrollo de la plantación. El cultivo se presenta en ciclos lo que permite un mejor control. El inicio de la cosecha empieza en el segundo año luego del cual, las cosechas se pueden obtener durante todo el año. La vida económica del cultivo es de tres años, incluido el año de desarrollo (Guananga et al., 2009, p. 2).

#### **1.3.2.2. Generalidades de la frutilla**

La frutilla (*Fragaria vesca*) es una fruta de pulpa carnosa, rica en vitaminas A y C. Es considerada como una fruta exótica de gran aroma. Las variedades producidas y exportadas en el Ecuador son: Chandler, Oso Grande, Taft, Fresno y Tioga. La frutilla es frágil y difícil de trabajar en cualquiera de las etapas de la cadena de comercialización. Después de la cosecha, la supervivencia de la frutilla es muy limitada por lo cual se deben tomar precauciones para mantener la calidad de la fruta (Promoción de Exportaciones Agrícolas no Tradicionales, 2008).

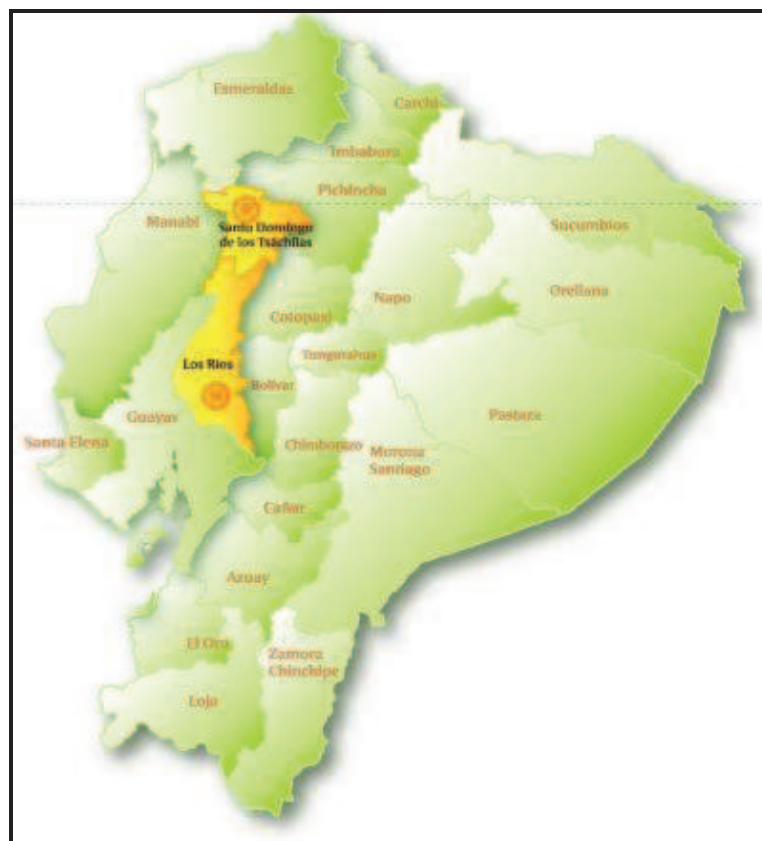
En las diversas regiones del Ecuador, la frutilla se cultiva todo el año, como en Otavalo, Cayambe, Pifo, Ambato, entre otras, desde 1 200 hasta 2 500 m.s.n.m.

La temperatura óptima para el cultivo es de 20 °C en el día y de 15 °C en la noche. Las frutillas nacionales son exportadas principalmente como fruta congelada, en almíbar, en conserva o mermeladas a países como Estados Unidos, Argentina, Francia, Alemania, Rusia, España, Reino Unido, Holanda y Colombia (AGRONEGOCIOS ECUADOR, 2010).

### 1.3.2.3. Generalidades de la piña

La piña (*Ananas comosus*) contiene vitaminas, fibra y enzimas que protegen el sistema digestivo (PROECUADOR, 2011).

Las principales plantaciones de piña en el país, se encuentran ubicadas en Los Ríos y Santo Domingo de Los Tsáchilas, tal como se muestra en la figura 1.7 (ASOPIÑA, 2011).



**Figura 1.7.** Mapa de cultivo de piña en el Ecuador (ASOPIÑA, 2011)

Las variedades de piña producidas en el Ecuador, para la exportación, son la Cayena Lisa, más conocida como Champaca o Hawaiana, utilizada mayormente en la agroindustria; y, la Golden Sweet o MD2, la cual se caracteriza por su sabor dulce, tamaño y aroma. Esta variedad es la más exportada por el Ecuador (PROECUADOR, 2011).

El Ecuador cuenta con una extensión cultivada de piña de aproximadamente 3 300 ha. En el año 2008 se exportaron alrededor de US\$ 28' 000 000 de piña extra dulce, hacia los mercados de Estados Unidos y Europa, principalmente; la disponibilidad de la piña es permanente, lo cual permite asegurar el abastecimiento en los principales destinos de exportación y para consumo interno (ASOPIÑA, 2011).

#### 1.3.2.4. Producción nacional de piña, papaya y frutilla

Los datos de disponibilidad se obtuvieron de las estadísticas de producción nacional para las tres frutas en el año 2007 (FAOSTAT) y se presentan en la tabla 1.5.

**Tabla 1.5.** Producción nacional de piña, papaya y frutilla en el año 2007

	<b>Producción (2007) (10<sup>6</sup> kg)</b>
<b>Piña</b>	110
<b>Papaya</b>	43,1
<b>Frutilla</b>	3,65

(FAOSTAT, 2007)

#### 1.3.2.5. Contenidos nutricionales de pulpas de piña, papaya y frutilla

Los datos de contenido nutricional de las tres frutas fueron extraídos de la Tabla de Composición de Alimentos ECUADOR (OPS, 2010) y se muestran en la tabla 1.6.

**Tabla 1.6.** Contenidos nutricionales en 100 g de pulpa de piña, papaya y frutilla

	UNIDADES	Piña	Papaya	Frutilla
<b>Energía</b>	kcal	51	39,0	32
<b>Proteínas</b>	g	0,53	0,61	0,67
<b>Grasas</b>	g	0,11	0,14	0,3
<b>Carbohidratos</b>	g	13,5	9,81	7,68
<b>Fibra</b>	g	1,4	1,8	2
<b>Calcio</b>	mg	13	24	16
<b>Fósforo</b>	mg	8	5	24
<b>Potasio</b>	mg	108	257	153
<b>Hierro</b>	mg	0,28	0,1	0,42
<b>Retinol</b>	µg	3	55	1
<b>Tiamina</b>	mg	0,03	0,03	0,02
<b>Riboflavina</b>	mg	0,03	0,03	0,03
<b>Acido ascórbico</b>	mg	56	62	28
<b>Acido Fólico</b>	µg	19	38	4

(Organización Panamericana de la Salud, 2010)

### 1.3.3 PRODUCTOS DERIVADOS DE FRUTAS FORTIFICADOS CON HIERRO

El número de investigaciones acerca de productos fortificados con hierro, líquidos o semilíquidos, a base de frutas, es bastante reducido. Una de las causas se debe a que muchos de los compuestos de hierro disponibles en el mercado, no presentan buena compatibilidad con alimentos acuosos, puesto que, el hierro se precipita rápidamente, dando una apariencia indeseable al producto. En otros casos, el hierro genera cambios de color muy marcados (OPS, 2002, pp. 3, 4).

También, son factores determinantes la tasa de solubilidad y la biodisponibilidad del hierro. Algunos compuestos que tienen una adecuada solubilidad, son poco disponibles para el organismo; mientras, otros tienen una buena biodisponibilidad, pero solo son aptos para productos secos o sólidos, como harinas o cereales. Para contrarrestar esta situación, se recomienda emplear fortificantes inertes; es decir, que no interaccionen con el alimento, y además, adicionar un potenciador o facilitador, como el ácido ascórbico, para que mejore la absorción del

micronutriente (Hurrell, Lynch, Bothwell, Cori, Glahn, Hertrampf et al., 2004, p. 389).

Finalmente, existen compuestos que son altamente apropiados tanto en biodisponibilidad como en solubilidad y estabilidad sensorial del alimento, pero su mayor inconveniente es el alto costo, que no haría posible diseñar un programa de fortificación a nivel masivo para una población extensa (OPS, 2002, p. 5).

Entre los estudios disponibles al respecto, están los trabajos de Roe et al. (2008) y el de Haro (2006), en los cuales se emplea pirofosfato férrico micronizado como fortificante, sobre jugo clarificado de manzana y néctar de piña con maracuyá, respectivamente. Sus resultados indican que al utilizar un compuesto de hierro con el tamaño de partícula reducido (micronizado) se mejora la solubilidad y la biodisponibilidad del nutriente, especialmente en el caso de fortificantes que no generan cambios sensoriales, pero que tienen baja tasa de absorción. El estudio de Haro fue aplicado en ratas, como sujetos de prueba, y el de Roe et al. sobre humanos.



## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

Para la elección de la pulpa de fruta a fortificar, se tomaron en cuenta datos de disponibilidad y contenido nutricional de piña, papaya y frutilla, tres de las frutas más consumidas por los escolares de la región Sierra de acuerdo con la SECIAN (2007, p. 6). También, se realizó un estudio preliminar de aceptabilidad de las frutas mencionadas, en el cual participaron 160 niños de la escuela Inti.

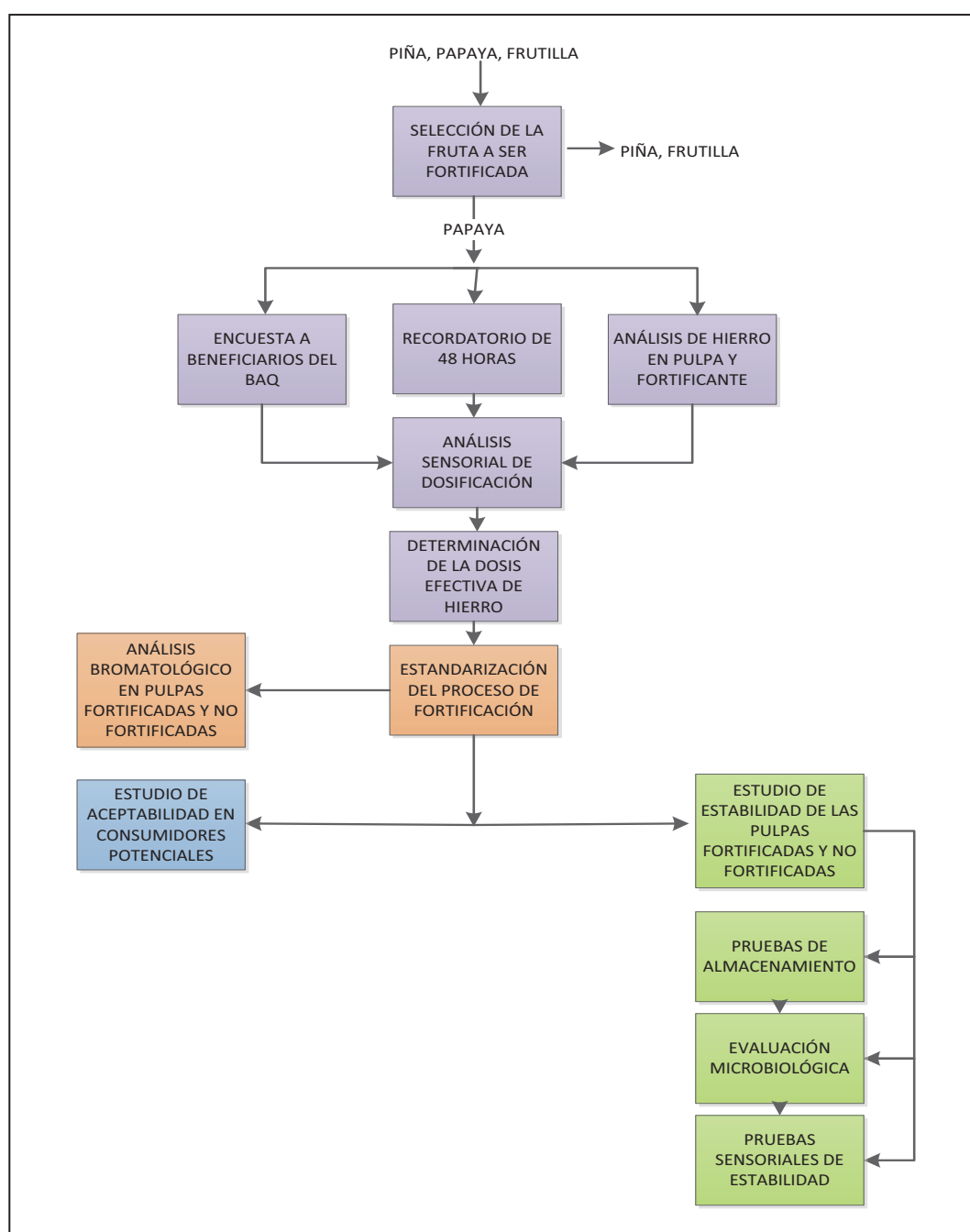
Para la determinación de la dosis de hierro para fortificar la pulpa, se realizó una encuesta de consumo en el BAQ y un recordatorio de 48 horas en la escuela Inti. Además, se realizó una cuantificación de hierro elemental en el pirofosfato férrico y en la pulpa de papaya sin fortificar mediante espectrofotometría de absorción atómica. Después de analizar los datos, se estableció la dosis de hierro para fortificar la pulpa de fruta, la misma que fue sometida a un análisis sensorial para determinar la existencia de diferencias con la pulpa de fruta común.

Se estandarizó el procedimiento de fortificación y se obtuvo un balance de masa, con el cual se determinó el rendimiento del proceso. Posteriormente, se efectuó un escalado del proceso para determinar la cantidad de pulpa fortificada requerida para cubrir la ingesta de la población meta y se realizó además, un análisis del costo de fortificación. Después de elaborar el producto, se realizaron análisis de vitaminas A y C, mediante HPLC, y se determinó el contenido de hierro a través de espectrofotometría de absorción atómica.

Para el estudio de estabilidad se aplicó un diseño experimental 2<sup>2</sup>. Se trabajó con dos variables a dos niveles cada una: temperatura: -18 °C y 5 °C, y contenido de fortificante: blanco y fortificado, con lo cual se obtuvieron cuatro tratamientos: T1 (blanco congelado), T2 (blanco refrigerado), T3 (fortificado congelado), T4 (fortificado refrigerado).

En el estudio de aceptabilidad participaron 160 niños de la escuela Inti, los cuales evaluaron la pulpa de papaya fortificada y la pulpa sin fortificar a través de una escala hedónica facial.

Para el estudio de estabilidad, se realizaron análisis de pH, sólidos solubles y acidez. También se evaluó la calidad microbiológica por medio del recuento total de bacterias y la estabilidad sensorial por medio de: apariencia, color, aroma, sabor y textura. Este estudio tuvo una duración de 21 días y los análisis respectivos se efectuaron cada 7 días. Se realizaron análisis de varianza para determinar diferencias estadísticamente significativas entre los resultados obtenidos, con un nivel del 95,0 % de confianza.



**Figura 2.1.** Diagrama del proceso de fortificación férrica de pulpa de papaya

## **2.1. MATERIALES**

### **2.1.1. MATERIALES E INSUMOS**

#### **2.1.1.1. Materia Prima**

Las materias primas empleadas fueron frutilla (*Fragaria vesca*), piña (*Ananas comosus*) y papaya (*Carica papaya*). La frutilla utilizada provino de la provincia de Pichincha y las frutas restantes fueron provenientes de las provincias de Esmeraldas y Santo Domingo de los Tsáchilas. Las frutas, tanto del estudio preliminar como de la elaboración de la pulpa fortificada, fueron adquiridas en madurez organoléptica en el Mercado Mayorista de Quito y posteriormente se almacenaron en refrigeración por 2 días previos a la preparación de las pulpas

#### **2.1.1.2. Compuesto de hierro para fortificación de la pulpa**

El fortificante empleado fue pirofosfato férrico ( $\text{Fe}_4(\text{P}_2\text{O}_7)_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ ), con 21,09 % de contenido de hierro elemental, de acuerdo con la hoja técnica, y fue adquirido en la empresa GRANOTEC de la ciudad de Guayaquil.

#### **2.1.1.3. Aditivos para la fortificación de la pulpa**

Como preservante se empleó benzoato de sodio ( $\text{C}_6\text{H}_5\text{COONa}$ ) de grado alimenticio, de 99 % de pureza, que fue adquirido en la “Casa de los Químicos” de Quito.

#### **2.1.1.4. Empaque de la pulpa fortificada con hierro**

Se emplearon fundas de polietileno de alta densidad, de 20  $\mu\text{m}$  de espesor, con dimensiones de 24 x 18 cm, adquiridos en Almacenes Espinosa de Quito.

### **2.1.2. EQUIPOS PARA LA ELABORACIÓN DE PULPA FORTIFICADA CON HIERRO**

- a) Báscula Toledo Scale Company 2120, capacidad 200 kg
- b) Balanza analítica Mettler Toledo AG204, capacidad 3000 g, precisión  $\pm 0,001$  g
- c) Balanza casera CAMRY, modelo EK3132, capacidad 5 kg
- d) Desintegrador Ritz de fabricación artesanal
- e) Molino coloidal de fabricación artesanal, capacidad 5 kg
- f) Cámara de congelación (-18 °C)
- g) Cámara de refrigeración (5 °C)
- h) Espectrofotómetro de absorción atómica, Perkin Elmer 3300
- i) HPLC Hewlett Packard, modelo 1050
- j) Refractómetro portátil BOECO, modelo BOE 30103
- k) pHmetro digital WTW pH 330i

## **2.2. DETERMINACIÓN DE LA DOSIS EFECTIVA DE HIERRO**

### **2.2.1. SELECCIÓN DE LA FRUTA A SER FORTIFICADA**

Para seleccionar la fruta sobre la cual se realizaría el proceso de fortificación, se tomaron en cuenta algunos parámetros como la disponibilidad a lo largo del año y los contenidos nutricionales de tres de las frutas más consumidas en la región Sierra del Ecuador, de acuerdo con la última publicación de la SECIAN (2007, p. 6) para niños en edad escolar de dicha región.

Las pulpas de fruta empleadas fueron frutilla, piña y papaya.

También, se efectuó un estudio preliminar de aceptabilidad de las pulpas de frutas en la escuela gratuita Inti-Chasqui, ubicada en el barrio “La Lucha de los Pobres” en el sur de Quito, el cual contó con la participación de 160 escolares, cuyas edades oscilaban entre 4 y 12 años.

Se entregó a los niños tres vasos de 100 mL, que contenían una porción de 45 mL de pulpa de piña, papaya y frutilla, respectivamente, disuelta en 55 mL de agua purificada, adicionada una mínima cantidad de azúcar hasta obtener una concentración de sólidos solubles igual a 12 °Brix. Se pidió que probaran los jugos y los calificaran mediante una escala hedónica facial de acuerdo con el gusto o disgusto, para cada una de las preparaciones. Después de analizar los datos y conocer los porcentajes de aceptabilidad de cada una de las pulpas, se escogió la fruta para realizar la fortificación férrica.

El formato de la prueba preliminar de aceptabilidad se presenta en el **Anexo I**, el mismo que fue adherido a la zona lateral de cada vaso.

### **2.2.2. ENCUESTA A BENEFICIARIOS DEL BANCO DE ALIMENTOS DE QUITO (BAQ)**

La recolección de datos se realizó dentro de las instalaciones del BAQ, a través de la aplicación de una encuesta al azar a 25 beneficiarios cabezas de familia, que representan el 10 % del universo de familias beneficiadas por la Fundación. La encuesta se realizó durante dos días consecutivos.

Es necesario destacar que los padres de familia pertenecientes al BAQ envían a estudiar a sus hijos a la escuela Inti, lugar donde se realizaron varios de los estudios propuestos.

La encuesta aplicada tuvo como objetivo determinar la frecuencia de consumo de pulpas de fruta por semana y el rendimiento de la preparación para realizar el proceso de fortificación. Además, la encuesta permitió conocer el tipo de fruta que era un producto de consumo generalizado dentro del grupo de beneficiarios del BAQ, puesto que de esta manera la pulpa fortificada podía llegar al mayor número de personas.

El formato de la encuesta aplicada se presenta en el **Anexo II**.

### 2.2.3. RECORDATORIO DE 48 HORAS

A fin de conocer la ingesta diaria de hierro de acuerdo con la dieta consumida, se realizó un recordatorio de 48 horas a los niños de la escuela Inti, ubicada al sur de la ciudad de Quito, en el barrio La Lucha de los Pobres. El recordatorio de 48 horas consistió en una cuantificación de la ingesta de calorías y micronutrientes, en la cual, se pidió a los participantes que recuerden los alimentos y bebidas consumidos durante las 24 horas previas al estudio y durante el día en cuestión; el entrevistador puede determinar las cantidades empleando medidas caseras e incluso una balanza (Gil y Ruiz, 2010, p. 594).

La institución educativa Inti adquiere los alimentos para los escolares en el BAQ de manera permanente, lo cual permitió correlacionar la dieta consumida por los niños con la dieta ingerida por el resto de beneficiarios de la Fundación. Cabe reiterar que los niños que participaron en este estudio, también son miembros de las familias del BAQ.

Se empleó la tabla de composición de los alimentos (OPS, 2010) para determinar los contenidos de vitaminas A y C, hierro y calorías en los alimentos ingeridos en la dieta diaria.

El formato del recordatorio se presenta en el **Anexo III**.

### 2.2.4. ANÁLISIS DE CONTENIDO DE HIERRO EN EL PIROFOSFATO FÉRRICO Y EN LA PULPA DE FRUTA

El contenido de hierro elemental en el pirofosfato férrico fue analizado mediante espectrofotometría de absorción atómica, de acuerdo con el método DECAB 01 (DECAB, 2011).

La cantidad de hierro también fue cuantificada en la pulpa de la fruta, antes de la fortificación, a través del método citado anteriormente.

### **2.2.5. ANÁLISIS SENSORIAL DE DOSIFICACIÓN DE HIERRO**

Después de realizados los procedimientos anteriores se estableció la dosis de hierro para fortificar la pulpa, tomando en cuenta la recomendación diaria de consumo de hierro para niños de 4 a 10 años proporcionada por la FAO (FAO/OMS, 2004, p. 271), como referencia de límite máximo de consumo del micronutriente. Posteriormente, se ensayó su aceptación mediante el test triangular, en el que participaron 15 personas semi entrenadas para determinar diferencias significativas en los parámetros de color, aroma y sabor entre las pulpas de fruta fortificadas y no fortificadas. Cada evaluador recibió tres vasos numerados al azar, con 20 g de pulpa cada uno. Dos de las muestras eran iguales (pulpa de fruta) y la otra era distinta (pulpa de fruta adicionada con hierro). Se pidió que encontraran cuál de ellas era diferente en los parámetros mencionados. Si encontraron la diferencia, para el análisis de resultados contó como acierto y de no ser así contó como error. Se efectuó una repetición.

Los datos se sometieron a la prueba de “ $\chi^2$ ”, si no se encontraron diferencias significativas entre las muestras entregadas, se aceptó la dosis de hierro como efectiva, de no ser así, se disminuyó la dosis de hierro y se repitió la evaluación sensorial hasta encontrar la dosis efectiva que no genere alteraciones organolépticas perceptibles. El formulario correspondiente al análisis sensorial en la fase de dosificación se presenta en el **Anexo IV**.

## **2.3. ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO DE FORTIFICACIÓN**

### **2.3.1. ESTANDARIZACIÓN DEL MÉTODO**

El procedimiento de fortificación con hierro se realizó en la planta piloto del Departamento de Ciencias de Alimentos y Biotecnología de la Escuela Politécnica Nacional y se estandarizaron las variables: volumen de pulpa de fruta y cantidad de pirofosfato férrico por lote y tiempo de homogenización para elaborar la pulpa

fortificada. Además se definieron los equipos y los procedimientos a emplearse en el proceso de fortificación.

### **2.3.2. ELABORACIÓN DE PULPA DE FRUTA FORTIFICADA Y NO FORTIFICADA**

Con el propósito de establecer la influencia de la fortificación con hierro en la estabilidad de la pulpa de fruta se desarrolló un diseño experimental 2<sup>2</sup>. Se trabajó con dos variables a dos niveles cada una: temperatura: -18 °C y 5 °C y contenido de fortificante: blanco y fortificado, con lo cual se obtuvieron cuatro tratamientos (T1, T2, T3, T4). Se empleó benzoato de sodio como conservante únicamente en los dos tratamientos blanco (T1 y T2).

Se prepararon las pulpas fortificadas y las pulpas blanco (no fortificadas) de acuerdo con los procesos estandarizados. Cada uno de los tratamientos tuvo un peso promedio de 5 kg.

Posteriormente, se realizó un diagrama de flujo del proceso de elaboración de la pulpa fortificada, con su correspondiente balance de masa, para determinar el rendimiento del mismo.

Para que el producto cubra los requerimientos de la población objetivo se realizó un escalado del proceso y una determinación del costo que representaría la adición de hierro a la pulpa de papaya.

### **2.3.3. ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DE PULPA DE FRUTA FORTIFICADA Y NO FORTIFICADA**

Se realizaron cuantificaciones de vitamina A (provitamina A) y vitamina C (ácido ascórbico) en las pulpas blanco y fortificadas, por medio de cromatografía líquida de alta resolución (HPLC).



Para la determinación de provitamina A, se aplicó el método descrito por Pettersson y Jonsson (1990), que consiste en la utilización de una columna de hidróxido de calcio para separar los isómeros cis/trans de  $\alpha$  y  $\beta$ -caroteno. En la fase móvil se empleó hexano y acetona. La identificación de los isómeros se logró a través de la medición de los espectros de absorción UV/visible con un detector ultravioleta.

En el caso de la vitamina C (ácido ascórbico), se empleó el método definido por Macrae (1988), el cual se realiza con una columna C18, con una fase móvil de fosfato diácido de potasio y N-cetil; N,N,N-trimetilamonio bromuro y con un detector ultravioleta.

También, se realizaron análisis de hierro elemental en las pulpas fortificadas y no fortificadas mediante espectrofotometría de absorción atómica mediante el método DECAB 01 (DECAB, 2011).

## **2.4. ESTUDIO DE ACEPTABILIDAD EN CONSUMIDORES POTENCIALES**

Los ensayos de aceptabilidad se realizaron mediante una escala hedónica facial y los participantes fueron consumidores potenciales del producto; es decir, 160 niños de la escuela Inti, ubicada en el barrio “La Lucha de los Pobres” del sur de Quito.

Se empleó una escala hedónica facial de dos puntos, en la cual se ubicó en cada extremo la expresión de gusto o disgusto.

Se entregó a cada niño dos vasos: uno con 45 mL de pulpa fortificada y otro con 45 mL de pulpa sin fortificar, ambos fueron disueltos en 55 mL de agua purificada, adicionada una cantidad de azúcar, hasta obtener una cantidad de sólidos solubles correspondiente a 12 °Brix. Se les pidió que probaran los jugos y los calificaran de acuerdo con el gusto o disgusto para el jugo preparado.

El formato de la encuesta aplicada se presenta en el **Anexo I**. El formulario fue entregado a los niños de manera impresa en un tamaño de 15 x 7 cm para que lo pinten, escriban su nombre o le coloquen algún distintivo sobre la calificación de acuerdo con su apreciación.

Se analizaron los datos y se obtuvo el porcentaje de aceptación de las dos muestras entregadas para determinar la influencia de la adición del hierro a la pulpa de fruta. Además, se compararon dichos datos con el dato de aceptación preliminar de la fruta respectiva.

## **2.5. ESTUDIO DE ESTABILIDAD DE LAS PULPAS FORTIFICADAS Y NO FORTIFICADAS**

Para determinar la estabilidad de las pulpas se realizaron pruebas de almacenamiento, evaluaciones microbiológicas y análisis sensoriales.

Los resultados se sometieron a análisis de varianza para conocer si existen diferencias significativas entre las pulpas fortificadas y no fortificadas. Se empleó el programa estadístico Statgraphics Centurion XV.

### **2.5.1. PRUEBAS DE ALMACENAMIENTO DE LAS PULPAS FORTIFICADAS Y PULPAS BLANCO**

El almacenamiento se realizó en las cámaras de congelación (-18 °C) y refrigeración (5 °C) de la planta piloto del DECAB durante el lapso de 21 días. Los análisis respectivos se efectuaron en los laboratorios del DECAB de la EPN.

Cada tratamiento tuvo un peso promedio de 5 kg distribuido en 10 empaques de polietileno de alta densidad, con un peso de 500 g, cada uno. Los tratamientos T1 y T3 fueron almacenados a una temperatura de -18 °C y los tratamientos T2 y T4 a 5 °C.

Al iniciar el almacenamiento se evaluaron las pulpas fortificadas y no fortificadas mediante el contenido de sólidos solubles, para lo cual se empleó un brixómetro y se empleó el método AOAC 932.12; pH medido a través de un pHmetro con el método AOAC 981.12; y, la acidez titulable, por medio de neutralización, de acuerdo con el método AOAC 942.15 (AOAC, 2005).

Las muestras fueron analizadas al día 0 y de forma consecutiva a los días 7, 14 y 21.

### **2.5.2. EVALUACIÓN MICROBIOLÓGICA DE LAS PULPAS FORTIFICADAS Y PULPAS BLANCO**

Al mismo tiempo, se realizaron análisis microbiológicos correspondientes a contaje total de aerobios en pulpas fortificadas y no fortificadas, de acuerdo con la norma NTC 404:1998 (ICONTEC, 1998). Se empleó el método descrito por FDA/CFSAN BAM (2001).

Estos análisis se llevaron a cabo los días 0, 7, 14 y 21 y se empleó el método de recuento en placa.

### **2.5.3. PRUEBAS SENSORIALES DE ESTABILIDAD DE LAS PULPAS FORTIFICADAS Y PULPAS BLANCO**

Las pruebas sensoriales, con las cuales se evaluó la estabilidad de las pulpas fortificadas y de las pulpas blanco, se realizaron inmediatamente después de conocer los resultados de cada análisis microbiológico. Si el producto ya no fue considerado apto para su consumo se detuvo la prueba para cada tratamiento.

Se empleó la prueba de calificación de atributos y se contó con la participación de un panel semi-entrenado, compuesto por 15 integrantes, por medio del cual se

evaluó la calidad del producto y la existencia de cambios organolépticos durante el almacenamiento en apariencia, color, aroma, sabor y textura.

Se entregó a cada participante cuatro vasos numerados al azar que contenían 20 g de pulpa de cada uno de los tratamientos y se les pidió que los probaran y calificaran, de acuerdo con el formato que se presenta en el **Anexo V**.

Esta prueba se realizó en el día 1 de almacenamiento y luego de manera consecutiva los días 8, 15 y 22 después de conocer los resultados respectivos de cada análisis microbiológico.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. DETERMINACIÓN DE LA DOSIS EFECTIVA DE HIERRO

##### 3.1.1. SELECCIÓN DE LA FRUTA A SER FORTIFICADA



Los datos de disponibilidad de piña, papaya y frutilla se obtuvieron de las estadísticas de producción nacional de cultivos permanentes y transitorios de la FAOSTAT (2007), que se encuentran en la tabla 1.5. Se observa que, en el Ecuador, las tres frutas tienen volúmenes constantes de producción.

Los contenidos nutricionales de las frutas se tomaron de la Tabla de Composición de Alimentos del Ecuador (OPS, 2010), los cuales se muestran en la tabla 1.6.

La prueba preliminar de aceptabilidad aplicada en la escuela Inti se realizó a las 10 y 30 de la mañana, 30 minutos después de finalizar el receso, para asegurar que las condiciones basales de hambre se hayan estabilizado y obtener resultados objetivos que no se encuentren influenciados por la sensación de hambre o sed (Soriano y Vásquez, 1998, p. 54).

Por tratarse de una población infantil, se empleó una escala hedónica facial de dos puntos, en la cual, el rostro sonriente representa el gusto o agrado; mientras que, el rostro triste simboliza desagrado o disgusto. Los resultados obtenidos se presentan en la tabla 3.1.

**Tabla 3.1.** Aceptabilidad de las pulpas de frutas\*

			% de aceptación
<b>Piña</b>	139	21	86,88 %
<b>Papaya</b>	137	23	85,63 %
<b>Frutilla</b>	148	12	92,50 %

\* Total de niños encuestados: 160

A través de los resultados de la prueba preliminar se determinó que todas las pulpas evaluadas tienen una aceptabilidad superior al 85 %, lo cual indica una amplia acogida por parte de los consumidores potenciales; es decir, que cualquiera de las tres frutas resultaría una opción acertada para realizar el proceso de fortificación.

Como se observa en la tabla 3.1, las pulpas de frutilla y de piña presentaron una aceptabilidad ligeramente superior a la papaya; sin embargo, no fueron elegidas debido a ciertas desventajas. En el caso de la frutilla, se destaca la presencia de sustancias de carácter alergénico para infantes, potencialmente peligrosas para los niños que no recibieron lactancia materna (Delves, Martin, Burton y Roitt, 2008, p. 379). Con respecto a la piña, para el tipo de producto que se desea desarrollar, resultaría poco deseable su tendencia a fermentarse rápidamente (Ezeronye, 2004, p. 235). Adicionalmente, sus contenidos de vitaminas A y C son inferiores comparados con los de la papaya (OPS, 2010), los cuales son importantes potenciadores en la absorción gastrointestinal del hierro (Serra et al., 2006, p. 178).

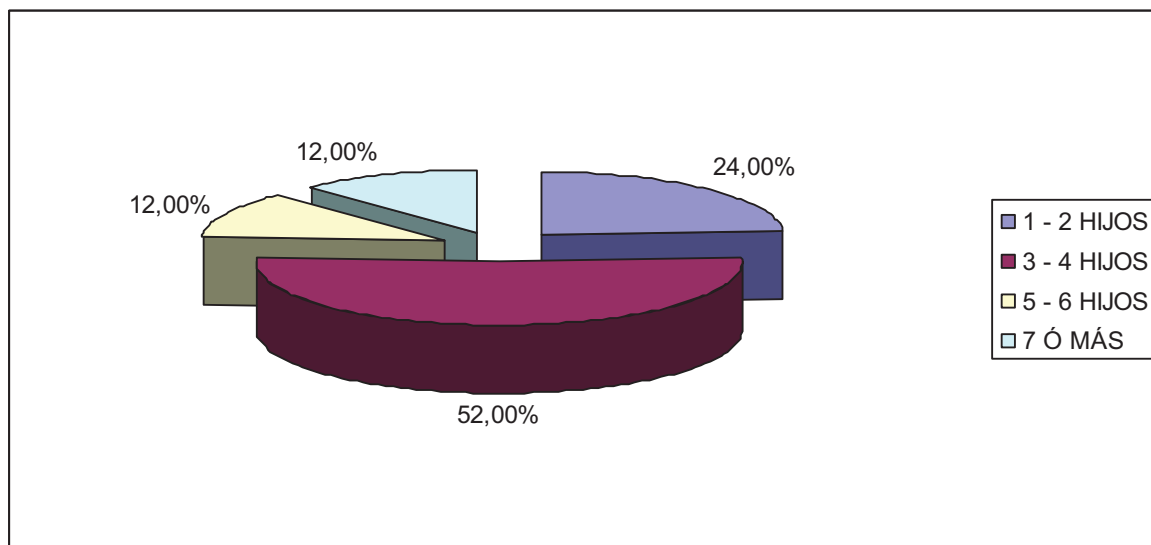
Por lo tanto, se escogió a la papaya como la pulpa de fruta a fortificar, puesto que tiene disponibilidad permanente a lo largo del año y presenta contenidos de vitamina A superiores a 50  $\mu\text{g}/100\text{ g}$  de pulpa y de vitamina C entre 60 y 65  $\text{mg}/100\text{ g}$  de pulpa (OPS, 2010).

### **3.1.2. ENCUESTA A BENEFICIARIOS DEL BANCO DE ALIMENTOS DE QUITO**

La encuesta se aplicó en el BAQ durante dos días consecutivos y se realizó a cada persona en el orden en que ingresaban a las instalaciones de la Fundación, donde adquieren sus alimentos periódicamente. Participaron 25 personas cabezas de familia.

Los resultados se presentan a continuación:

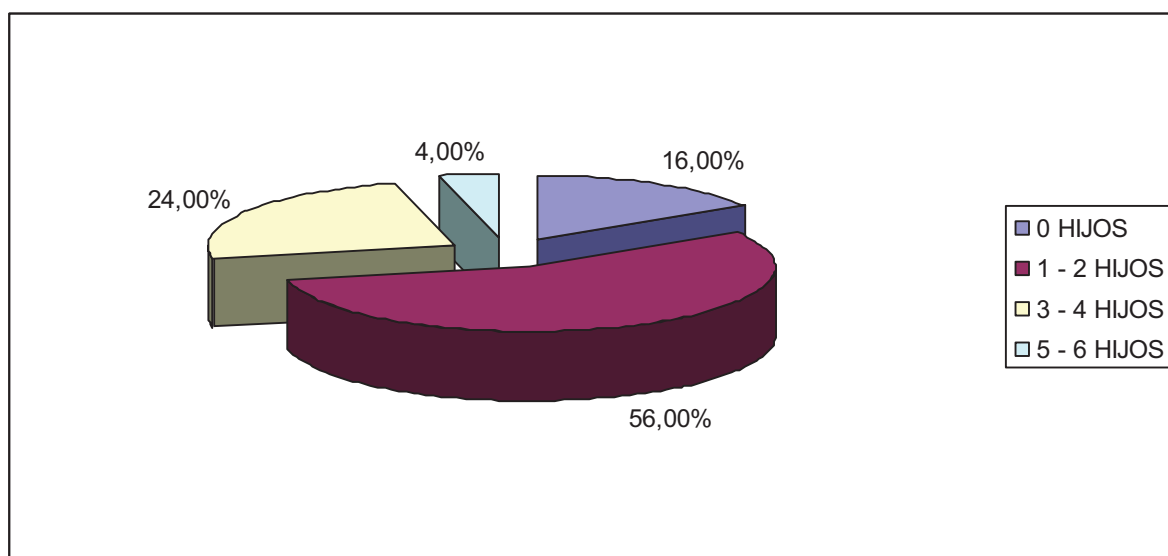
### Pregunta 1: Número de hijos por familia



**Figura 3.1.** Número de hijos por familia

Se puede observar en la figura 3.1 que las familias beneficiarias de la Fundación BAQ tienen entre 3 y 4 hijos en un porcentaje superior al 50 %. Es decir que, pocas familias tienen únicamente 1 ó 2 hijos y así mismo son pocas las que tienen más de 4.

### Pregunta 2: Número de hijos en edad escolar



**Figura 3.2.** Número de hijos en edad escolar por familia

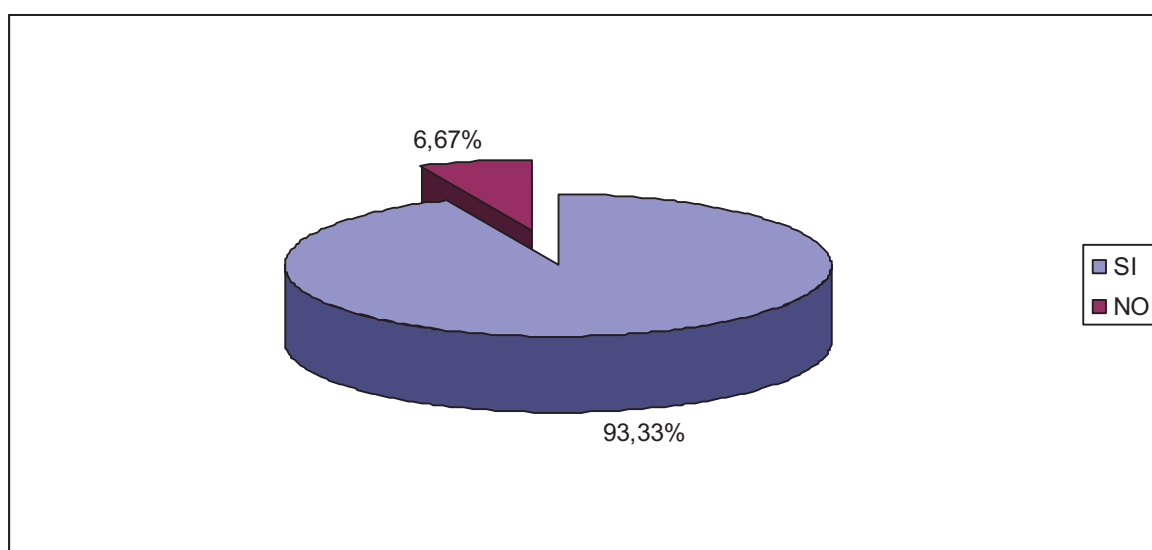
En la figura 3.2 se observa que más del 50 % de familias miembros del BAQ tienen entre 1 y 2 hijos en edad escolar. Este dato es muy importante puesto que permite conocer si la fortificación del producto para escolares sigue el enfoque previsto, ya que la meta es llegar al mayor número posible de consumidores, en este caso niños entre 4 a 12 años.

Si se conoce que cada familia está compuesta, en la mayoría de los casos, por mínimo 4 personas (padre/madre y tres hijos), y de ellos 1 ó 2 hijos son escolares, entonces el producto llegaría al 25 – 50 % de los beneficiarios del BAQ, sin tomar en cuenta que el producto sea consumido por todos los miembros de la familia.

### Pregunta 3: ¿Le gustan las pulpas de frutas?

De acuerdo con los datos obtenidos se observa que al 100 % de los encuestados le gustan las pulpas de frutas. Es decir que el producto puede considerarse como una buena opción para realizar el programa de fortificación, ya que es del agrado de todas las personas.

### Pregunta 4: ¿Compra pulpas en el BAQ?

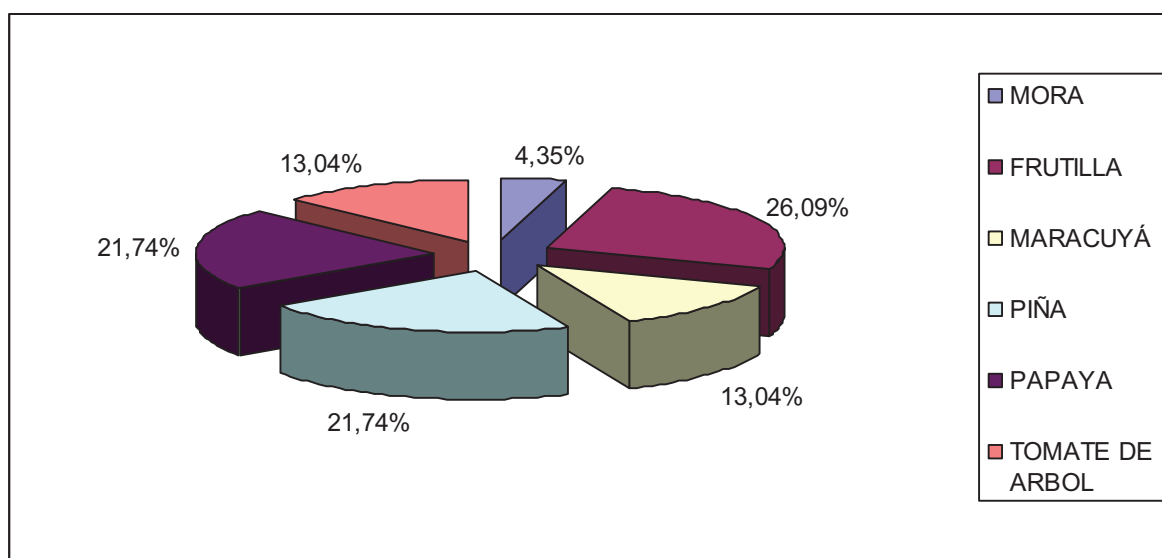


**Figura 3.3.** Adquisición de pulpas en el BAQ



Se observa que el 93,33 % de las familias encuestadas compran pulpas de frutas en el BAQ, lo cual permite confirmar que el vehículo a fortificar está elegido adecuadamente puesto que es un producto de consumo masivo dentro del grupo en estudio.

**Pregunta 5: ¿Cuál pulpa le gusta más?**



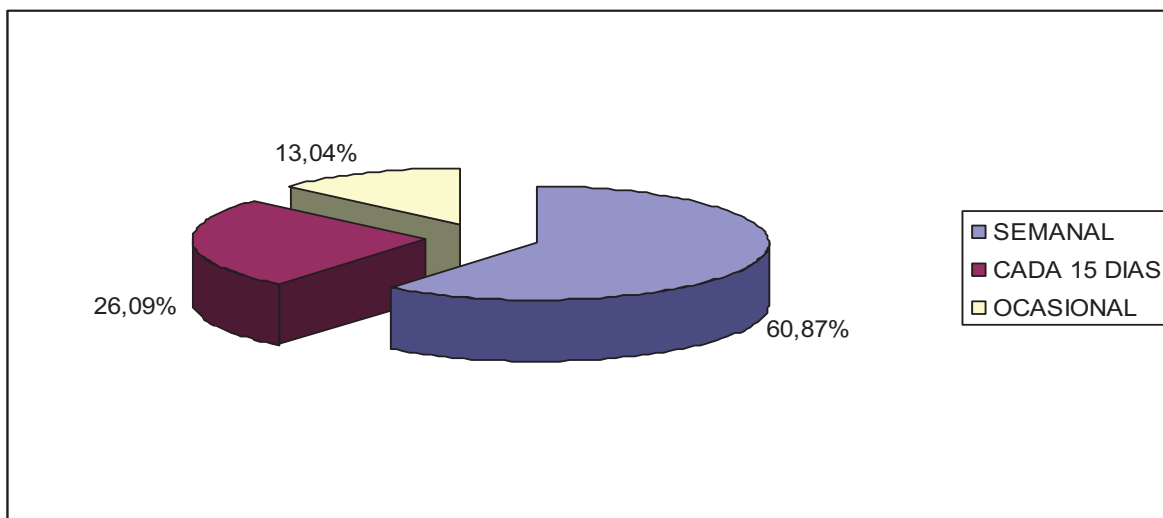
**Figura 3.4.** Preferencia de sabor de pulpa de fruta

Como se muestra en la figura 3.4, son muy variados los gustos de los consumidores en cuanto al sabor de la pulpa de fruta, tomando en cuenta que el BAQ ofrece gran variedad de pulpas de fruta procesada.

Sin embargo, se puede determinar que las tres frutas de mayor aceptabilidad según la encuesta son frutilla, piña y papaya, que corresponden a las frutas con las cuales se efectuó el ensayo preliminar de aceptabilidad y posteriormente la elección de la pulpa de fruta a fortificar.

De la misma manera, se determina que la elección de la papaya como pulpa de fruta a fortificar cumple con el requisito para realizar un programa de fortificación de ser un alimento que sea del agrado o preferencia del consumidor con lo cual se garantiza su consumo.

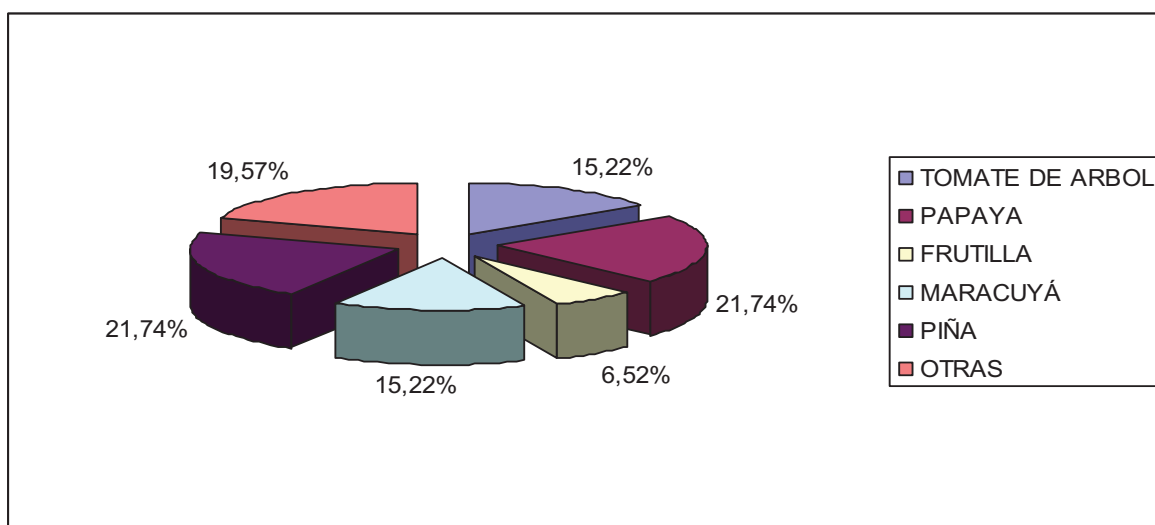
**Pregunta 6: ¿Cuál es su frecuencia de compra?**



**Figura 3.5.** Frecuencia de compra

En la figura 3.5 se observa que el 60 % de los encuestados compran las pulpas de frutas semanalmente; mientras que, un porcentaje menor correspondiente al 26 % lo hacen de manera quincenal y una pequeña fracción las adquieren ocasionalmente. De este modo, el programa de fortificación puede ser enfocado para que las familias adquieran, al menos semanalmente, las pulpas fortificadas.

**Pregunta 7: ¿Cuáles pulpas de fruta compra?**

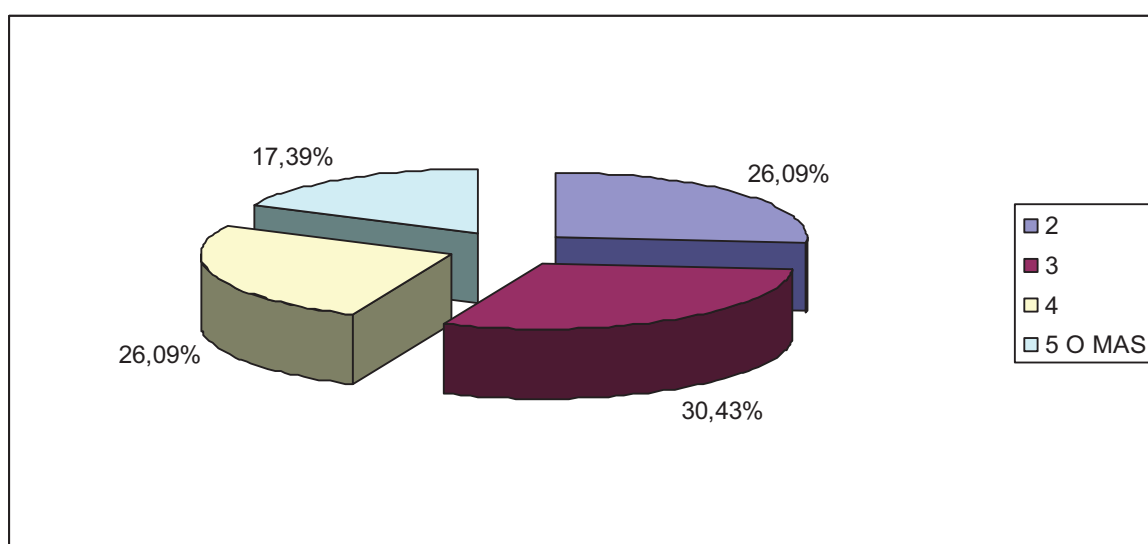


**Figura 3.6.** Preferencia de compra de pulpas de fruta

Los sabores de pulpa más comprados son los de piña y papaya, lo cual coincide con la elección de las frutas para la prueba preliminar y consiguiente fortificación del producto.

También se compra en un porcentaje del 15,22 % las pulpas de tomate de árbol y maracuyá. Dentro de la opción Otras frutas se incluyeron como respuestas: guayaba, mora, manzana, melón, granadilla y sandía.

### Pregunta 8: ¿Cuántas pulpas adquiere en cada compra?



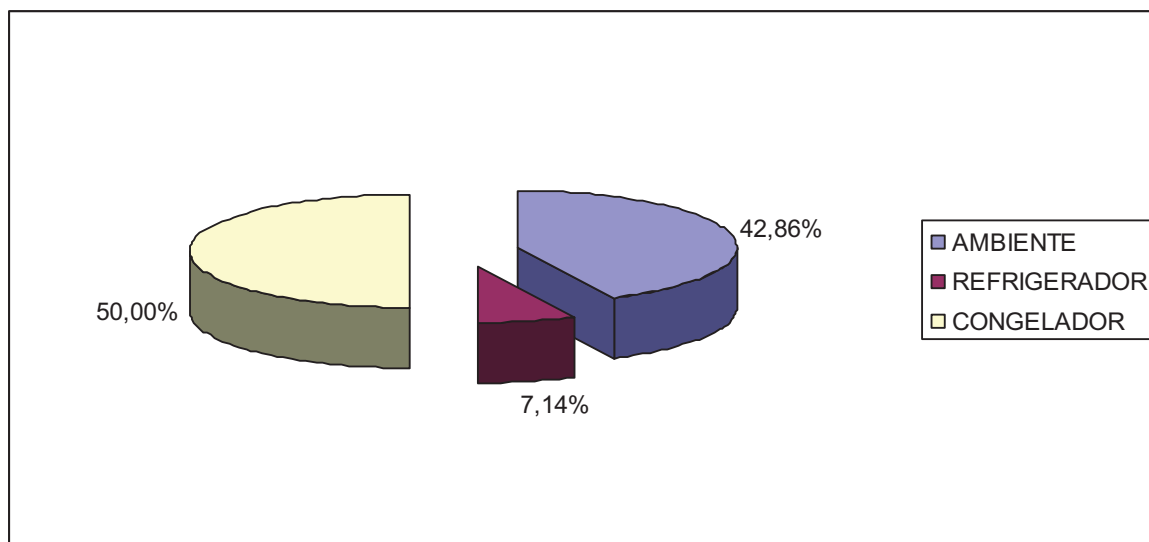
**Figura 3.7.** Cantidad de pulpas de fruta adquiridas

El BAQ produce y expende pulpas congeladas de fruta, empacadas y con un peso de 500 g, las mismas que son vendidas por unidades.

Se observa que más del 80 % de las familias beneficiarias de la Fundación BAQ adquieren de 2 a 4 paquetes de pulpas de frutas por compra; dicho dato está ligado al número de miembros por familia.

Además se destaca que un porcentaje menor (17,39 %) adquieren 5 o más pulpas por compra. Este dato permite determinar un patrón de consumo general para las familias miembros del BAQ.

**Pregunta 9: ¿Cómo almacena las pulpas de fruta?**



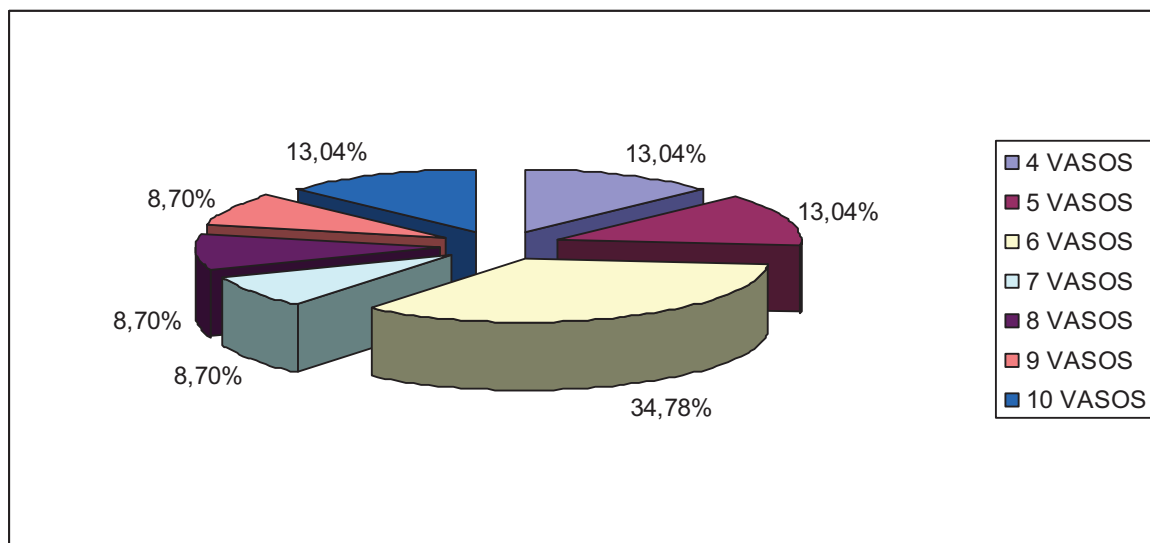
**Figura 3.8.** Modo de almacenamiento

En la figura 3.8 se indica que la mitad de las familias miembros del BAQ almacenan las pulpas de frutas en congelador, mientras que una cantidad cercana al 43 % la almacenan a temperatura ambiente (6 -12 °C). Por otro lado, apenas el 7 % de los encuestados almacenan las pulpas bajo refrigeración (4 °C).

Cabe recordar que las familias del BAQ tienen un acceso reducido a servicios básicos tales como electricidad por lo cual una gran cantidad de ellas no disponen de refrigerador o congelador en los cuales conservar el producto, en muchos de los casos los encuestados pudieron indicar que encargaban las pulpas en los congeladores o refrigeradores de sus familiares o vecinos.

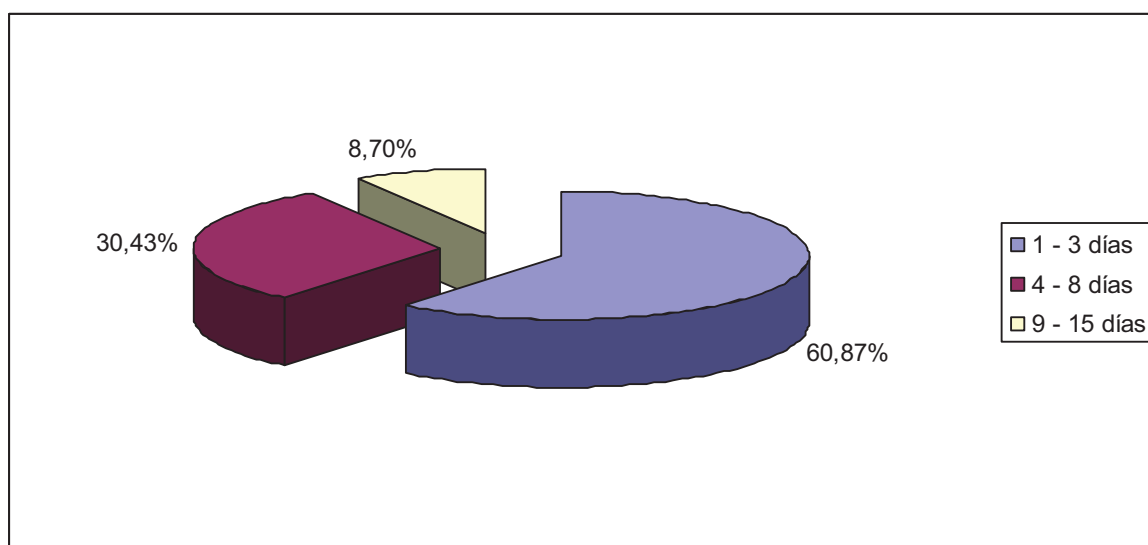
**Pregunta 10: ¿Para cuántas porciones rinde la preparación?**

Las repuestas de los encuestados fueron variadas con respecto al número de vasos que les rinde cada preparación de pulpa de frutas, sin embargo éstas se encuentran dentro del rango de 4 vasos como mínimo y 10 vasos como máximo dependiendo del número de miembros en cada familia, como se observa en la figura 3.9.



**Figura 3.9.** Rendimiento de la preparación

**Pregunta 11: ¿En cuánto tiempo consume las pulpas de frutas?**

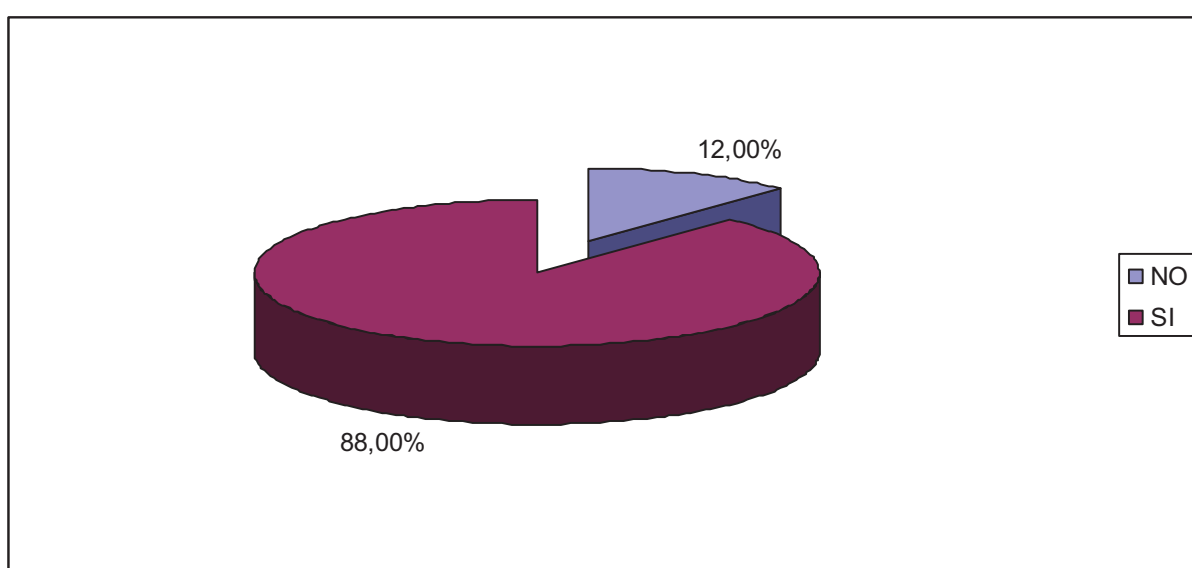


**Figura 3.10.** Tiempo de consumo

El 60 % de los encuestados manifestaron que consumían las pulpas de frutas en un tiempo comprendido entre uno y tres días, con lo cual se asegura que la frescura del producto está garantizada, sin embargo, se debe tomar en cuenta que las pulpas congeladas tienen una vida útil aproximada de un año a partir de su fecha de elaboración (Aldana y Ospina, 1995, p. 216) y fácilmente podrían ser consumidas en mayor tiempo. Por otro lado, para las familias que las conservan a

temperatura ambiente, el rápido consumo les permite evitar intoxicaciones debido al deterioro de la calidad del producto a consecuencia del modo de conservación. También se observa que existe un porcentaje cercano al 30 % que las consume en un período de 4 a 8 días, y apenas el 9 % las consume en un lapso de 9 a 15 días, dicho segmento conserva las pulpas bajo congelación.

### Pregunta 12: ¿Le gusta la pulpa de papaya?



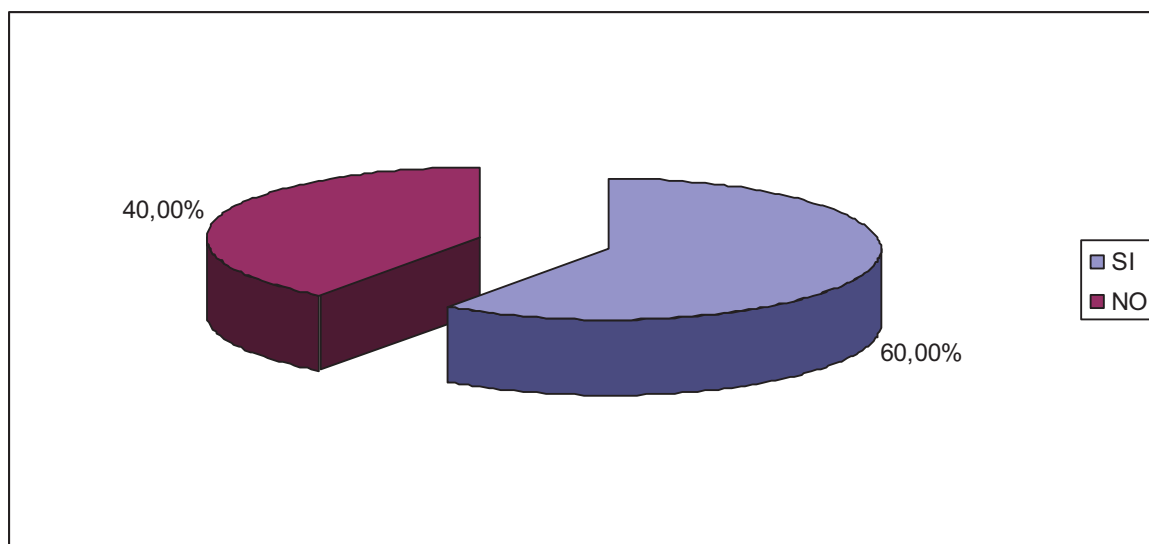
**Figura 3.11.** Aceptación de la pulpa de papaya

Se puede observar que aproximadamente al 88 % de las familias encuestadas les gusta la pulpa de papaya y al 12 % restante no le agrada. Este dato permite conocer si el desarrollo de la pulpa fortificada cumple con el requisito de ser un producto que los consumidores consideren agradable y permita garantizar su ingesta.

### Pregunta 13: ¿Conoce qué es un alimento fortificado?

Se observa que el 60 % de los encuestados manifestó que sí conocían qué es un producto fortificado mientras que el restante 40 % dijeron no saber. Las personas que respondieron positivamente dijeron que dichos productos contienen

vitaminas, principalmente la vitamina C. En la figura 3.12 se muestran los respectivos porcentajes.



**Figura 3.12.** Conocimiento del producto

#### **Pregunta 14: Si el BAQ dispondría de pulpas fortificadas, ¿las compraría?**

Al preguntar a los encuestados acerca de la posibilidad de comprar pulpas fortificadas en caso de que el BAQ dispusiera de ellas, la totalidad respondió que sí las compraría, lo cual permite determinar la viabilidad del programa de fortificación a ser implementado.

#### **3.1.3. RECORDATORIO DE 48 HORAS**

El recordatorio de 48 horas fue realizado en la escuela Inti en la cual 160 niños en edad escolar reciben alimentación diaria de manera gratuita, los mismos que son adquiridos en el BAQ.

Dicho recordatorio permite conocer la ingesta diaria de hierro de los niños en edad escolar y establecer un modelo general para la fortificación. Además de

conocer la ingesta de hierro se evaluaron las ingestas de vitamina A, vitamina C y las calorías consumidas por día. Puesto que la presencia de vitamina C potencia la absorción del hierro (Serra et al., 2006, p. 178; Cardero, Sarmiento y Selva, 2009, p. 12), es necesario conocer dicho dato; así mismo se evalúa la ingesta calórica y la cantidad de vitamina A para descartar una posible desnutrición en el grupo en estudio.

En el recordatorio se evaluó la dieta de los niños durante dos días seguidos. Los niños reciben desayuno, almuerzo, merienda y dos refrigerios, uno a media mañana y otro a media tarde.

La persona responsable de proporcionar los datos de alimentación de los niños fue la Sra. Rosa Narvárez, encargada de la cocina de la escuela Inti, quien prepara los alimentos.

Para estimar la cantidad de alimento consumido y de micronutrientes contenidos fue necesario emplear una balanza casera y la tabla de composición de alimentos del Ecuador (OPS, 2010).

En el **Anexo VI** se presentan los contenidos de calorías y micronutrientes en 100 g de los diversos alimentos ingeridos durante las 48 horas que contempla el estudio (OPS, 2010). Por medio de estos datos, se realizaron los cálculos respectivos en la evaluación de los recordatorios.

En las tablas 3.2 y 3.3 se presentan los datos de las cantidades de alimentos, calorías y micronutrientes ingeridos por los escolares durante los recordatorios correspondientes a los días en que fueron aplicados, así como también el modo de preparación de los alimentos.



Tabla 3.2. Recordatorio del día N° 1

Alimento	Peso	Unidad	Modo de preparación	Vit. A (µg)	Vit. C (mg)	Hierro (mg)	Calorías (kcal)
<b>Desayuno</b>							
Avena	2	g	Colada	0,00	0,00	0,09	7,78
Leche	250	mL		5,00	0,00	0,50	147,50
Azúcar	5	g		0,00	0,00	0,00	19,20
Manzana	50	g	Fruta Fresca	1,00	2,00	0,03	49,50
<b>Media mañana</b>							
Pan	20	g	Sánduche	0,00	0,00	0,38	74,80
Mermelada de frutilla	10	g		10,50	1,10	0,09	13,90
<b>Almuerzo</b>							
Espinaca	10	g	Sopa	46,90	2,80	0,27	2,50
Papa	30	g		0,00	5,40	0,30	26,70
Arroz	75	g	Plato Fuerte	0,00	0,00	0,60	270,75
Huevo	25	g		36,00	0,00	0,75	39,50
Plátano	100	g	Ensalada	8,00	13,00	0,70	96,00
Sandía	200	g		56,00	16,00	0,43	64,00
Papaya	250	g		137,50	155,00	0,25	97,50
<b>Media tarde</b>							
Avena	2	g	Colada	0,00	0,00	0,09	7,78
Naranja	20	g		0,00	13,00	0,06	5,80
Azúcar	5	g		0,00	0,00	0,00	19,20
<b>Merienda</b>							
Café	1	g	Café	0,00	0,00	0,12	4,49
Azúcar	5	g		0,00	0,00	0,00	19,20
Pan	20	g	Sánduche	0,00	0,00	0,38	74,80
Queso	20	g		22,60	0,00	0,00	27,60
<b>TOTAL</b>				<b>323,50</b>	<b>208,30</b>	<b>5,046</b>	<b>1 068,50</b>

Tabla 3.3. Recordatorio del día N° 2

Alimento	Peso	Unidad	Modo de preparación	Vit. A (µg)	Vit. C (mg)	Hierro (mg)	Calorías (kcal)
<b>Desayuno</b>							
Papaya	250	g	Jugo	137,50	155,00	0,25	97,50
Azúcar	5	g		0,00	0,00	0,00	19,20
Pan	20	g		0,00	0,00	0,38	74,80
Huevo	25	g	Cocido	36,00	0,00	0,75	39,50
<b>Media mañana</b>							
Avena	2	g	Colada	0,00	0,00	0,09	7,78
Leche	250	mL		5,00	0,00	0,50	147,50
Azúcar	5	g		0,00	0,00	0,00	19,20
<b>Almuerzo</b>							
Verde	30	g	Sopa	39,00	8,40	0,24	39,60
Carne	20	g		0,00	0,00	0,50	52,80
Col	20	g		0,00	7,60	0,48	5,00
Brócoli	15	g	Ensalada	9,45	13,65	0,18	6,00
Tomate riñón	15	g		6,30	3,45	0,42	4,05
Pescado	75	g	Frito	0,00	0,00	2,35	105,00
Piña	250	g	Jugo	7,50	140,00	0,70	127,50
<b>Media tarde</b>							
Plátano	100	g	Fruta Fresca	8,00	13,00	0,70	96,00
Pan	20	g		0,00	0,00	0,38	74,80
<b>Merienda</b>							
Cocoa	2	g	Chocolate Caliente	0,00	0,00	0,06	1,28
Azúcar	5	g		0,00	0,00	0,00	19,20
Leche	250	mL		5,00	0,00	0,50	147,50
Fideo	30	g	Cocido	0,00	0,00	0,96	103,20
Queso	20	g	Fresco	22,60	0,00	0,00	27,60
<b>TOTAL</b>				<b>276,35</b>	<b>341,10</b>	<b>9,455</b>	<b>1 215,01</b>

El grupo de niños de 6 - 9 años de edad requiere una ingesta promedio de 1 400 a 1 500 kcal (FAO/WHO/UNU, 2001, p. 10); en las tablas 3.6 y 3.7 se puede observar que los valores de ingesta calórica se encuentra en los rangos de 1 068 a 1 215 kcal por lo cual se determina que la alimentación que los niños reciben no alcanza a cubrir los requerimientos energéticos, consecuencia de esto se podría presentar desnutrición y enfermedades derivadas de ella.

Con respecto a la vitamina A, los requerimientos diarios para niños de 4 a 6 años es de 500 µg y para niños de 7 a 10 años es de 700 µg (FAO/OMS, 2004, p. 27). Los recordatorios aplicados a los escolares indican que los rangos de ingesta se encuentran entre 276 y 325 µg de vitamina A. Dichos datos son inferiores a lo recomendado.

Para la vitamina C, los requerimientos recomendados para niños de 6 a 12 años es de 50 mg (FAO/OMS, 2004, p. 138); de acuerdo con los recordatorios, los niños ingieren dosis que superan la recomendación. Al analizar los datos se puede determinar que las mayores fuentes de vitamina C son exclusivamente las frutas; de acuerdo con Serra et al., (2006), la presencia de vitamina C favorece la absorción intestinal del hierro (p. 178).

Finalmente, para la ingesta de hierro, la FAO/OMS recomienda una cantidad de 10 mg para niños de 4 a 10 años (2004, p. 271). En los recordatorios se observa rangos de consumo entre 5 y 9,45 mg de hierro, lo cual permite determinar que la situación nutricional de los escolares provenientes de estratos económicos bajos es bastante fluctuante, mientras habrá ocasiones en las cuales reciban el aporte suficiente de nutrientes, talvez habrá otras situaciones en las que no puedan acceder a lo recomendado.

La deficiencia de vitamina A junto con la deficiencia de hierro son las afectaciones nutricionales más comunes especialmente en niños y en los países menos desarrollados, su presencia limita gravemente el desarrollo, causa enfermedades como ceguera y anemia, y en casos severos, puede provocar la muerte (MSP, 1995, pp. 1, 7).

### 3.1.4. ANÁLISIS DE CONTENIDO DE HIERRO EN EL PIROFOSFATO FÉRRICO Y EN LA PULPA DE FRUTA

El análisis de hierro se realizó en el DECAB de la EPN mediante espectrofotometría de absorción atómica de acuerdo al método DECAB 01 (DECAB, 2011). Los datos obtenidos se muestran en la tabla 3.4.

**Tabla 3.4.** Contenido de hierro en el pirofosfato férrico y la pulpa de papaya

	Pirofosfato férrico	Pulpa de papaya
Fe (mg/100 g)	25 190,9 ± 2 340,1	0,55 ± 0,01

Se observa que la pulpa de papaya reportó cantidades apreciables de hierro. Al comparar este dato con el contenido de hierro de acuerdo con la Tabla de Composición de los Alimentos del Ecuador (2010) correspondiente a 0,1 mg Fe/100 g de papaya, dato que es corroborado por Pamplona (2006, p. 158), se puede observar una cierta diferencia, causada posiblemente por la variedad de papaya empleada. Debido a la discrepancia entre el dato bibliográfico de contenido de hierro de la papaya con el resultado experimental, para realizar el cálculo de la cantidad de hierro a fortificar, no se considera el aporte de la fruta, puesto que se considera como un margen de seguridad en caso de que la fruta presente o no el micronutriente. Incluso en una sección posterior del desarrollo del presente trabajo se determina que el aporte de la fruta no es significativo.

El pirofosfato férrico contiene 25,19 % de hierro elemental, dato que, al ser comparado con la hoja técnica del fortificante, difiere con el porcentaje indicado por el proveedor correspondiente al 21 %. Al elaborar un producto fortificado, es necesario conocer los contenidos exactos de micronutrientes para que la fortificación cubra adecuadamente los requerimientos de la población. Se utilizó este compuesto por ser el más recomendado en la fortificación de bebidas y productos líquidos, puesto que es levemente soluble en agua y no genera marcadas alteraciones organolépticas de color y olor en los productos a los cuales se adiciona.

### 3.1.5. DETERMINACIÓN DE LA DOSIS DE HIERRO

Para la determinación de la dosis de hierro para fortificación se emplearon los datos obtenidos previamente de la encuesta realizada en el BAQ, como se observa en la tabla 3.5.

**Tabla 3.5.** Rendimiento de la preparación de jugo de fruta y número de pulpas de fruta adquiridas por semana por cada familia encuestada

Familia Encuestada	Número de vasos (a) de jugo por 500 g de pulpa	Número de pulpas adquiridas semanalmente
1	6	3
2	7	4
3	6	5
4	8	3
5	10	2
6	6	2
7	4	4
8	5	2
9	6	4
10	4	3
11	5	5
12	6	2
13	10	3
14	9	4
15	4	2
16	8	3
17	6	2
18	5	5
19	6	3
20	6	3
21	9	5
22	10	4
23	7	4
<b>SUMA</b>	153	77
<b>PROMEDIO</b>	<b>6,65 (b)</b>	<b>3,34 (c)</b>

a: Capacidad del vaso: 175 mL

b: Promedio de número de vasos de jugo por cada 500 g de pulpa

c: Promedio de número de paquetes de pulpa de fruta de 500 g adquiridas semanalmente

Por medio del recordatorio de 48 horas aplicado en la escuela INTI, se determinó el dato de consumo diario de hierro elemental al sumar las ingestas del micronutriente de los dos días en estudio y obtener un promedio, como se indica en la tabla 3.6.

**Tabla 3.6.** Ingesta diaria de hierro en los días correspondientes al recordatorio de 48 horas aplicado en la escuela Inti

	<b>Ingesta de hierro (mg/día)</b>
<b>Día 1</b>	5,046
<b>Día 2</b>	9,455
<b>Suma</b>	14,501
<b>Promedio</b>	7,251

De acuerdo con la FAO (2004, p. 271), la ingesta diaria recomendada (IDR) de hierro para niños de 4 a 10 años es de 10 mg, como se puede observar en la tabla 1.6. Es necesario conocer este dato para que la fortificación no supere los requerimientos de hierro del individuo, puesto que, una ingesta excesiva de micronutriente puede ser muy perjudicial para el organismo (Asociación Española de Hemocromatosis, 2010).

La dosis diaria se obtuvo por diferencia entre la IDR (FAO/OMS, 2004, p. 271) de hierro para niños entre 4 a 10 años con el promedio obtenido:

$$10 \text{ mg de hierro / día} - 7,251 \text{ mg de hierro / día} =$$

<b>2,749 mg de hierro/día</b>
-------------------------------

Si se conoce que el 60 % de los encuestados en el BAQ adquieren las pulpas de fruta semanalmente, se puede emplear el dato para extrapolar el consumo hacia toda la población en estudio a través del cálculo:

$$2,749 \text{ mg de hierro/día} * 7 \text{ días/semana} = 19,24 \text{ mg de hierro/semana}$$

Si 1 pulpa adquirida por semana = 1 ingesta por semana, entonces:

$$19,24 \text{ mg de hierro por semana} / 3,34 \text{ ingestas por semana (c)} = 5,76 \text{ mg de hierro por ingesta}$$

$$5,76 \text{ mg de hierro por ingesta} * 6,65 \text{ vasos/500 g de pulpa (b)} = 38,30 \text{ mg de hierro/500 g de pulpa}$$

Si la cantidad de hierro elemental contenida en el pirofosfato férrico es de 25,19 % de acuerdo con la lectura del espectrofotómetro, entonces:

$$38,30 \text{ mg de hierro/500 g de pulpa} * (100/25,19) = 152,04 \text{ mg de pirofosfato férrico/500 g de pulpa}$$

Si se adicionan 152,04 mg de pirofosfato férrico a 500 g de pulpa, entonces:

**DOSIS EFECTIVA DE HIERRO**  
**304,08 mg de pirofosfato férrico / kg de pulpa de papaya**

Por lo tanto, al ingerir cada semana al menos tres vasos de 175 mL de jugo de papaya preparado con (d) 75 g de pulpa fortificada con pirofosfato férrico y 100 mL de agua, la cantidad consumida representaría aproximadamente el (e) 27,49 % de la IDR para niños de 4 a 10 años. Los cálculos respectivos se muestran a continuación:

(d)  $500 \text{ g de pulpa fortificada con hierro} / 6,65 \text{ vasos de preparación} = 75,19 \text{ g de pulpa de papaya fortificada por vaso}$

(e)  $2,749 \text{ mg hierro/día} * (100 \% / 10 \text{ mg IDR de hierro}) = 27,49 \% \text{ IDR de hierro para niños de 4 a 10 años}$

Es importante añadir que la OMS (2012), señala que “el aporte de hierro una, dos o tres veces por semana, en días no consecutivos, es un método seguro y eficaz para aumentar la ingesta de hierro en niños preescolares y escolares y reducir el riesgo de anemia, especialmente en entornos con una prevalencia de anemia del 20 % o más”.

### 3.1.6. ANÁLISIS SENSORIAL DE DOSIFICACIÓN

Después de tabular los datos, se obtuvieron porcentajes de aciertos y errores. Los resultados obtenidos se presentan en las tablas 3.7. para el parámetro color, 3.8. para el aroma y 3.9. para el sabor.

**Tabla 3.7.** Resultados del test triángulo para el parámetro color

	Nº de jueces	%
<b>Aciertos</b>	3	20
<b>Errores</b>	12	80
<b>Total</b>	15	100

**Tabla 3.8.** Resultados del test triángulo para el parámetro aroma

	Nº de jueces	%
<b>Aciertos</b>	6	40
<b>Errores</b>	9	60
<b>Total</b>	15	100

**Tabla 3.9.** Resultados del test triángulo para el parámetro sabor

	Nº de jueces	%
<b>Aciertos</b>	4	26,67
<b>Errores</b>	11	73,33
<b>Total</b>	15	100



De acuerdo con los porcentajes obtenidos, se observa que las diferencias para los parámetros color y sabor fueron ligeramente perceptibles, con valores de 20 y 26,67 %, respectivamente; mientras que para el aroma fueron más marcadas con un valor del 40 %.

Para analizar los datos se empleó la prueba de “chi<sup>2</sup>” por medio de la siguiente fórmula (Garrido, Jara, Wittig, Dondero, Mendoza y González, 2009):

$$X^2 = \frac{((4a - 2e) - 3)^2}{(8) \times (j) \times (r)}$$

Donde:

- a: aciertos,
- e: errores,
- j: número de jueces, y
- r: número de repeticiones.

**Tabla 3.10.** Prueba chi<sup>2</sup> para los parámetros color, aroma y sabor de pulpa de papaya fortificada con pirofosfato férrico

	Color	Aroma	Sabor
chi <sup>2</sup>	1,875	0,075	0,075
Grados de libertad	1	1	1
Chi cuadrado teórico (0,1 %)	2,71	2,71	2,71

En la tabla 3.10 se muestra que para todos los parámetros, el valor obtenido de chi<sup>2</sup> es inferior al valor de chi<sup>2</sup> teórico por lo cual se acepta la hipótesis de que no existen diferencias significativas en los parámetros estudiados de color, aroma y sabor entre la pulpa de papaya fortificada y la pulpa de papaya sin adición de hierro.

Por lo tanto, la cantidad de 304,08 mg de pirofosfato férrico / kg de pulpa de papaya, empleada en el análisis sensorial de dosificación, es considerada como dosis efectiva de hierro.

## 3.2. ESTANDARIZACIÓN DEL MÉTODO DE FORTIFICACIÓN

### 3.2.1. ESTANDARIZACIÓN DE LAS VARIABLES EN LA ELABORACIÓN DE PULPA DE PAPAYA FORTIFICADA

Las variables para la elaboración de pulpa de papaya fortificada se estandarizaron de la siguiente manera:

***Volumen de pulpa de papaya a fortificar por lote:*** 5 kg

La capacidad del molino coloidal de la planta piloto del DECAB es de 5 kg.

***Cantidad de hierro a adicionar en pulpa de papaya:***

Se emplea el dato obtenido en la dosificación de hierro para pulpa de papaya, el cálculo para el proceso es:

$$304,08 \text{ mg de hierro/ kg de pulpa} * 5 \text{ kg} = 1\ 520,4 \text{ mg de hierro}$$

$$= 1,52 \text{ g de hierro por lote de 5 kg}$$

***Tiempo de homogenización para obtener pulpa de papaya fortificada:***

**Tabla 3.11.** Tiempo de homogenización para obtener pulpa de papaya fortificada

Tiempo de Homogenización	Contenido de Hierro (mg/100g)*
1'	7,7 ± 0,31
2'	7,5 ± 0,50
3'	7,7 ± 0,52
4'	7,4 ± 0,47
5'	7,6 ± 0,32

\* método DECAB 01 (DECAB, 2011)

Como se puede observar en la tabla 3.11, el contenido de hierro prácticamente no varía desde el minuto 1 hasta el minuto 5. El resultado esperado de acuerdo a la cantidad de pirofosfato férrico que se adicionó en el proceso para fortificar la pulpa de papaya es de 7,66 mg de hierro/100 g de pulpa, por lo tanto, el tiempo

de homogenización se decide estandarizarlo al minuto 5 para garantizar la obtención de una mezcla uniforme entre la pulpa y el micronutriente, especialmente en el caso de realizarse un escalado del proceso a uno de mayor capacidad.

El cálculo empleado es el siguiente:

$$\begin{aligned} 304,08 \text{ mg de pirofosfato férrico / kg de pulpa de papaya fortificada} &= \\ 30,41 \text{ mg de pirofosfato férrico / 100 g de pulpa de papaya fortificada} & \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 30,41 \text{ mg de pirofosfato férrico/100 g de pulpa de papaya fortificada} & * \\ (25,19/100) & = \end{aligned}$$

**7,66 mg de hierro / 100 g de pulpa de papaya fortificada**

Como se observa en los resultados obtenidos, la pulpa de fruta que se empleó para la estandarización del método de fortificación, no reporta contenido de hierro, puesto que el hierro cuantificado proviene únicamente de la sal de pirofosfato férrico.

***Equipos a emplearse en la elaboración de pulpa de papaya fortificada:***

Se estandarizó el proceso de fortificación de pulpa de papaya con el menor número de equipos para que pueda ser fácilmente implementado en el Banco de Alimentos. Los equipos constan de: balanzas, desintegrador, molino y las respectivas cámaras de refrigeración y congelación.

**3.2.2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PARA ELABORAR PULPA DE PAPAYA FORTIFICADA**

El proceso se desarrolló en la planta piloto del DECAB de la EPN. Los procedimientos empleados para la elaboración de pulpa de papaya fortificada con hierro son:

**Recepción y pesado:** La papaya que ingresa a la planta piloto es colocada en gavetas plásticas. Después es pesada en una balanza, como se observa en la figura 3.13.



**Figura 3.13.** Pesaje de la fruta

**Selección y clasificación:** Como se muestra en la figura 3.14, las papayas son seleccionadas de manera manual y se desecha aquellas que están descompuestas o que denotan presencia de enfermedades, cortes o magulladuras.



**Figura 3.14.** Selección y clasificación

**Lavado y desinfección por inmersión:** Se coloca la fruta seleccionada en contenedores de acero inoxidable en los cuales, previamente, se preparó una solución de agua potable con 50 ppm de hipoclorito de sodio. Se realiza un lavado manual y se deja reposar durante 5 minutos.

Posteriormente, se enjuaga con agua potable y se coloca en una mesa de acero inoxidable. Los procesos descritos se muestran en la figura 3.15.



**Figura 3.15.** Lavado y desinfección

***Pelado y corte:*** Como se muestra en la figura 3.16, se corta manualmente la fruta por la mitad, para extraer las semillas y separar la cáscara. Después se pesa la fruta para determinar el rendimiento del proceso.



**Figura 3.16.** Pelado y corte

***Desintegrado:*** La fruta pelada y cortada ingresa al desintegrador Ritz donde se obtiene la pulpa de papaya, tal y como se muestra en la figura 3.17.



**Figura 3.17.** Desintegrado

**Elaboración de la Premezcla:** En un recipiente de acero inoxidable se diluyen 1,52 g de pirofosfato férrico en 20 mL de agua purificada. Dicha cantidad de sal de hierro corresponde a la capacidad del molino coloidal que es de 5 kg por lo cual la cantidad de fortificante añadida tiene relación directa con el mencionado dato. Después de homogenizar la solución, se añade el 5 % de la pulpa que se procesó en el desintegrador Ritz y se coloca en el molino coloidal durante 1 minuto. Los procedimientos se pueden observar en la figura 3.18.



**Figura 3.18.** Elaboración de la premezcla

**Homogenización:** Se añade el resto de pulpa de papaya a la premezcla y se hace recircular durante 5 minutos para lograr una homogenización de la pulpa. El producto se deposita en recipientes de acero inoxidable. En las figuras 3.19, 3.20 y 3.21 se muestra la operación del molino coloidal.



**Figura 3.19.** Molino coloidal



**Figura 3.20.** Homogenización





**Figura 3.21.** Tubo de descarga del molino coloidal

***Empacado:*** Las pulpas son empacadas y selladas manualmente en fundas de polietileno de 20  $\mu\text{m}$  de espesor, como se muestra en la figura 3.22. Cada pulpa tiene un peso promedio de 500 g.



**Figura 3.22.** Empacado de las pulpas

**Almacenamiento:** Las pulpas empacadas son almacenadas a  $-18^{\circ}\text{C}$  en una cámara de congelamiento dentro de gavetas plásticas. Las pulpas que se almacenarán en refrigeración son colocadas en una cámara a  $5^{\circ}\text{C}$ . En la figura 3.23. se observan las pulpas fortificadas y no fortificadas listas para ser almacenadas.



**Figura 3.23.** Almacenamiento

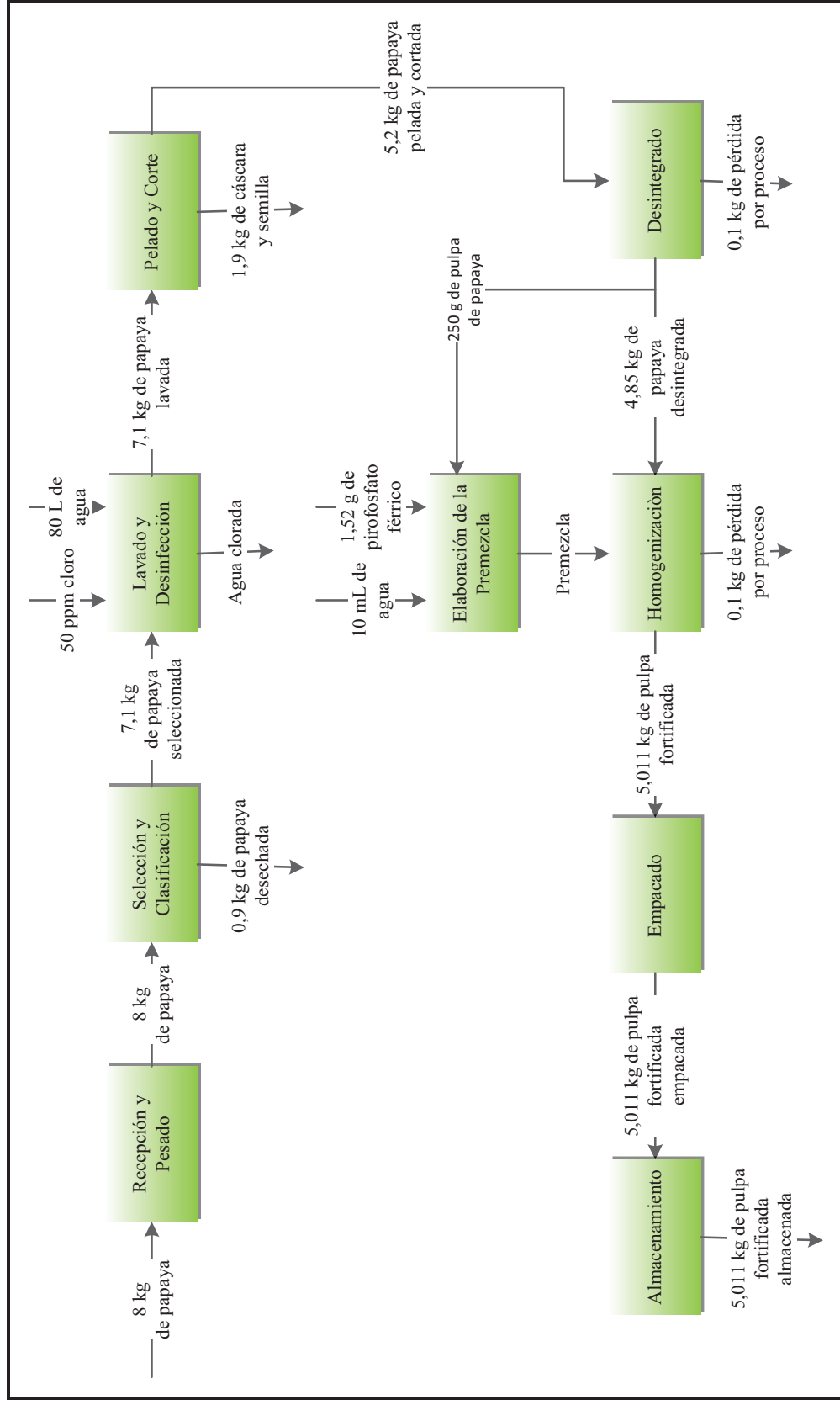
### 3.2.3. BALANCE DE MASA DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE PULPA DE PAPAIA FORTIFICADA

En la figura 3.24 se presenta el balance de masa del proceso de fortificación de pulpa de papaya con pirofosfato férrico, por medio del cual se determina el rendimiento del mismo.

Para determinar el rendimiento global del proceso se empleó el siguiente cálculo:

$$5 \text{ kg de pulpa de papaya fortificada} * 100 / 8 \text{ kg de pulpa de papaya}$$

$$= 62,5 \% \text{ de rendimiento}$$



**Figura 3.24.** Balance de masa para la elaboración de pulpa de papaya fortificada con pirofosfato férrico a nivel piloto

### 3.2.4. ESCALAMIENTO DEL PROCESO DE FORTIFICACIÓN FÉRRICA DE PULPA DE PAPAYA

Para proporcionar la cantidad de hierro adicionada a las pulpas, que cubra la deficiencia del micronutriente en los niños de la escuela Inti, es necesario realizar un escalado del proceso que permita producir lotes con mayor volumen de producto.

Se realizaron los siguientes cálculos:

Si 500 g de pulpa fortificada rinden 6,65 vasos y se puede suponer una ingesta mínima de un vaso por niño, entonces:

$$160 \text{ vasos} / (6,65 \text{ vasos/pulpa}) = 24,06 \text{ pulpas}$$

$$24,06 \text{ pulpas} * (500 \text{ g/pulpa}) = 12\ 030 \text{ g}$$

$$12\ 030 \text{ g} = 12,03 \text{ kg de pulpa de papaya fortificada}$$

$$12,03 \text{ kg de pulpa de papaya fortificada/ingesta} * 3,34 \text{ ingestas/semana} =$$

**PRODUCCIÓN SEMANAL**  
***40,18 kg de pulpa de papaya***  
***fortificada con hierro***

Por lo tanto, los lotes de pulpa de papaya fortificada deben tener un volumen de 40 kg para cubrir los requerimientos de los 160 niños de la escuela Inti, por semana.

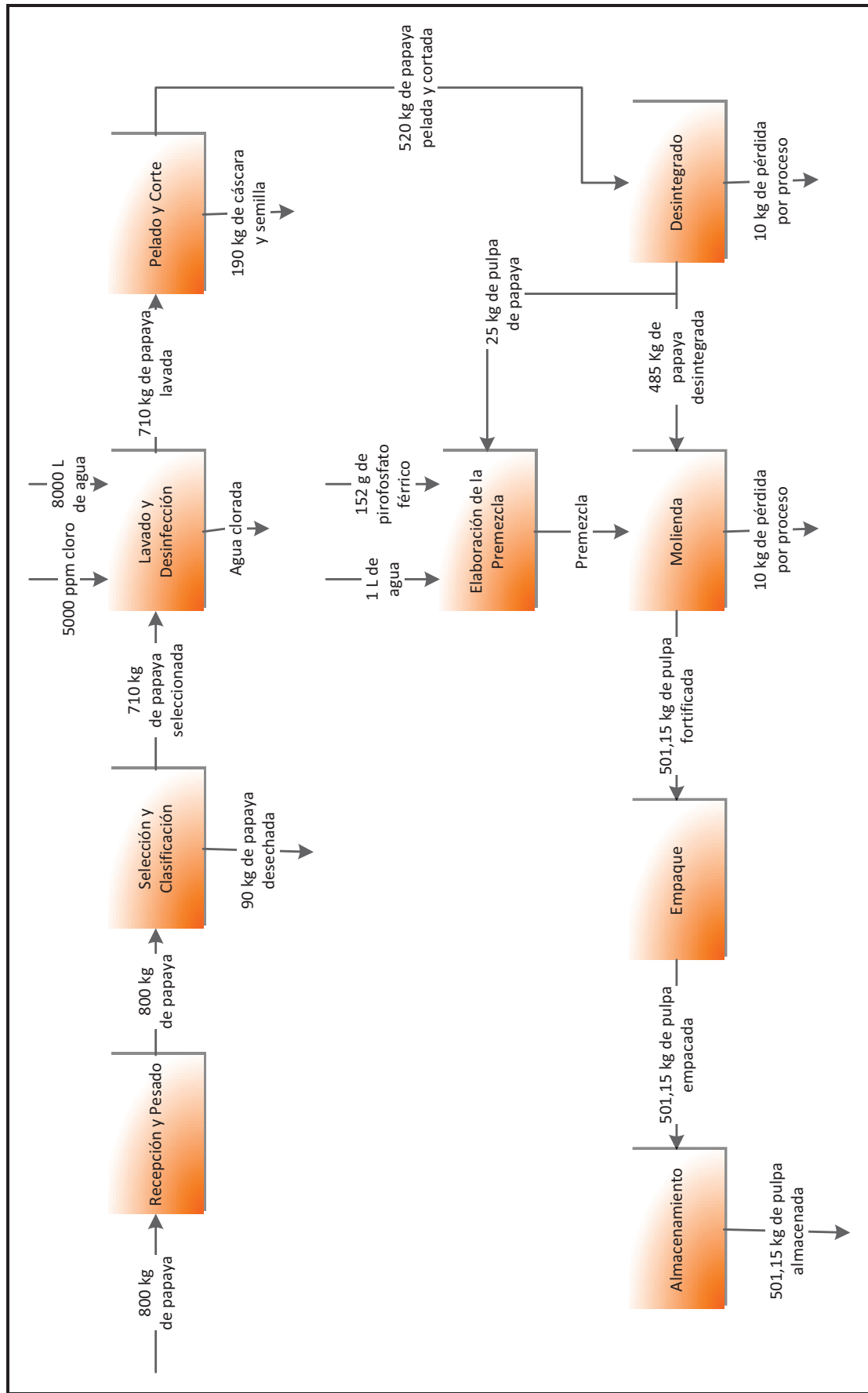
Después de despejar los datos de los componentes del balance de masa para obtener un lote de 40 kg, las cantidades correspondientes se muestran en la tabla 3.12.

**Tabla 3.12.** Componentes del balance de masa para la producción de 40 kg de pulpa de papaya fortificada

	<b>Lote de 40 kg de pulpa de papaya fortificada</b>
<b>Papaya</b>	64 kg
<b>Pirofosfato férrico</b>	12,16 g
<b>Agua</b>	640 L
<b>Hipoclorito de sodio</b>	400 ppm
<b>Desechos</b>	24 kg

Por otro lado, el BAQ provee asistencia alimentaria a más de 2 000 personas, por lo cual, se realizó un escalado para cubrir la demanda semanal de toda la población beneficiaria de la Fundación.

El balance de masa presentado en la figura 3.25 muestra el flujo de proceso para producir 500 kg de pulpa por semana.



**Figura 3.25.** Balance de masa para la elaboración de pulpa de papaya fortificada con pirofosfato férrico a escala industrial

### 3.2.5. DETERMINACIÓN DEL COSTO DE FORTIFICACIÓN DE PULPA DE PAPAYA CON PIROFOSFATO FÉRRICO

Para establecer el costo que representaría la fortificación de pulpa de papaya por cada niño se emplearon los datos de la determinación de la dosis efectiva de hierro.

Si cada niño consume 19,24 mg de hierro/semana, y el pirofosfato férrico contiene el 25,19 % de hierro, entonces:

$$19,24 \text{ mg de hierro/semana} * (100/25,19) = \\ 76,38 \text{ mg de pirofosfato férrico/semana}$$

Si 1 kg de pirofosfato férrico tiene un costo de \$ 8,00, entonces:

$$\$ 8,00 / 1\,000\,000 \text{ mg de pirofosfato férrico} * 76,38 \text{ mg de} \\ \text{pirofosfato férrico/semana} = \\ \$ 0,00061 \text{ /semana/niño}$$

Si un año tiene 52 semanas, entonces:

$$\$ 0,00061 \text{ /semana/niño} * (52 \text{ semanas/año}) =$$

**COSTO DE FORTIFICACION**

**\$ 0,03 niño/año**

Al determinar los costos de fortificación, se puede observar que el proceso no significa un gasto representativo; además, no implicaría aumentar el costo del producto final.

De acuerdo con Arroyave y Dary (1996, p. 8) una de las condiciones de la fortificación de alimentos es que no aumente significativamente el precio del vehículo fortificado.

### 3.2.6. ANÁLISIS Y DETERMINACIÓN DE VITAMINAS EN PULPAS DE PAPAYA FORTIFICADAS Y NO FORTIFICADAS

#### Vitamina A

En la tabla 3.13 se observa que la cantidad de vitamina A en la pulpa de papaya blanco es mayor que en la pulpa de papaya fortificada. De acuerdo con García-Casal, Layrisse, Peña-Rosas, Ramírez, Leets y Matus (2003, pp. 458, 460), la vitamina A forma complejos solubles con el hierro y de este modo, actúa como un potenciador en la absorción del mismo, razón por la cual, la cantidad reportada en la pulpa que contiene el micronutriente, es menor.

**Tabla 3.13.** Contenido de provitamina A en pulpa de papaya y pulpa de papaya fortificada

	Contenido de provitamina A (mg/100 g)
Pulpa de papaya blanco	5,05 ± 0,27
Pulpa de papaya fortificada	4,24 ± 0,42

#### Vitamina C

Como se observa en la tabla 3.14, la cantidad de vitamina C entre la pulpa de papaya blanco y la pulpa de papaya fortificada difieren en cierta medida.

**Tabla 3.14.** Contenido de vitamina C en pulpa de papaya y pulpa de papaya fortificada

	Contenido de vitamina C (mg/100 g)
Pulpa de papaya blanco	92,78 ± 2,15
Pulpa de papaya fortificada	85,53 ± 1,98

Cardero et al. (2009, p. 12) indican que la vitamina C puede formar quelatos de bajo peso molecular con las sales de hierro, para facilitar posteriormente, la



absorción gastrointestinal del mineral, lo cual explica la disminución de la cantidad de vitamina C presente en la pulpa de papaya fortificada.

### **3.2.7. ANÁLISIS Y DETERMINACIÓN DE HIERRO EN LAS PULPAS FORTIFICADAS Y NO FORTIFICADAS**

Se realizó la determinación de hierro elemental para la pulpa fortificada y la pulpa sin fortificar, mediante espectrofotometría de absorción atómica DECAB 01 (DECAB, 2011). Los resultados se presentan en la tabla 3.15.

**Tabla 3.15.** Contenido de hierro en pulpas de papaya fortificada y no fortificada

	<b>Contenido de hierro (mg/100 g)</b>
<b>Pulpa de papaya blanco</b>	0,0
<b>Pulpa de papaya fortificada</b>	7,6

La tabla 3.15 indica que la pulpa sin fortificar no contiene hierro mientras que el producto fortificado contiene la cantidad exacta de hierro que se adicionó; de acuerdo con bibliografía, el aporte de hierro en 100 g de pulpa de papaya es de 0,1 mg. Como se explicó anteriormente, el aporte de hierro del alimento no se toma en cuenta para efectuar los cálculos de la dosis de fortificación, y en caso de que presentara o no el micronutriente se lo considera como un margen de seguridad para la ingesta.

### **3.3. ESTUDIO DE ACEPTABILIDAD DE LA PULPA DE PAPAYA FORTIFICADA**



Se proporcionaron dos muestras, una de pulpa de papaya sin fortificar y otra con pulpa de papaya fortificada con hierro. Los jugos contenían 45 mL de pulpa de fruta disuelta en 55 mL de agua purificada adicionada una mínima cantidad de azúcar.

El estudio se realizó en la escuela Inti y participaron 160 niños en edades entre los 4 y 12 años. El formato empleado en la prueba consistió en una escala hedónica facial de dos puntos, similar a la empleada en la prueba preliminar de aceptabilidad.

La prueba se realizó a las 10h30, después del receso, para que las condiciones de hambre o sed no influyan en la apreciación de gusto o disgusto de cada niño.

En la tabla 3.16 se muestran los porcentajes de aceptabilidad. Al analizar los resultados se determinó que el jugo de papaya fortificado tiene gran aceptación entre los escolares por lo cual su introducción a la dieta diaria no significaría un problema.

**Tabla 3.16.** Porcentaje de aceptación de jugos preparados con pulpa de papaya fortificada y sin fortificar entre niños de 4 a 12 años\*

			% de Aceptación
<b>Jugo de papaya fortificado con hierro</b>	152	8	95,00 %
<b>Jugo de papaya sin fortificar</b>	143	17	89,38 %
<b>Jugo de papaya sin fortificar en la prueba preliminar de aceptabilidad</b>	137	23	85,63 %

\* Total de niños encuestados: 160

Además, al comparar la aceptabilidad del jugo de papaya fortificado con hierro con los jugos de papaya sin fortificar de este estudio y del ensayo preliminar, se confirma que la adición de hierro a la pulpa genera una mejora organoléptica puesto que el grado de aceptabilidad se incrementó en un 5 y en un 10 %, respectivamente.

De acuerdo con Arroyave y Dary (1996, p. 8), una de las condiciones a tomar en cuenta en el proceso de fortificación es que el fortificante no sea detectable por

color, olor, sabor o cualquier otra característica organoléptica, una vez incorporado al alimento.

En el presente estudio, se observa que el sabor de la pulpa fortificada fue percibido de manera favorable en comparación con el de la pulpa sin fortificar, lo cual permitirá que un mayor número de personas lo consuman. Es necesario destacar que si un producto fortificado no tiene las mismas características organolépticas o aún mejores que las del producto original no fortificado, es muy probable que su comercialización fracase, por más saludable que éste sea.

Las fotografías correspondientes a la prueba de aceptabilidad aplicada en la escuela Inti, se encuentran en el **Anexo VII**.

### **3.4. ESTUDIO DE ESTABILIDAD DE LA PULPA DE PAPAYA FORTIFICADA Y NO FORTIFICADA**

#### **3.4.1. DISEÑO EXPERIMENTAL**

De acuerdo a las encuestas aplicadas a los beneficiarios del BAQ, se pudo conocer que aproximadamente el 40 % de las familias almacenan las pulpas de frutas a temperatura ambiente o según sus propias palabras “en el lugar más frío de la casa, en una olla con agua fría o debajo de la lavandería”, dichas temperaturas oscilan entre los rangos de 6 a 12 °C. Ya sea por no disponer de una refrigeradora o congelador o asimismo, por carecer de servicio de electricidad, las personas beneficiarias del BAQ se ven en la necesidad de almacenarlos de esta manera; por tal motivo se decidió desarrollar un diseño experimental que incluya esta condición especial.

El diseño experimental empleado tiene dos variables a dos niveles cada una: temperatura: -18 °C y 5 °C, y contenido de fortificante: blanco y fortificado, con lo cual se obtuvo cuatro tratamientos (T1, T2, T3, T4), los mismos que se observan en la tabla 3.17.

**Tabla 3.17.** Variables y niveles de los tratamientos

	Temperatura (°C)	Contenido de Fortificante
T1	-18	Blanco
T2	5	Blanco
T3	-18	Fortificado
T4	5	Fortificado

### 3.4.2. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE ESTABILIDAD DE LAS PULPAS FORTIFICADAS Y NO FORTIFICADAS

Para el análisis de varianza de los datos se empleó el programa estadístico Statgraphics Centurion XV. Para los gráficos de evolución de los parámetros de almacenamiento y microbiológicos así como de las características sensoriales se utilizó el programa Microsoft Excel 2003.

#### 3.4.2.1. Almacenamiento de las pulpas fortificadas y no fortificadas

Se ensayó con polietileno de alta densidad por ser el material más recomendado para embalaje de pulpas de frutas por presentar buenas características de protección y resistencia a las rasgadas que se podrían generar por el congelamiento del producto. Además su costo es relativamente bajo.

Las pulpas empacadas fueron almacenadas a 5 y -18 °C y durante este período fueron analizadas a los 0, 7, 14 y 21 días, para los parámetros sólidos solubles, pH y acidez.

Las pruebas de almacenamiento tuvieron una duración de 21 días, contando desde el día 0. Este lapso de tiempo se determinó tomando en cuenta 7 días iniciales, en los cuales las pulpas de fruta se mantienen en congelación en el BAQ, antes de ser adquiridas por sus beneficiarios, y sumando los 15 días restantes, considerados como tiempo máximo de consumo de las pulpas de fruta

por parte de los beneficiarios del BAQ de acuerdo con la encuesta aplicada previamente.

### Sólidos solubles

Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 3.18. El tratamiento estadístico de los resultados de sólidos solubles se encuentra en el **Anexo VIII**.

**Tabla 3.18.** Resultados del parámetro sólidos solubles

PARÁMETRO	DIAS	T1	T2	T3	T4
Sólidos solubles (°Brix)	0	11,40	11,50	11,50	11,80
	7	11,20	11,20	11,00	10,60
	14	10,00	11,40	9,70	11,40
	21	11,00	11,00	11,00	11,20

El análisis de varianza presentado en la tabla 3.19 no refleja diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos en ninguno de los días en estudio.

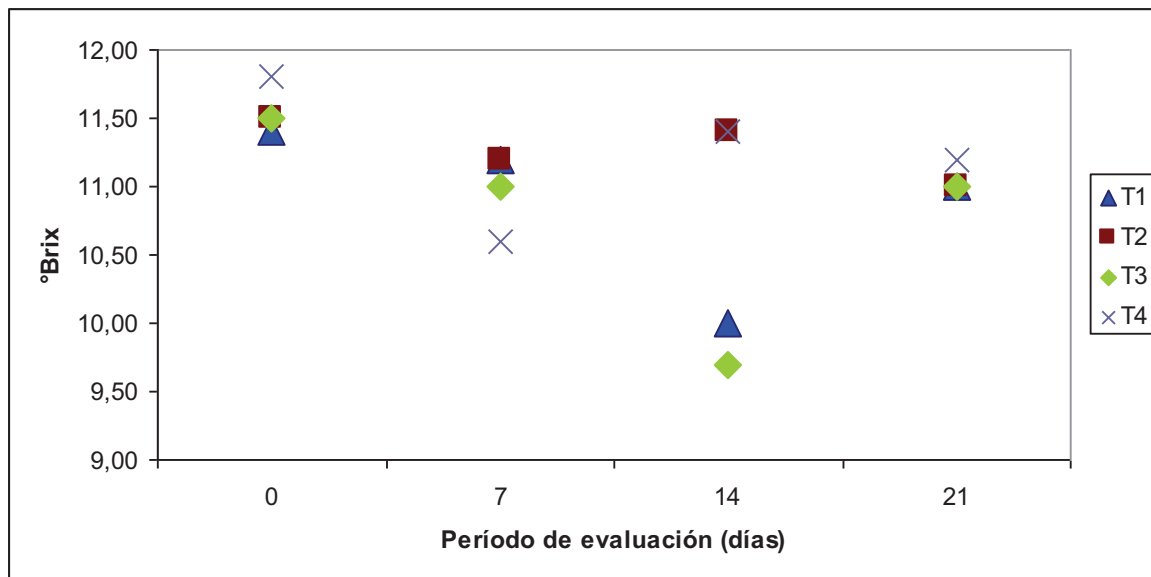
**Tabla 3.19.** Análisis de varianza para el parámetro sólidos solubles

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	1,73188	3	0,577292	2,47	0,1122
Intra grupos	2,8075	12	0,233958		
Total (Corr.)	4,53938	15			

El gráfico de evolución de parámetros para sólidos solubles que se presenta en la figura 3.26 muestra dos grupos homogéneos: un grupo compuesto por T1 y T3 y otro grupo por T2 y T4. Se observa que al día 7 todos los tratamientos disminuyen los sólidos solubles. Para el día 14 los tratamientos T1 y T3 disminuyen considerablemente los valores mientras que T2 y T4 muestran un aumento.

Finalmente para el día 21 todos los tratamientos logran valores entre 11,8 y 10,6 °Brix. Se observa además, una mejora de la característica de sólidos solubles

después de 14 días de almacenamiento para las pulpas conservadas en congelación.



**Figura 3.26.** Evolución de sólidos solubles durante el estudio de almacenamiento

Belandria, Velandria y Navarro (2009) realizaron un estudio de caracterización química de papaya que reporta valores próximos a los obtenidos que oscilan entre 10,9 y 11,2 °Brix (p. 48). También, estos valores son muy cercanos a los obtenidos por Alonso, Tornet, Aranguren, Ramos, Rodríguez y Pástor (2008) que se encuentran en un rango de 10,6 a 13,3 °Brix (p. 172).

La cantidad de azúcares que presentan las pulpas en estudio permite que puedan ser consumidas sin necesidad de adicionar azúcar o dado el caso, con una mínima cantidad de éste, por lo cual, al tratarse de un producto natural, resultaría ampliamente saludable para los consumidores.

## pH

Los resultados obtenidos en la determinación del parámetro pH se observan en la tabla 3.20. El tratamiento estadístico de los resultados de pH se encuentra en el **Anexo IX**.

**Tabla 3.20.** Resultados del parámetro pH durante el almacenamiento

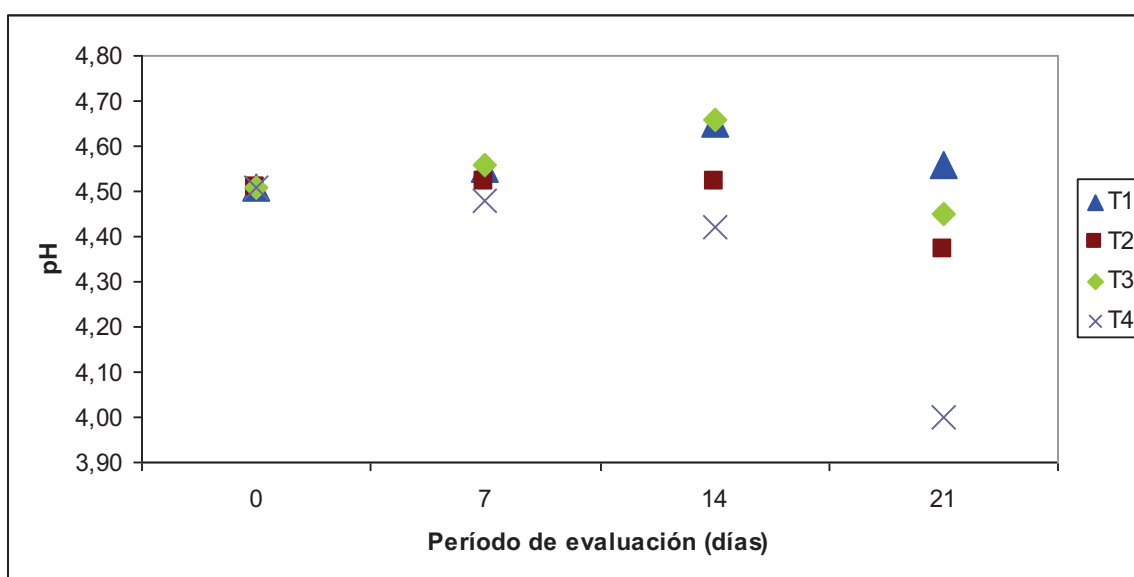
PARÁMETRO	DIAS	T1	T2	T3	T4
pH	0	4,51	4,51	4,51	4,51
	7	4,55	4,52	4,56	4,48
	14	4,65	4,52	4,66	4,42
	21	4,56	4,37	4,45	4,00

De acuerdo a la tabla 3.21, el análisis de varianza indica que no existen diferencias estadísticamente significativas al evaluar el comportamiento de los tratamientos en cada uno de los días de estudio.

**Tabla 3.21.** Análisis de varianza para el parámetro pH

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0,112125	3	0,037375	2,04	0,1623
Intra grupos	0,22005	12	0,0183375		
Total (Corr.)	0,332175	15			

El gráfico de la evolución del parámetro pH de la figura 3.27 indica una disminución en todos los tratamientos de una manera homogénea, sin embargo, los tratamientos T1 y T3 presentan los valores más altos y por lo tanto sus características en cuanto a pH son mejores, siendo lo recomendable este tipo de conservación bajo cero.

**Figura 3.27.** Evolución del pH durante el estudio de almacenamiento

Un estudio realizado por Almeida, Reis, Santos, Vieira y da Costa (2011) refiere valores de pH para papaya variedad Solo entre 4,3 y 5,0, por lo cual se podría decir que todos los tratamientos excepto T4 se encuentran dentro de los rangos aceptables (p. 54).

### Acidez

Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 3.22 y el respectivo tratamiento estadístico se encuentra en el **Anexo X**.

**Tabla 3.22.** Resultados de la acidez titulable durante la prueba de almacenamiento

PARÁMETRO	DIAS	T1	T2	T3	T4
Acidez (g/100g)	0	0,17	0,17	0,17	0,17
	7	0,20	0,18	0,20	0,19
	14	0,20	0,22	0,20	0,21
	21	0,22	0,26	0,21	0,27

De acuerdo con el análisis de varianza de la tabla 3.23, se puede determinar que para el parámetro de acidez titulable sí existen diferencias estadísticamente significativas entre el comportamiento de los tratamientos congelados con los tratamientos conservados bajo refrigeración.

**Tabla 3.23.** Análisis de varianza para el parámetro acidez

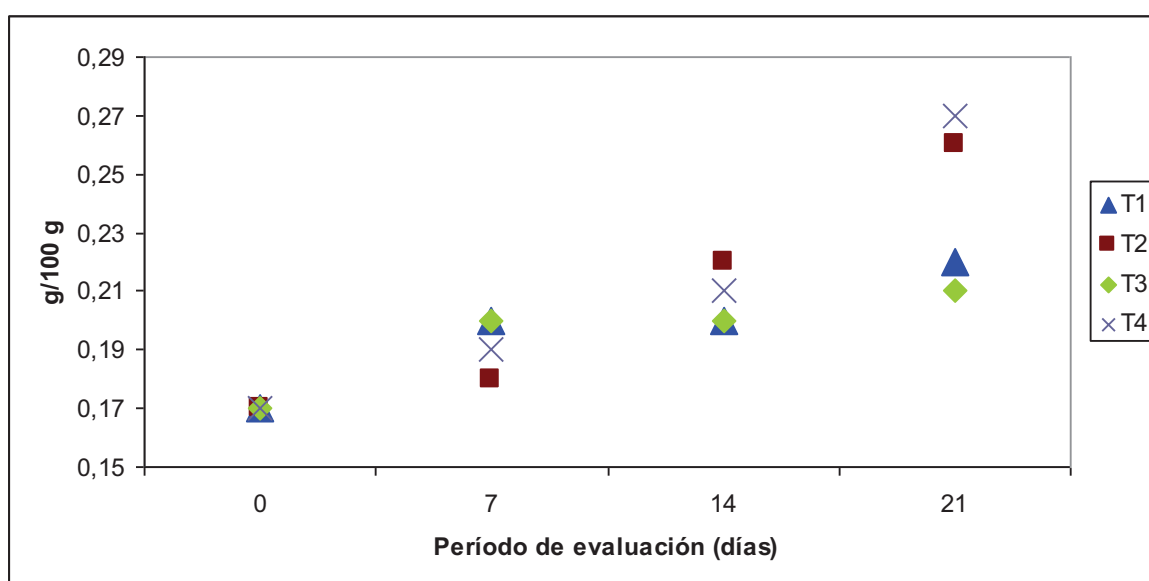
Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0,01035	3	0,00345	13,14	0,0004
Intra grupos	0,00315	12	0,0002625		
Total (Corr.)	0,0135	15			

En el gráfico 3.28 se determina que los tratamientos T1 y T3 (congelados) tienen un comportamiento casi idéntico en el cual el parámetro de acidez titulable aumenta en pequeñas proporciones. Para los tratamientos T2 y T4 (refrigerados) se observa igualmente una tendencia creciente sin embargo para el día 21 dichos tratamientos presentan diferencias significativas en el grado de acidez con



respecto a los demás tratamientos como se indicó previamente en el análisis de varianza.

Como se observa en el gráfico de evolución de la acidez, la conservación en congelación es lo óptimo para este tipo de producto puesto que, ambos tratamientos congelados (blanco y fortificado) presentan un grado de acidez aceptable para el consumo, en tanto que, los dos refrigerados muestran contenidos elevados de ácido cítrico.



**Figura 3.28.** Evolución de la acidez durante el estudio de almacenamiento

Los valores obtenidos en el presente trabajo son ligeramente superiores a los reportados por Fagundes y Yaminishi (2001) que se encuentran entre 0,05 y 0,16 g de ácido cítrico/100g de pulpa (p. 543). Sin embargo, Alonso et al. (2008) señalan que los valores de acidez de la papaya son bajos y no repercuten en la calidad del producto (p. 173).

Según Lobo (1995) es común que durante el almacenamiento en congelación de la papaya se presente disminución del pH y aumento de la acidez titulable debido a que se produce mayor concentración de solutos en la fase acuosa no congelada del citoplasma, entre ellos los ácidos orgánicos propios de la fruta que pueden ser extraídos fácilmente (pp. 185, 186).

### 3.4.2.2. Microbiológico

El análisis microbiológico se basó en el recuento total de bacterias y se empleó el método descrito por FDA/CFSAN BAM (2001). La determinación de la calidad microbiológica es primordial para determinar la vida útil del producto. Los resultados se muestran en la tabla 3.24.

**Tabla 3.24.** Resultados de los análisis microbiológicos

PARÁMETRO	DIAS	T1	T2	T3	T4
Recuento Total de Bacterias (UFC/g)	0	7,70E+03	9,80E+03	1,90E+03	2,20E+03
	7	9,00E+03	6,70E+03	5,30E+03	4,80E+04
	14	3,00E+03	3,10E+03	5,30E+02	1,00E+06
	21	2,80E+03	2,50E+06	2,50E+02	N/A

El tratamiento estadístico de los resultados de la evaluación microbiológica se encuentra en el **Anexo XI**.

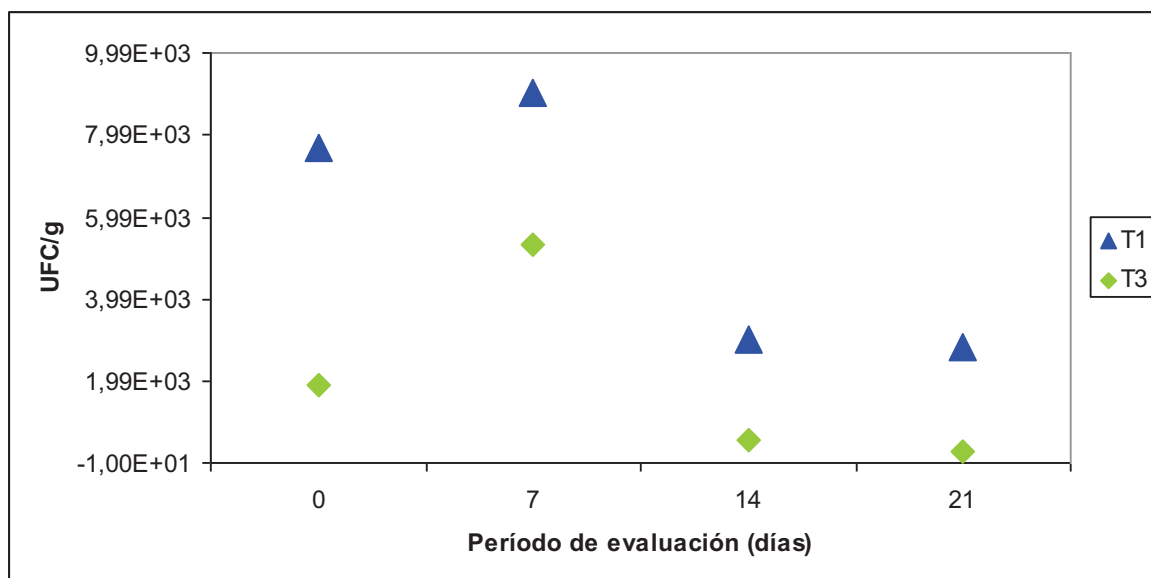
**Tabla 3.25.** Análisis de varianza para los resultados microbiológico

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	1,47892E12	3	4,92973E11	1,10	0,3885
Intra grupos	4,9096E12	11	4,46327E11		
Total (Corr.)	6,38851E12	14			

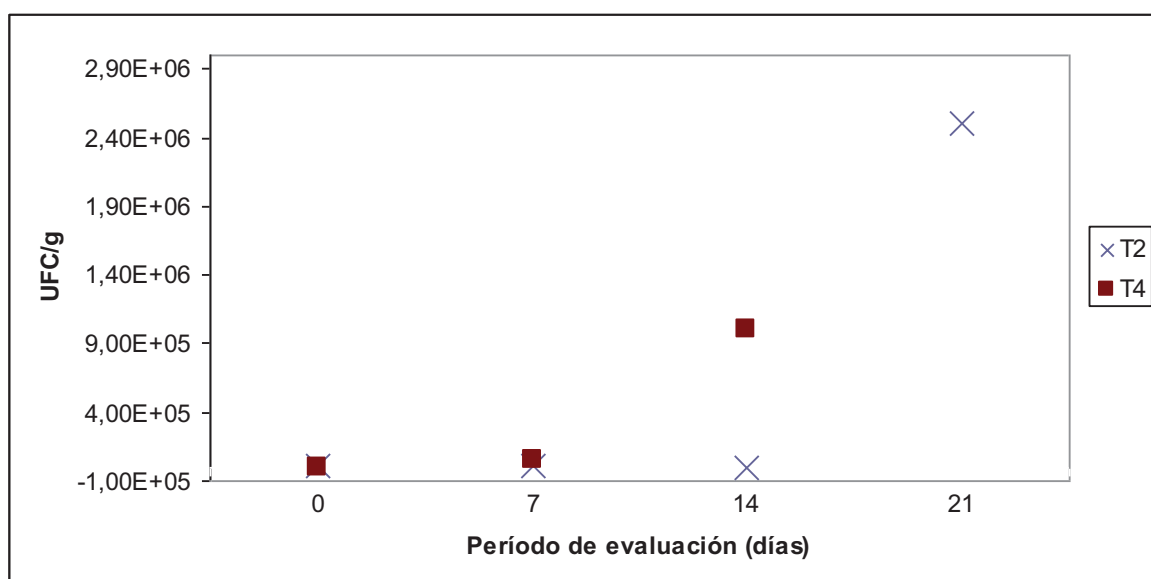
El análisis de varianza que se muestra en la tabla 3.25, indica que no se encuentran diferencias significativas entre los tratamientos en cada uno de los días en estudio.

En la figura 3.29 se muestra la evolución microbiológica de los tratamientos T1 y T3 (congelados); se puede observar que los conteos de m/o se encuentran dentro de los rangos aceptables para pulpa de fruta cruda congelada (ICONTEC, 1998) e incluso, en ambos tratamientos se observa una disminución de UFC/g conforme el paso de los días de almacenamiento que contempló el estudio. Este hecho se puede atribuir a que la conservación por congelación permite mantener las pulpas de fruta por períodos cercanos a un año sin que se presente deterioro microbiológico significativo, y además que entre más tiempo y más baja sea la temperatura de almacenamiento en congelación de un producto, mayor número

de m/o perecerán (Madrid, Gómez-Pastrana, Santiago, Madrid y Cenzano, 2003, pp. 45, 46).



**Figura 3.29.** Evolución del recuento total de bacterias para los tratamientos T1 y T3



**Figura 3.30.** Evolución del recuento total de bacterias para los tratamientos T2 y T4

En los tratamientos T1 y T2 (blancos, congelado y refrigerado, respectivamente) se empleó benzoato de sodio, el cual es útil para conservar los alimentos ya que permite eliminar la mayor parte de m/o que podrían estar presentes. Al comparar los tratamientos T2 y T4 (refrigerados) en la figura 3.30 se puede observar una

menor proliferación de m/o en T2 y por lo tanto una mayor vida útil en dicho tratamiento que contenía benzoato que en el tratamiento T4 que únicamente contenía hierro.

Los rangos microbiológicos aceptables se extrajeron de la Norma Técnica Colombiana NTC: 404 (ICONTEC, 1998). El tratamiento que presenta mejor calidad microbiológica corresponde al T3 (congelado fortificado) ya que se observa que el crecimiento microbiano disminuye paulatinamente y que se encuentra dentro de lo establecido; Avallone, Pellizzari, Montenegro y Cravzov (2000) reportan contenidos de UFC/g en papaya mínimamente procesada de  $3,7E+02$  (p. 2).

Con respecto al tratamiento T1 (congelado sin fortificar), éste también cumple con la norma pero presenta una mayor cantidad de m/o. El tratamiento T2 presenta una vida útil de 14 días mientras que el tratamiento T4 no es apto para su consumo por un lapso superior a 7 días.

#### **3.4.2.3. Sensorial**

Para el análisis sensorial durante el estudio de estabilidad de las pulpas se calificaron en el rango de 1 como mínimo hasta 5 como máximo, los siguientes atributos:

- Apariencia
- Color
- Aroma
- Sabor
- Textura

Para los tratamiento T2 y T4 se suspendieron los análisis sensoriales antes de finalizar el estudio (al día 15 y al día 8, respectivamente) puesto que dichos análisis están ligados a los resultados del estudio microbiológico, al ser estos

superiores a los rangos aceptados fue necesario detenerlos. Los resultados del estudio sensorial de estabilidad se presentan en la tabla 3.26.

**Tabla 3.26.** Características organolépticas de las pulpas durante el almacenamiento

PARÁMETRO	DIAS	T1	T2	T3	T4
Apariencia	1	3,2	3,7	3,2	3,5
	8	3,2	3,7	3,2	3,5
	15	3,9	3,6	3,7	
	22	3,7		3,8	
Color	1	4,1	3,9	3,7	3,9
	8	3,3	3,9	3,3	4,0
	15	4,0	3,9	4,4	
	22	3,8		4,1	
Aroma	1	3,6	3,5	3,3	2,9
	8	2,9	3,8	3,3	2,7
	15	3,4	3,7	3,7	
	22	3,7		3,9	
Sabor	1	2,8	2,9	2,7	2,9
	8	2,9	3,2	3,2	2,3
	15	2,5	3,5	2,9	
	22	3,1		3,2	
Textura	1	3,0	3,4	3,1	3,1
	8	3,0	3,3	3,1	3,0
	15	3,5	3,3	3,0	
	22	3,7		3,5	
	<b>PROMEDIO</b>		<b>3,37</b>	<b>3,55</b>	<b>3,42</b>

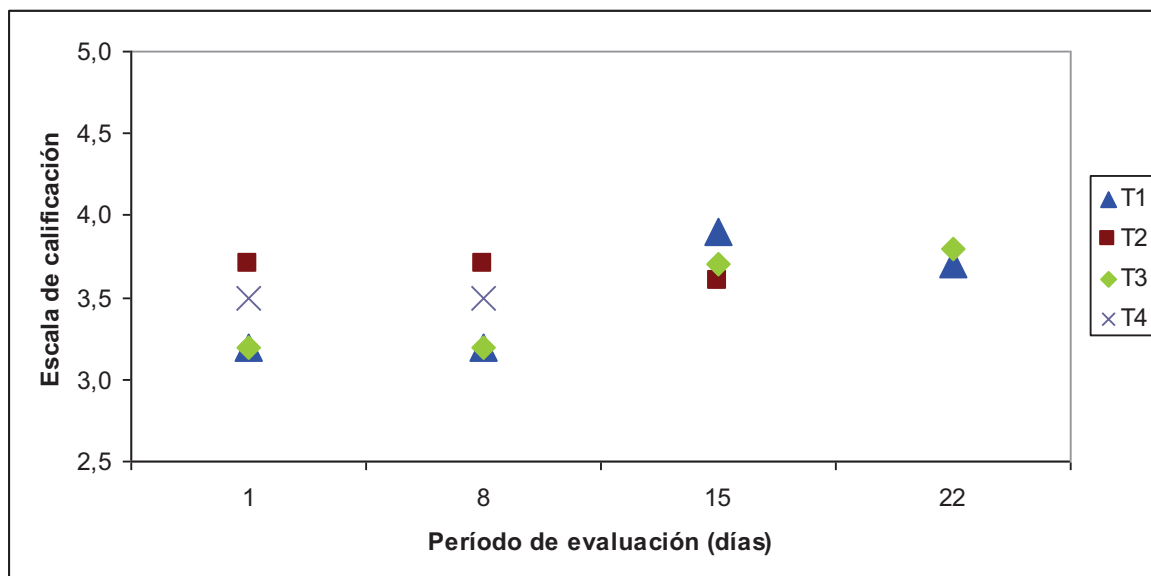
El tratamiento estadístico de los resultados de las pruebas sensoriales durante el estudio de estabilidad se encuentra en los **Anexos XII, XIII, XIV, XV y XVI**.

### Apariencia

**Tabla 3.27.** Análisis de varianza para la apariencia de las pulpas en los días de evaluación

Fuente	Suma de Cuadrados	GI	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0,356026	3	0,118675	2,59	0,1171
Intra grupos	0,411667	9	0,0457407		
Total (Corr.)	0,767692	12			

En la tabla 3.27 se observa que el análisis de varianza para el parámetro apariencia establece que no se encuentran diferencias estadísticamente significativas entre ninguno de los tratamientos para los días en estudio.



**Figura 3.31.** Evolución de la apariencia de las pulpas en los días de evaluación

En la figura 3.31 se observa que los tratamientos T2 y T4 (refrigerados) presentan mejores puntuaciones con respecto a los otros tratamientos en los días 1 y 8, sin embargo, se observa que en el caso de T2 ésta disminuye hacia el día 15. Los tratamientos T1 y T3 (congelados) muestran mejoría en cuanto a apariencia a partir del día 15 y se incrementa aún en el día 22, lo cual nos permite determinar que la característica de apariencia tiene su mejor calificación por parte de los panelistas después de haber estado en almacenamiento por 2 semanas.

Finalmente, se observa que la mejor puntuación corresponde al tratamiento T3 (congelado fortificado), sin embargo, los demás tratamientos presentan calificaciones bastante próximas.

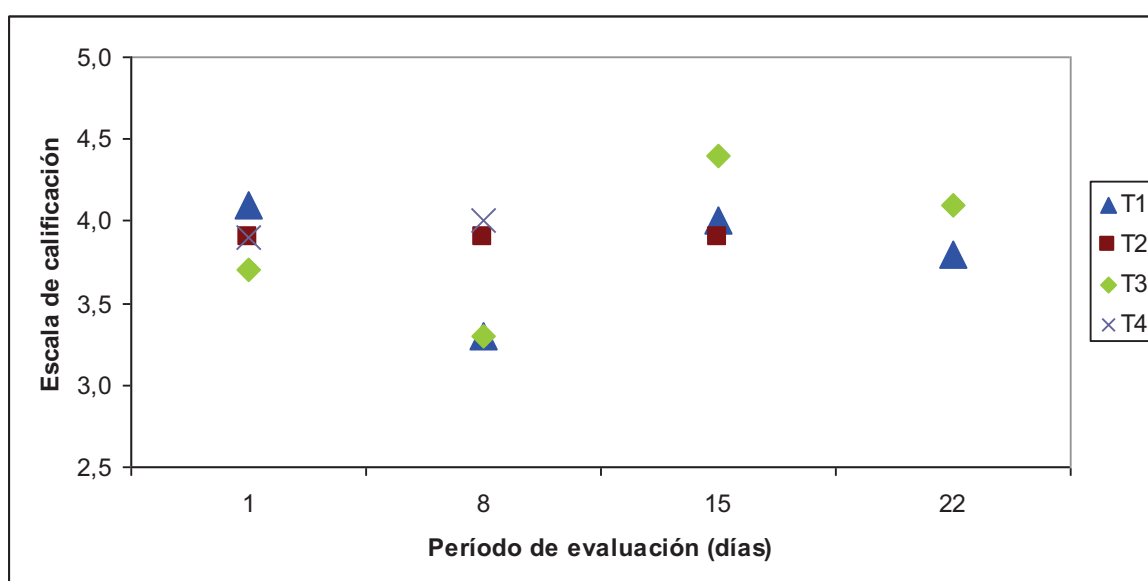
## Color

**Tabla 3.28.** Análisis de varianza para el color de las pulpas en los días de evaluación

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0,415192	3	0,138397	1,80	0,2174
Intra grupos	0,6925	9	0,0769444		
Total (Corr.)	1,10769	12			

La tabla 3.28 muestra que no se encuentran diferencias estadísticamente significativas entre ninguno de los tratamientos para cada uno de los días en estudio.

En la figura 3.32, se observa que para los tratamientos T2 y T4 se mantienen valores constantes a lo largo de los días de estudio. T1 y T3 muestran valores similares que tienden a disminuir en el día 8, se incrementan en el día 15 y finalmente en el día 22 se ubican en valores muy cercanos a los originales.



**Figura 3.32.** Evolución del color de las pulpas en los días de evaluación

De acuerdo a Lobo (1995), para este parámetro en una muestra de papaya congelada, un grupo de catadores determinó una calificación de 3,5 puntos que son inferiores a los datos obtenidos que oscilan entre 3,8 y 4,1 (p. 259).

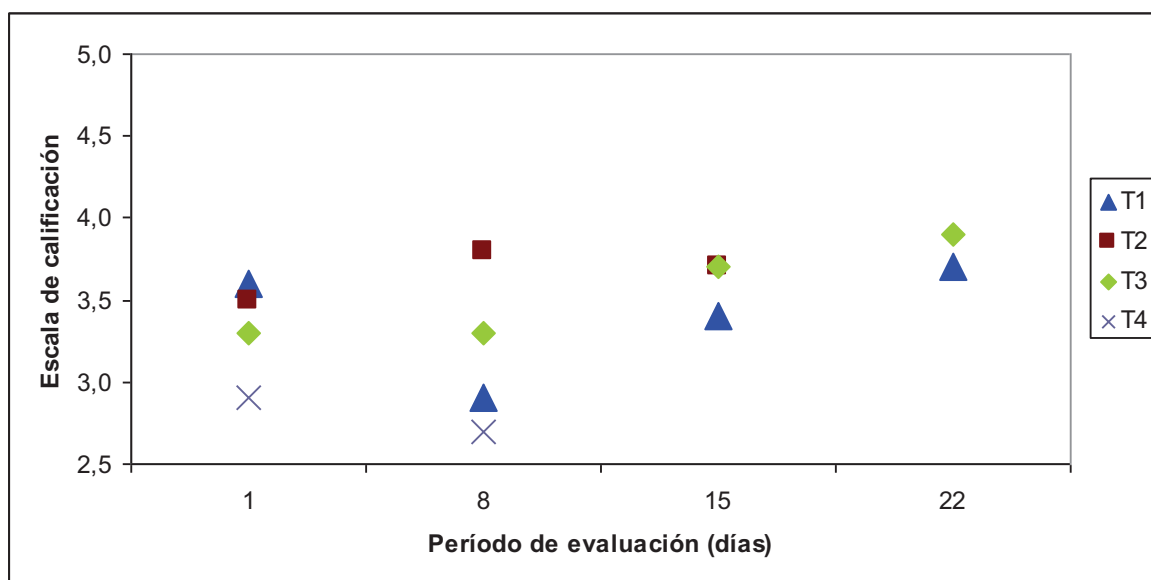
### Aroma

**Tabla 3.29.** Análisis de varianza para el aroma de las pulpas en los días de evaluación

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0,661923	3	0,220641	1,85	0,2089
Intra grupos	1,075	9	0,119444		
Total (Corr.)	1,73692	12			

El análisis de varianza indica que no existen diferencias estadísticamente significativas entre ninguno de los tratamientos para cada uno de los días en estudio.

Como se observa en la figura 3.33, para T1 y T4 el aroma presenta disminución en los valores en el día 8, mientras que para el mismo día T2 incrementa su valor y T3 lo mantiene; sin embargo los tratamientos T1 y T3 presenta una mejoría muy marcada en los días 15 y 22 indicando que a partir de las dos semanas de almacenamiento el producto tiene mejor aceptación en cuanto a aroma. El tratamiento T3 muestra la mejor calificación para este atributo con un valor de 3,9 puntos.



**Figura 3.33.** Evolución del aroma de las pulpas en los días de evaluación

### Sabor

El análisis de varianza muestra que no existen diferencias estadísticamente significativas entre ninguno de los tratamientos para cada uno de los días en estudio para el parámetro sabor.

Los resultados se presentan en la tabla 3.30.

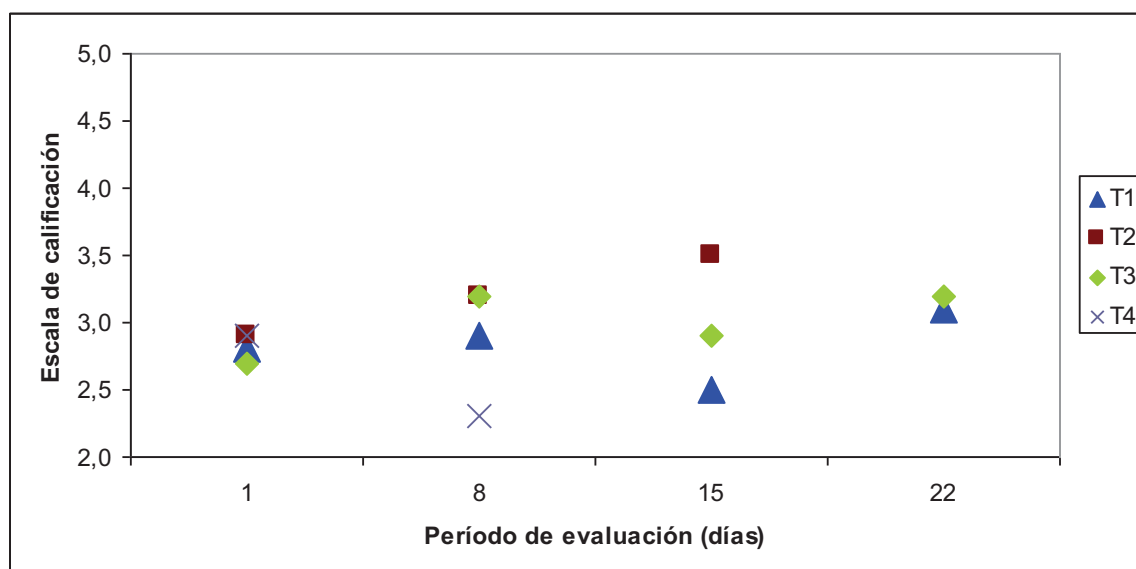


**Tabla 3.30.** Análisis de varianza para el sabor de las pulpas en los días de evaluación

Fuente	Suma de Cuadrados	GI	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0,148526	3	0,0495085	0,41	0,7479
Intra grupos	1,07917	9	0,119907		
Total (Corr.)	1,22769	12			

En la figura 3.34 se observa que para el día 1, todos los tratamientos parten de valores muy próximos (2,7 a 2,9). Para el día 8, únicamente el tratamiento T4 disminuye su valor en tanto que los demás tratamientos muestran un incremento.

Para los días 15 y 22 los tratamientos congelados (T1 y T3) muestran comportamientos similares aumentando y disminuyen sus valores respectivamente, ubicándose finalmente en valores superiores a los originales por lo cual se puede apreciar una mejoría del sabor después de dos semanas de almacenamiento, sin embargo, el tratamiento T3 (congelado fortificado) muestra una mejor calificación para dicho atributo.

**Figura 3.34.** Evolución del sabor de las pulpas en los días de evaluación

Un estudio realizado por Lobo (1995) registra un calificación de 3,9 para el parámetro sabor, lo cual representa un valor superior a los obtenidos en el presente estudio que se encuentran entre 3,1 y 3,2 (p. 269).

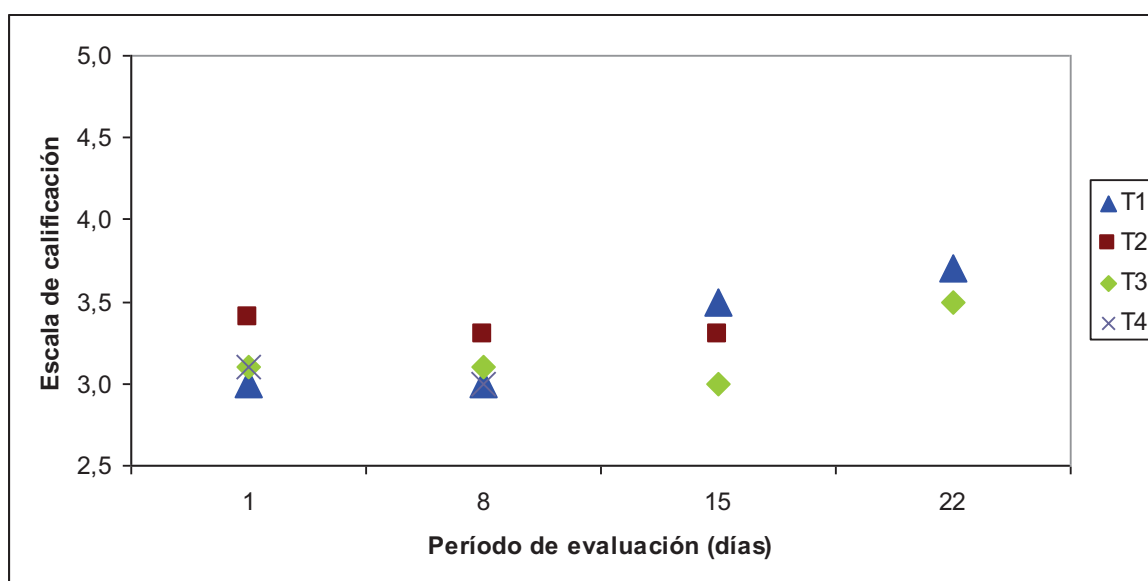
## Textura

El análisis de varianza de la tabla 3.31 permite determinar que para el parámetro textura no se encuentran diferencias estadísticamente significativas.

**Tabla 3.31.** Análisis de varianza para la textura de las pulpas en los días de evaluación

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0,371026	3	0,123675	3,75	0,0535
Intra grupos	0,296667	9	0,032963		
Total (Corr.)	0,667692	12			

Para el parámetro textura, el gráfico de evolución de la figura 3.35 muestra que para el día 8 los valores se mantienen constantes para todos los tratamientos. Para el día 15 los tratamientos T2 y T3 mantienen dicha tendencia y únicamente T1 presenta un incremento considerable que se mantiene hasta el día 22.



**Figura 3.35.** Evolución de la textura de las pulpas en los días de evaluación

De acuerdo con el estudio realizado por Lobo (1995, p. 242), para el parámetro textura, el panel de catadores registra una calificación de 3,3 puntos para rodajas de papaya congelada, que al ser comparado con los datos del presente estudio resultan inferiores (3,5 – 3,7).

Finalmente, se observa que para todas las características organolépticas evaluadas, los tratamientos congelados T1 y T3 presentan los valores más altos, sin embargo, se observa una mejor puntuación para el tratamiento T3 por lo cual, la presencia de hierro podría mejorar ligeramente los atributos sensoriales: apariencia, color, aroma y sabor; al obtener características superiores al producto original, es posible que el número de consumidores del producto se incremente.

En cuanto a los tratamientos refrigerados, se obtiene el efecto contrario, puesto que el tratamiento T4 (fortificado refrigerado) obtiene los valores más bajos en comparación al tratamiento T2 (blanco refrigerado), hecho debido a la ausencia de benzoato de sodio en T4 que no permitió obtener una calidad microbiológica apta para evaluar su evolución organoléptica por más de 7 días.

## **4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **4.1. CONCLUSIONES**

Se escogió a la pulpa de papaya como producto a fortificar debido a su adecuado contenido de vitaminas A y C, nutrientes que actúan como potenciadores en la absorción del hierro (Serra, Aranceta y Mataix, 2006, p. 178). Además tiene disponibilidad permanente (FAOSTAT, 2007) y una aceptabilidad superior al 85 %.

La dosis efectiva de hierro se estandarizó en 304,08 mg de pirofosfato férrico / kg de pulpa de papaya. Al ser consumido al menos tres veces por semana, la dosis equivale a 2,75 mg de hierro elemental / día para cada niño, lo cual representa el 27,5 % de la ingesta diaria recomendada (IDR) para niños de 4 a 10 años. El cálculo se efectuó tomando en cuenta la frecuencia de consumo, el volumen de ingesta de jugo fortificado, la recomendación diaria de hierro para niños en edad escolar según la FAO y la ingesta neta de hierro proveniente de la dieta diaria de los niños.

El proceso de estandarización para elaborar pulpa de papaya fortificada se realizó con la menor cantidad de equipos lo cual facilita su posterior aplicación. Los equipos empleados fueron: balanzas, desintegrador, molino y las respectivas cámaras de refrigeración y congelación

El proceso de fortificación del producto tiene un rendimiento del 62,5 % en pulpa de papaya fortificada.

Para cubrir las necesidades de hierro de la población en estudio se requieren 40 Kg de pulpa de papaya fortificada por semana.

El costo que representa la adición de micronutriente a la pulpa se determinó en \$ 0,03 por niño en un año de consumo del producto fortificado.

La pulpa de papaya fortificada con pirofosfato férrico presentó una mejora de la aceptabilidad entre los niños escolares de 4 a 12 años en un 5 % en comparación con la pulpa de papaya sin fortificar, por lo cual la adición de hierro modifica favorablemente la aceptación del producto.

De acuerdo con el análisis microbiológico, la pulpa de papaya fortificada refrigerada, sin adición de preservante, tiene una vida útil de 7 días y la pulpa de papaya común refrigerada, adicionada con benzoato de sodio, tiene una vida útil de 14 días.

La pulpa de papaya fortificada congelada tiene un comportamiento análogo con la pulpa de papaya congelada sin fortificar en cuanto a parámetros de almacenamiento y calidad microbiológica, por lo cual se puede concluir que el proceso de fortificación no influye significativamente en la estabilidad del producto. Sin embargo, en cuanto a estabilidad organoléptica, los parámetros sensoriales: apariencia, color, aroma y sabor presentan mejores puntuaciones para el tratamiento fortificado congelado, lo cual permitirá que un mayor número de personas lo consuman.

## **4.2. RECOMENDACIONES**

Debido a los resultados positivos obtenidos en el presente trabajo, se recomienda realizar el ensayo del proceso de fortificación con hierro empleando pulpas de otras frutas que también tengan buena aceptabilidad y con disponibilidad permanente. Además, se puede adicionar potenciadores de absorción de hierro como la vitamina C.

Se recomienda difundir el presente proceso de fortificación en centros de desarrollo comunitario y a nivel rural, debido a la facilidad de su aplicación y a la posibilidad de posterior autoconsumo.

Se recomienda realizar el estudio de factibilidad económica y nutricional, encaminado a emplear el producto en programas sociales como Aliméntate Ecuador, el Desayuno Escolar o el Programa Mundial de Alimentos, entre otros.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Agronegocios Ecuador. 2010. *Fresas: su producción y crecimiento*. Recuperado de: <http://agronegocioecuador.ning.com/page/fresas-su-produccion-y>. (Febrero, 2012).
2. Aldana, H. y Ospina, J. 1995. *Terranova Enciclopedia Agropecuaria, Ingeniería y Agroindustria* (2a. ed.). Bogotá, Colombia: Terranova Editores.
3. Almeida, A., Reis, J., Santos, D., Vieira, T. y da Costa, M. 2011. *Estudio de la conservación de la papaya (Carica papaya L.) asociado a la aplicación de películas comestibles*. *Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 2 (1), 49-60. Recuperado de: [http://www.rvcta.org/Publicaciones/Vol2Num1/ArchivosV2N1/Almeida-Castro\\_et\\_al.\\_RVCTA-V2N1.pdf](http://www.rvcta.org/Publicaciones/Vol2Num1/ArchivosV2N1/Almeida-Castro_et_al._RVCTA-V2N1.pdf). (Mayo, 2012)
4. Alonso, M., Tornet, Y., Aranguren, M., Ramos, R., Rodríguez, K. y Pástor, M. 2008. *Caracterización de los frutos de cuatro cultivares de papaya del grupo Solo, introducidos en Cuba*. *Revista Agronomía Costarricense*, 32(2), 169-175. Recuperado de: [http://www.mag.go.cr/rev\\_agr/v32n02-169.pdf](http://www.mag.go.cr/rev_agr/v32n02-169.pdf). (Abril, 2012).
5. AOAC. 2005. *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists*. Arlington, USA: AOAC.
6. Arroyave, G. y Dary, O. 1996. *Manual para la fortificación de azúcar con vitamina A, Parte 2: Guía Técnico-Operativa para la preparación de la premezcla y del azúcar fortificada con vitamina A* (2da. ed.). Guatemala: USAID.

7. Asociación Española de Hemocromatosis. 2010. *Hemocromatosis*. Recuperado de: [http://www.hemocromatosis.es/que\\_son.php](http://www.hemocromatosis.es/que_son.php). (Noviembre, 2011).
8. ASOPIÑA. 2011. *La piña en el Ecuador*. Recuperado de: <http://www.asopina-ecuador.org/areas-cultivo.html>. (Febrero, 2012).
9. Avallone, C., Pellizzari, E., Montenegro, S. y Cravzov, A. 2000. *Análisis microbiológicos en Carica papaya L. mínimamente procesada*. Universidad Nacional del Nordeste, Facultad de Agroindustrias, Chaco, Argentina. Recuperado de: [http://www.unne.edu.ar/unnevieja/Web/cyt/cyt/2000/8\\_exactas/e\\_pdf/e\\_042.pdf](http://www.unne.edu.ar/unnevieja/Web/cyt/cyt/2000/8_exactas/e_pdf/e_042.pdf)
10. Banco Mundial. 2007. *Insuficiencia nutricional en el Ecuador: causas, consecuencias y soluciones* (1a. ed.). Washington, Estados Unidos: Banco Mundial.
11. Baraona, M. y Sancho, E. 1991. *Piña y papaya, fruticultura especial*. San José, Costa Rica: UNED.
12. Belandria, D., Velandria, V. y Navarro, C. 2009. *Caracterización física, química y organoléptica de los frutos de lechosa (Carica papaya L.) en las variedades Tailandia y Maradol*. Revista Producción Agropecuaria/Agroalimentaria, 45-49, Recuperado de: <http://www.unesur.edu.ve/unidades/investigacion/revistas.html>.
13. Cardero, Y., Sarmiento, R. y Selva, A. 2009. *Importancia del consumo de hierro y vitamina C para la prevención de anemia ferropénica*. Medisan: 13(6). Recuperado de: [http://bvs.sld.cu/revistas/san/vol13\\_6\\_09/san14609.htm](http://bvs.sld.cu/revistas/san/vol13_6_09/san14609.htm).



14. Chacón, S. 2006 *Manual de Procesamiento de Frutas Tropicales a escala artesanal, en El Salvador*. San Salvador, El Salvador: Ministerio de Agricultura y Ganadería de El Salvador.
15. Challem, J. y Brown, L. 2007. *Vitaminas y minerales esenciales para la salud* (1a. ed.). Madrid, España: Nowtilus Ediciones.
16. Cook, J., Skikne, B. y Baynes, R. (1994). *Iron deficiency: the global perspective*. *Adv Exp Med Biol*, 356:219-28.
17. CORPEI. 2008. *Presentación del Sector Papaya*. Quito, Ecuador: CORPEI.
18. Darnton-Hill, I. y Nalubola, R. 2002. *Fortification strategies to meet micronutrient needs: successes and failures*. *Rev. Proceedings of the nutrition society*, 61, 231-241, doi: 10.1079/PNS2002150.
19. DECAB. (2011). *DECAB 01: Digestión por microondas y lectura de Fe por espectrofotometría de absorción atómica*. Quito, Ecuador: DECAB.
20. Delves, P., Martin, S., Burton, D. y Roitt, I. 2008. *Inmunología: fundamentos* (11a. ed.). Madrid, España: Editorial Médica Panamericana.
21. Ezeronye, O. 2004. *Nutrient utilization profile of Saccharomyces cerevisiae from palm wine in tropical fruit fermentation*. *Rev: Antonie van Leeuwenhoek*, 86: 235-240. Recuperado de: <http://link.springer.com/article/10.1023%2FB%3AANTO.0000047927.59792.d4>
22. Fagundes, G. y Yamanishi, O. 2001. *Características físicas e químicas de frutos de mamoeiro de grupo 'Solo' comercializados em 4 estabelecimentos de Brasília-DF*. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 541-545. Recuperado de: <http://www.scielo.br/pdf/rbf/v23n3/8021.pdf>.

23. FAO. 2006. *Food fortification: technology and quality control*. Recuperado de: <http://www.fao.org/docrep/W2840E/W2840E00.htm>.
24. FAO. 2010. *Perfiles de nutrición por país: Ecuador*. Recuperado de: [http://www.fao.org/ag/agn/nutrition/ecu\\_es.stm](http://www.fao.org/ag/agn/nutrition/ecu_es.stm). (Noviembre, 2011).
25. FAO/OMS. 2004. *Vitamin and mineral requirements in human nutrition*. Ginebra, Suiza: FAO Food and Nutrition Division.
26. FAOSTAT. 2007. *Production: Countries by Commodity*. Recuperado de: <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>. (Marzo, 2012).
27. FAO/WHO/UNU. 2001. *Human Energy Requirements*. Ginebra, Suiza: Editorial World Health Organization.
28. FDA/CFSAN BAM. 2001. *Contaje Total de Aerobios*. Cap. 3.
29. FLACSO. 2001. *Diagnóstico de la situación de los programas sociales de alimentación del gobierno ecuatoriano y propuesta de un modelo de gestión*. Quito, Ecuador: FLACSO-ANDES.
30. Forrellat, M., Fernández, N. y Hernández, P. 2005. *Nuevos conocimientos sobre el metabolismo del hierro*. Revista Cubana Hematol Inmunol Hemoter, 21 (3), Recuperado de: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-02892005000300003&lng=pt&nrm=iso](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-02892005000300003&lng=pt&nrm=iso)
31. Freire, W., Dirren, H., Mora, J., Arenales, P. y Granda, E. 1995. *Diagnóstico de la Situación Alimentaria, Nutricional y de Salud de la Población Ecuatoriana menor de cinco años*. Quito, Ecuador: Ministerio de Salud Pública.
32. García-Casal, M., Layrisse, M., Peña-Rosas, J., Ramírez, J., Leets, I. y Matus, P. 2003. *Iron absorption from elemental iron-fortified Corn*

*Flakes in humans. Role of vitamins A y C.* Nutrition Research 23, 451–463. Recuperado de:[http://www.academia.edu/838063/Iron\\_absorption\\_from\\_elemental\\_iron\\_fortified\\_Corn\\_Flakes\\_in\\_humans.\\_Role\\_of\\_vitamins\\_A\\_and\\_C](http://www.academia.edu/838063/Iron_absorption_from_elemental_iron_fortified_Corn_Flakes_in_humans._Role_of_vitamins_A_and_C)

33. Garrido, F., Jara, K., Wittig, E., Dondero, M., Mendoza, S. y González, S. 2009. *Aceptabilidad de sopas deshidratadas de leguminosas adicionadas de realzadores del sabor (UMAMI)*. Revista Chilena de Nutrición, 36(4), 1105-1112, doi: 10.4067/S0717-75182009000400007.
34. Gil, A., Martínez, E. y Maldonado, J. 2010. *Tratado de Nutrición: nutrición humana en el estado de salud*. (2da. ed.). Madrid, España: Editorial Médica Panamericana.
35. Gil, A. y Ruiz, M. 2010. *Tratado de Nutrición: composición y calidad nutritiva de los alimentos* (2da. ed.). Madrid, España: Editorial Médica Panamericana.
36. Gil, A. y Sánchez, F. 2010. *Tratado de Nutrición: Bases fisiológicas y bioquímicas de la nutrición* (2da. ed.). Madrid, España: Editorial Médica Panamericana.
37. Guananga, J., Gutierrez, M. y Pucha, J. 2009. *Cadena logística de exportación papaya hawaiana variedad Solo*. Escuela Politécnica del Litoral, Facultad de Economía y Negocios, Tesis previa a la obtención del Título de Ingeniero Comercial. Guayaquil, Ecuador.
38. Haro, J. 2006. *Biodisponibilidad de diferentes compuestos de hierro añadidos a un néctar de frutas funcional. Interacción con las vitaminas y fructooligosacáridos*. Universidad de Murcia, Facultad de Veterinaria y Ciencia y Tecnología de los Alimentos, Tesis Doctoral, Murcia, España.

39. Herrerías, J., Díaz, A. y Jiménez, M. 1996. *Tratado de hepatología, Tomo II*. Sevilla, España: Universidad de Sevilla.
40. Hurrell, R., Lynch, S., Bothwell, T., Cori, H., Glahn, R., Hertrampf, E. et al. 2004. *Enhancing the absorption of fortification iron*. Int J Vitam Nutr Res 74(6), 387-401.
41. ICONTEC Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. 1998. *NTC 404: Frutas procesadas, jugos y pulpas de frutas (5a.ed.)*. Bogotá, Colombia: ICONTEC.
42. Illera, M., Illera del Portal, J. e Illera del Portal, J. C. 2000. *Vitaminas y minerales (1a. ed)*. Madrid, España: Editorial Complutense.
43. INEN. 2008. *Norma Técnica Ecuatoriana NTE 2337:2008*. Quito, Ecuador: INEN.
44. JECFA, Joint Expert Committee on Food Additives. 2009. *Listas de referencia de compuestos de nutrientes para su utilización en alimentos para fines dietéticos especiales destinados a los lactantes y niños pequeños*. CAC/GL 10 – 1979, 1-18.
45. Jerez, F. 2009. *La desnutrición en la niñez guatemalteca: Impacto de la leche fortificada con hierro aminoquelado en la prevención y tratamiento nutricional de la deficiencia de hierro en los niños preescolares y escolares*. Universidad Panamericana, Tesis Doctoral publicada. Recuperado de Base de Datos de Universidad Panamericana de Guatemala (T-C4-13).
46. Larrea, C., Lutter, C. y Freire, W. 2001. *Equidad desde el principio: situación nutricional de los niños ecuatorianos*. Washington DC, Estados Unidos: PAHO-MBS.

47. Lobo, M. 1995. *Caracterización bioquímica de los frutos de papaya (Carica papaya L, cv. Sunrise), hembra y hermafrodita, en relación con su aptitud al procesado por congelación*. Universidad Complutense de Madrid, Facultad de Farmacia, Tesis Doctoral publicada, Madrid, España. Recuperado de Base de Datos de Universidad Complutense de Madrid (D1021102).
48. Lutter, C., Sempértegui, F., Rodríguez, A., Fuenmayor, G., Ávila, L., Madero, J. et al. 2007. *Programa Nacional de Alimentación y Nutrición PANN 2000: Evaluación de proceso e impacto*. Washington, Estados Unidos: Organización Panamericana de la Salud.
49. Macrae, R. 1988. *HPLC in food analysis* (2a. ed.). Londres, Inglaterra: Academic Press.
50. Madrid, A., Gómez-Pastrana, J., Santiago, F., Madrid, J. y Cenzano, J. 2003. *Refrigeración, congelación y envasado de los alimentos*. Madrid, España: Ed. Madrid Vicente.
51. Makhumula, P., Guamuch, M. y Dary, O. 2007. *Manual para el monitoreo interno de la sal fortificada con yodo* (1a. ed.). Guatemala: INCAP.
52. Marín, A., Jaramillo, B., Gómez, R. y Gómez, U. 2008. *Manual de Pediatría Ambulatoria* (1a. ed.). Bogotá, Colombia: Editorial Médica Internacional.
53. Martínez, H. 2006. *Agroindustria y competitividad: estructura y dinámica en Colombia 1992-2005*. Bogotá, Colombia: Observatorio Agrocadenas Colombia.
54. Melo, V. 2006. *Bioquímica de los procesos metabólicos*. Barcelona, España: Editorial Reverté.

55. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia. 2005. *Manual del exportador de frutas, hortalizas y tubérculos en Colombia* (1a. ed.). Bogotá, Colombia: Corporación Colombia Internacional.
56. Ministerio de Agricultura y Ganadería, MAG. 2006. *La Agroindustria en el Ecuador*. Quito, Ecuador: Ministerio de Agricultura y Ganadería.
57. Ministerio de Salud Pública. 1995. *Programa integrado para el control de las principales deficiencias de micronutrientes en el Ecuador*". Quito, Ecuador: Ministerio de Salud Pública.
58. Morales, R. 2002. *Procesamiento de pulpas de frutas*. Cogua, Colombia: s/E.
59. Moreano, M. 2001. *FAO – Perfiles Nutricionales por Países*. Quito, Ecuador: FAO.
60. Nilson, A. y Piza, J. 1998. *Food fortification: a tool for fighting hidden hunger*. Food and Nutrition Bulletin, 19 (1), 49-60. Recuperado de: <http://www.idpas.org/pdf/602FoodFortificationATool.pdf>
61. Nutrinet. 2008. *Desórdenes por deficiencia de yodo (DDY)*. Recuperado de: <http://ecuador.nutrinet.org/areas-tematicas/vitaminas-y-minerales/estadisticas/deficiencia-de-yodo/53-desordenes-por-deficiencia-de-yodo-ddy>. (Agosto, 2011).
62. O'Donnell, A., Viteri, F. y Carmuega, E. 1997. *Deficiencia de hierro: desnutrición oculta en América Latina*. Buenos Aires, Argentina: Editorial Gaudian.
63. Oliveira, J. 1993. *El agua de bebida como vehículo del hierro para el control de la anemia*. Tercer taller regional sobre deficiencias de vitamina A y otros micronutrientes en América Latina y el Caribe. Recife, Brasil: USAID.

64. Organización Mundial de la Salud, OMS. 2006. *Patrones de crecimiento infantil de la OMS, Nota descriptiva N° 4: La doble carga de la malnutrición*. Ginebra, Suiza: OMS.
65. Organización Mundial de la Salud, OMS. 2012. *Administración intermitente de suplementos de hierro a niños en edad preescolar o escolar*. Recuperado de: [http://www.who.int/elena/titles/iron\\_infants/es/index.html](http://www.who.int/elena/titles/iron_infants/es/index.html). (Febrero, 2013).
66. Organización Panamericana de la Salud, OPS. 2002. *Compuestos de hierro para la fortificación de alimentos: guías para América Latina y el Caribe*. Washington DC, Estados Unidos: OPS.
67. Organización Panamericana de la Salud, OPS. 2010. *Tabla de Composición de Alimentos ECUADOR, versión 29-03-10*. Quito, Ecuador.
68. PAHO/WHO. 2009. *El programa de alimentación y nutrición: áreas de acción*. Recuperado de: <http://www.paho.org/Spanish/AD/SDE/hpn.htm#Areas>. (Mayo, 2012).
69. Pamplona, J. 2006. *Salud por los alimentos* (1a. ed.). Madrid, España: Editorial Safeliz.
70. Pettersson, A. y Jonsson, L. 1990. *Separation of Cis Trans Isomers of  $\alpha$  and  $\beta$  Carotene by adsorption HPLC and Identification with Diode Array Detection*. J. Micronutr. Analysis, 8: 23-41.
71. Pietrangelo, A. 2002. *Physiology of iron transport and the hemochromatosis gene*. Am J Physiol Gastrointest Liver Physiol, 282, 403-414. Recuperado de: <http://ajpgi.physiology.org/content/282/3/G403.full.pdf+html>.

72. Pita, R., Basabe, T., Jiménez, S. y Mercader, O. 2007. *La anemia: Aspectos nutricionales. Conceptos actualizados para su prevención y control*". La Habana: Cuba.
73. PROECUADOR. 2011. *Perfil de la piña ecuatoriana*. Recuperado de: <http://www.proecuador.gob.ec/PROEC-P2011-PINA-ECUATORIANA.pdf>. (Febrero, 2012)
74. Promoción de Exportaciones Agrícolas No Tradicionales. 2008. *Manual de la Frutilla*. Recuperado de: [http://www.proexant.org.ec/Manual\\_Frutilla\\_2.html](http://www.proexant.org.ec/Manual_Frutilla_2.html). (Febrero, 2012)
75. Rodak, B. 2004. *Hematología: Fundamentos y aplicaciones clínicas* (2a. ed.). Buenos Aires, Argentina: Médica Panamericana.
76. Roe, M., Collings, R., Hoogewerff, J. y Fairweather, S. 2008. *Relative bioavailability of micronized, dispersible ferric pyrophosphate added to an apple juice drink*. Eur J Nutr 48, 115-119, doi: 10.1007/s00394-008-0770-3.
77. Rojas, C. y Guerrero, R. 1999. *Nutrición clínica y gastroenterología pediátrica* (1a. ed.). Bogotá, Colombia: Médica Panamericana.
78. SECIAN. 2007. *Guía Alimentaria para los Escolares de la Sierra*. Quito, Ecuador: OPS, MSP.
79. Sernka, T. y Jacobson, E. 1982. *Fundamentos de fisiología gastrointestinal*. Barcelona, España: Editorial Reverté.
80. Serra, L., Aranceta, J. y Mataix, J. 2006. *Nutrición y Salud Pública: Métodos, Bases Científicas y Aplicaciones* (2a. ed.). Barcelona, España: Elsevier.



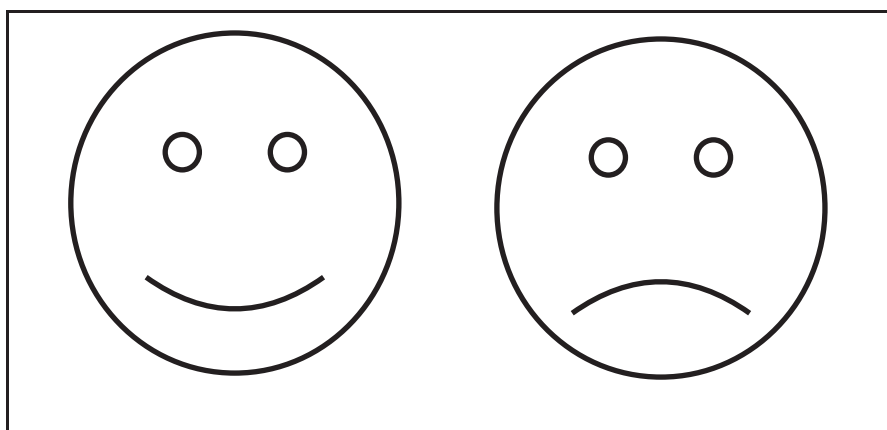
81. Soriano, I. y Vásquez, J. 1998. *Fortificación de harina de maíz con hierro a nivel artesanal en una comunidad andina del Ecuador*. Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Médicas, Maestría en Alimentación y Nutrición, Quito, Ecuador.
82. Teijón, J., Garrido, A., Blanco, D., Villaverde, C., Mendoza, C. y Ramírez, J. 2006. *Fundamentos de bioquímica metabólica* (2da. ed.). Madrid, España: Editorial Tébar.
83. Thomson, A. y Metz, M. 1999. *Implicaciones de las políticas económicas en la seguridad alimentaria*. Roma, Italia: FAO y GTZ.
84. Torun, B. 2005. *Energy requirements of children and adolescents*. Rev Public Health Nutrition, pp. 968-993 doi:10.1079/PHN2005791.
85. UNICEF. 2005. *Micronutrientes y hambre oculta*. Recuperado de: [http://www.unicef.org/republicadominicana/health\\_childhood\\_4432.htm](http://www.unicef.org/republicadominicana/health_childhood_4432.htm). (Agosto, 2011).
86. UNICEF. 2006. *Progreso para la infancia: un balance sobre la nutrición*. Nueva York, Estados Unidos: UNICEF.
87. UNICEF. 2008. *Estado mundial de la infancia 2008: Supervivencia infantil*. Nueva York, Estados Unidos: UNICEF.
88. UNICEF ECUADOR. 2007. *UNICEF, PMA Y OPS trabajan juntos contra la desnutrición infantil*. Recuperado de: [http://www.unicef.org/ecuador/media\\_9001.htm](http://www.unicef.org/ecuador/media_9001.htm). (Febrero, 2013).
89. UNICEF ECUADOR. 2010. *Nueva alternativa para combatir la anemia en niñas y niños ecuatorianos*. Recuperado de: [http://www.unicef.org/ecuador/media\\_9895.htm](http://www.unicef.org/ecuador/media_9895.htm). (Enero, 2012).

90. Urdampilleta, A., Martínez, J. y González-Muniesa, P. 2010. *Intervención dietético-nutricional en la prevención de la deficiencia de hierro*. Rev. Nutr Clin Diet Hosp 30(3), 27:41. Recuperado de: [http://www.nutricion.org/publicaciones/revista\\_2010\\_03/Intervencion\\_dietetico\\_nutricional.pdf](http://www.nutricion.org/publicaciones/revista_2010_03/Intervencion_dietetico_nutricional.pdf).
91. Vázquez, C., de Cos, A. y López-Nomdedeu, C. 2005. *Alimentación y nutrición: manual teórico-práctico* (2a. ed). Madrid, España: Díaz de Santos.
92. World Food Program, WFP. 2006. *Mapa de la desnutrición crónica en el Ecuador*. Recuperado de: <http://mapadesnutricion.org/>. (Julio, 2012).

## **ANEXOS**

**ANEXO I****FORMATO DE APLICACIÓN DE ESCALA HEDÓNICA FACIAL  
PARA PRUEBA DE ACEPTABILIDAD EN NIÑOS**

Se pidió a 160 niños estudiantes de la escuela Inti que procedan a consumir cada una de las muestras de pulpas de fruta diluidas en agua purificada y que señalen con un lápiz de color su preferencia de acuerdo a la escala hedónica de gusto o disgusto que se presenta a continuación, para cada uno de los jugos.



## ANEXO II

## ENCUESTA APLICADA EN EL BAQ

Nombre: \_\_\_\_\_ # \_\_\_\_\_

1. ¿Cuántos hijos tiene? \_\_\_\_\_

2. ¿Cuántos de ellos se encuentran en edad escolar? \_\_\_\_\_

3. ¿Le gustan las pulpas de frutas?

Sí \_\_\_\_\_

No \_\_\_\_\_

4. ¿Compra pulpas en el BAQ?

Sí \_\_\_\_\_

No \_\_\_\_\_

5. ¿Cuál pulpa le gusta más? \_\_\_\_\_

6. ¿Cuál es su frecuencia de compra?

Semanal \_\_\_\_\_

Quincenal \_\_\_\_\_

Ocasional \_\_\_\_\_

7. ¿Cuáles pulpas de fruta compra? \_\_\_\_\_

8. ¿Cuántas pulpas adquiere en cada compra? \_\_\_\_\_

9. ¿Cómo almacena las pulpas de fruta?

Congelación \_\_\_\_\_

Refrigeración \_\_\_\_\_

Ambiente \_\_\_\_\_

10. ¿Para cuántas porciones rinde la preparación? \_\_\_\_\_

11. ¿En cuánto tiempo consume las pulpas de frutas? \_\_\_\_\_

12. ¿Le gusta la pulpa de papaya?

Sí \_\_\_\_\_

No \_\_\_\_\_

13. ¿Conoce qué es un alimento fortificado?

Sí \_\_\_\_\_

No \_\_\_\_\_

14. Si el BAQ dispondría de pulpas fortificadas, ¿las compraría?

Sí \_\_\_\_\_

No \_\_\_\_\_

### ANEXO III

#### FORMATO DE RECORDATORIO DE 48 HORAS

Fecha (Día 1/2):		Lugar:					
Alimento	Peso	Unidad	Modo de preparación	Vit. A	Vit. C	Hierro	Calorías
<b>Desayuno</b>							
<b>Media mañana</b>							
<b>Almuerzo</b>							
<b>Media tarde</b>							
<b>Merienda</b>							
<b>TOTAL</b>							

**ANEXO IV****FORMATO PARA ANÁLISIS SENSORIAL DE DOSIFICACIÓN****Tipo:** Diferencia**Método:** Triangular**Fecha:** .....**Producto:** Pulpa de papaya**Hora:** .....

Usted está recibiendo tres muestras de pulpa de papaya: por favor analice las muestras de izquierda a derecha y marque según corresponda cuál de las muestras entregadas es **diferente** de las otras dos, de acuerdo a los parámetros que se especifican a continuación:

Muestras recibidas #: ..... .....

**Aroma:** # DE MUESTRA: .....**Color:** # DE MUESTRA: .....**Sabor:** # DE MUESTRA: .....

Gracias por su colaboración



## ANEXO V

### FORMATO PARA ANÁLISIS SENSORIAL DE ESTABILIDAD

**Tipo:** Calificación de atributos

**Producto:** Pulpa de papaya

**Muestras:**

**Fecha:** .....

**Hora:** .....

Usted está recibiendo cuatro muestras de pulpa de papaya: por favor analice las muestras de izquierda a derecha y califique según corresponda los atributos que se piden a continuación, de acuerdo a su apreciación sensorial:

Escala de medición:

1: Mala

2: Regular

3: Buena

4: Muy buena

5: Excelente

	<b>MUESTRAS</b>			
<b>PARAMETROS</b>				
Apariencia				
Color				
Aroma				
Sabor				
Textura				

Gracias por su colaboración

## ANEXO VI

## CONTENIDOS DE MICRONUTRIENTES

Tabla AVI.1. Contenido de micronutrientes en 100 g de alimento

Alimento	Vit A (µg)	Vit C (mg)	Hierro (mg)	Cal. (kcal)
Avena	0	0	4,72	389
Arroz	0	0	0,8	361
Azúcar	0	0	0,2	384
Brócoli	63	91	1,2	40
Café	0	0	11,9	449
Carne de res	0	0	2,5	264
Cocoa	0	0	11,7	256
Col	0	38	2,4	25
Espinaca	469	28	2,65	25
Fideo	0	0	3,2	344
Huevo	144	0	3	158
Leche	2	0	0,2	59
Manzana	2	4	0,05	99
Mermelada de frutilla	105	11	0,88	139
Naranja	0	65	0,3	29
Pan	0	0	1,9	374
Papa	0	18	1	89
Papaya	55	62	0,1	39
Pescado	0	0	3,1	140
Piña	3	56	0,28	51
Plátano	8	13	0,7	96
Queso	113	0	0	138
Sandía	28	8	0,214	32
Tomate riñón	42	23	2,8	27
Verde	130	28	0,8	132

## ANEXO VII

FOTOGRAFÍAS DE LA PRUEBA DE ACEPTABILIDAD DEL  
PRODUCTO FORTIFICADO

## ANEXO VII

FOTOGRAFÍAS DE LA PRUEBA DE ACEPTABILIDAD DEL  
PRODUCTO FORTIFICADO

## ANEXO VIII

## RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE ALMACENAMIENTO PARA SÓLIDOS SOLUBLES

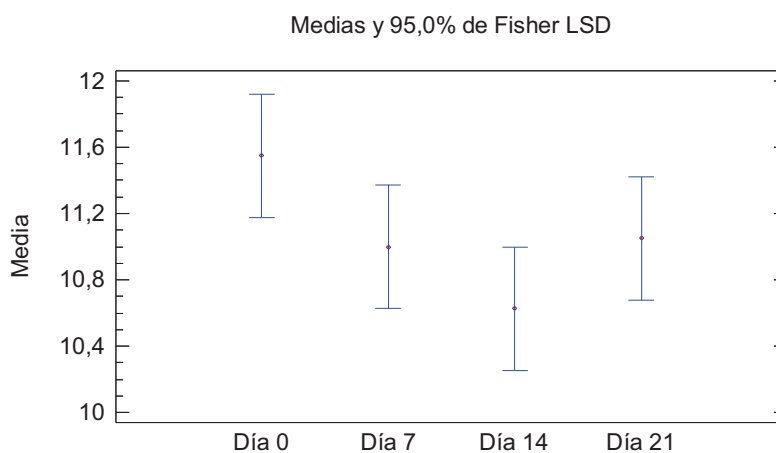
**Tabla AVIII.1.** Análisis estadístico de los resultados de sólidos solubles

	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	Mínimo	Máximo
Día 0	4	11,55	0,17	1,50 %	11,40	11,80
Día 7	4	11,00	0,28	2,57 %	10,60	11,20
Día 14	4	10,62	0,90	8,50 %	9,70	11,40
Día 21	4	11,05	0,10	0,90 %	11,00	11,20
Total	16	11,06	0,55	4,98 %	9,70	11,80

**Tabla AVIII.2.** Prueba de rangos múltiples para el parámetro de sólidos solubles

**Método: 95,0 porcentaje LSD**

	Casos	Media	Grupos Homogéneos
Día 14	4	10,625	X
Día 7	4	11,0	XX
Día 21	4	11,05	XX
Día 0	4	11,55	X



**Figura AVIII.1.** LSD de Fisher para el parámetro sólidos solubles

## ANEXO IX

RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE ALMACENAMIENTO  
PARA pH

Tabla AIX.1. Análisis estadístico de los resultados de pH

	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	Mínimo	Máximo
Día 0	4	4,51	0,00	0,0 %	4,51	4,51
Día 7	4	4,53	0,04	0,79 %	4,48	4,56
Día 14	4	4,56	0,11	2,51 %	4,42	4,66
Día 21	4	4,35	0,24	5,59 %	4,00	4,56
Total	16	4,49	0,15	3,32 %	4,00	4,66

Tabla AIX.2. Prueba de rangos múltiples para el parámetro pH

Método: 95,0 porcentaje LSD

	Casos	Media	Grupos Homogéneos
Día 21	4	4,345	X
Día 0	4	4,51	XX
Día 7	4	4,5275	XX
Día 14	4	4,5625	X

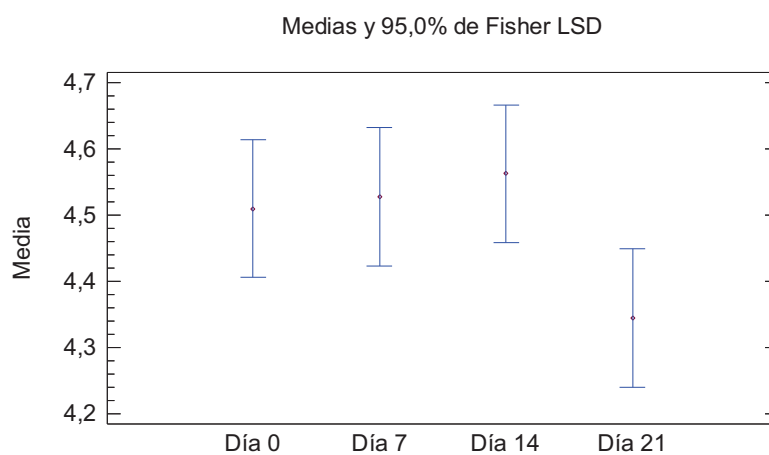


Figura AIX.1. LSD de Fisher para el parámetro pH

## ANEXO X

RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE ALMACENAMIENTO  
PARA ACIDEZ

Tabla AX.1. Análisis estadístico de los resultados de acidez

	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	Mínimo	Máximo
Día 0	4	0,17	0,00	0,0 %	0,17	0,17
Día 7	4	0,19	0,01	4,97 %	0,18	0,20
Día 14	4	0,21	0,01	4,61 %	0,20	0,22
Día 21	4	0,24	0,03	12,27 %	0,21	0,27
Total	16	0,20	0,03	14,81 %	0,17	0,27

Tabla AX.2. Prueba de rangos múltiples para el parámetro acidez

Método: 95,0 porcentaje LSD

	Casos	Media	Grupos Homogéneos
Día 0	4	0,17	X
Día 7	4	0,1925	XX
Día 14	4	0,2075	X
Día 21	4	0,24	X

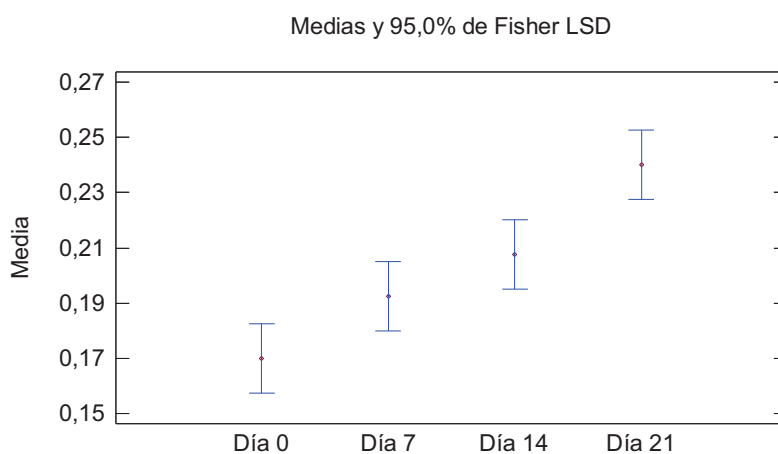


Figura AX.1. LSD de Fisher para el parámetro acidez

## ANEXO XI

## RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS DE RECuento TOTAL DE BACTERIAS

Tabla AXI.1. Análisis estadístico de los resultados del recuento total de bacterias

	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	Mínimo	Máximo
Día 0	4	5400,0	3964,0	73,41 %	1900,00	9800,0
Día 7	4	17250,0	20556,7	119,17 %	5300,00	48000,0
Día 14	4	251658,	498896,	198,24 %	530,00	1,E6
Día 21	3	834350,	1,4425E6	172,89 %	250,00	2,5E6
Total	15	240019,	675516,	281,44 %	250,00	2,5E6

Tabla AXI.2. Prueba de rangos múltiples para el recuento total de bacterias

Método: 95,0 porcentaje LSD

	Casos	Media	Grupos Homogéneos
Día 0	4	5400,0	X
Día 7	4	17250,0	X
Día 14	4	251658,	X
Día 21	3	834350,	X

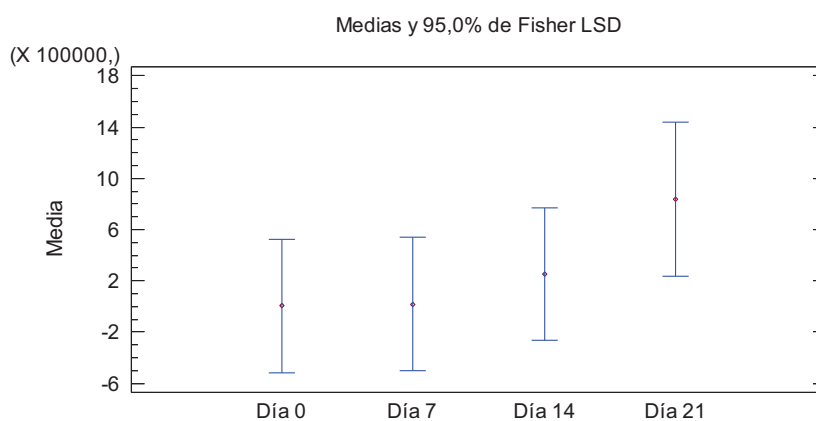


Figura AXI.1. LSD de Fisher para el parámetro recuento total de bacterias



## ANEXO XII

## RESULTADOS DE LAS PRUEBAS SENSORIALES DE ESTABILIDAD PARA EL PARÁMETRO APARIENCIA

Tabla AXI.1. Análisis estadístico de los resultados de apariencia

	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coficiente de Variación	Mínimo	Máximo
Día 1	4	3,4	0,24	7,20 %	3,2	3,7
Día 8	4	3,4	0,24	7,20 %	3,2	3,7
Día 15	3	3,73	0,15	4,09 %	3,6	3,9
Día 22	2	3,75	0,07	1,89 %	3,7	3,8
Total	13	3,53	0,25	7,16 %	3,2	3,9

Tabla AXI.2. Prueba de rangos múltiples para el parámetro apariencia

Método: 95,0 porcentaje LSD

	Casos	Media	Grupos Homogéneos
Día 1	4	3,4	X
Día 8	4	3,4	X
Día 15	3	3,73333	X
Día 22	2	3,75	X

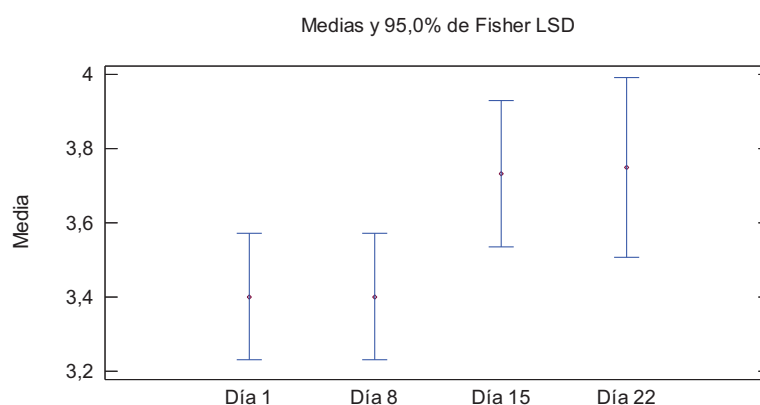


Figura AXI.1. LSD de Fisher para el parámetro apariencia

## ANEXO XIII

## RESULTADOS DE LAS PRUEBAS SENSORIALES DE ESTABILIDAD PARA EL PARÁMETRO COLOR

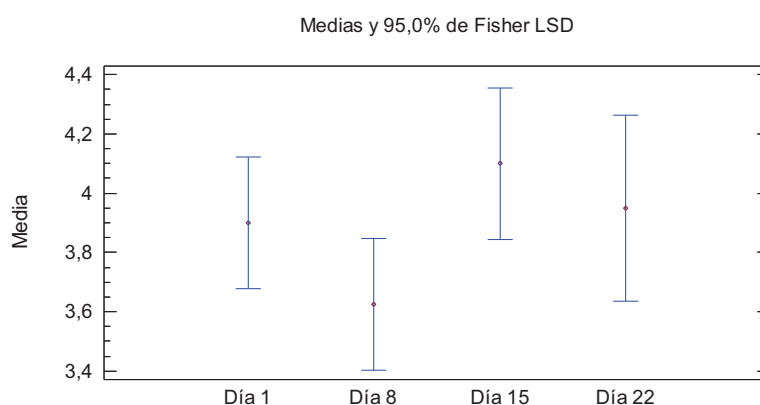
**Tabla AXI.1.** Análisis estadístico de los resultados del color

	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	Mínimo	Máximo
Día 1	4	3,9	0,16	4,19 %	3,7	4,1
Día 8	4	3,63	0,38	10,41%	3,3	4,0
Día 15	3	4,10	0,26	6,45 %	3,9	4,4
Día 22	2	3,95	0,21	5,37 %	3,8	4,1
Total	13	3,87	0,30	7,85 %	3,3	4,4

**Tabla AXI.2.** Prueba de rangos múltiples para el parámetro color

**Método: 95,0 porcentaje LSD**

	Casos	Media	Grupos Homogéneos
Día 8	4	3,625	X
Día 1	4	3,9	X
Día 22	2	3,95	X
Día 15	3	4,1	X



**Figura AXI.1.** LSD de Fisher para el parámetro color

## ANEXO XIV

## RESULTADOS DE LAS PRUEBAS SENSORIALES DE ESTABILIDAD PARA EL PARÁMETRO AROMA

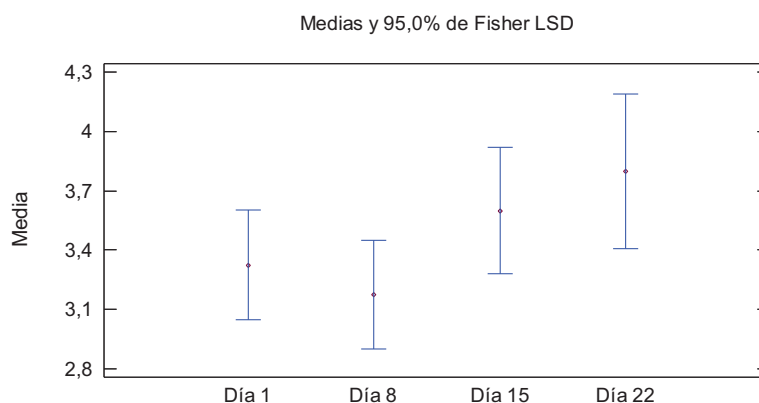
**Tabla AXI.1.** Análisis estadístico de los resultados del aroma

	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	Mínimo	Máximo
Día 1	4	3,33	0,31	9,31 %	2,9	3,6
Día 8	4	3,18	0,49	15,29 %	2,7	3,8
Día 15	3	3,60	0,17	4,81 %	3,4	3,7
Día 22	2	3,80	0,14	3,72 %	3,7	3,9
Total	13	3,42	0,38	11,14 %	2,7	3,9

**Tabla AXI.2.** Prueba de rangos múltiples para el parámetro aroma

**Método: 95,0 porcentaje LSD**

	Casos	Media	Grupos Homogéneos
Día 8	4	3,175	X
Día 1	4	3,325	X
Día 15	3	3,6	X
Día 22	2	3,8	X



**Figura AXI.1.** LSD de Fisher para el parámetro recuento aroma

## ANEXO XV

## RESULTADOS DE LAS PRUEBAS SENSORIALES DE ESTABILIDAD PARA EL PARÁMETRO SABOR

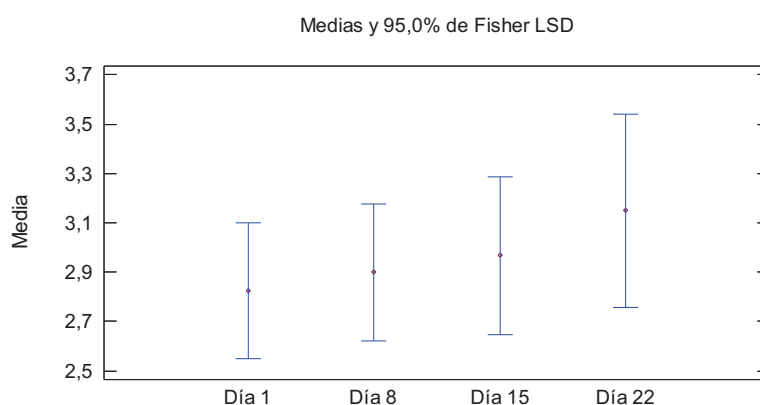
**Tabla AXI.1.** Análisis estadístico de los resultados del sabor

	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coficiente de Variación	Mínimo	Máximo
Día 1	4	2,83	0,01	3,39 %	2,7	2,9
Día 8	4	2,90	0,42	14,63 %	2,3	3,2
Día 15	3	2,97	0,50	16,97 %	2,5	3,5
Día 22	2	3,15	0,07	2,24 %	3,1	3,2
Total	13	2,93	0,32	10,91 %	2,3	3,5

**Tabla AXI.2.** Prueba de rangos múltiples para el parámetro sabor

**Método: 95,0 porcentaje LSD**

	Casos	Media	Grupos Homogéneos
Día 1	4	2,825	X
Día 8	4	2,9	X
Día 15	3	2,96667	X
Día 22	2	3,15	X



**Figura AXI.1.** LSD de Fisher para el parámetro sabor

## ANEXO XVI

## RESULTADOS DE LAS PRUEBAS SENSORIALES DE ESTABILIDAD PARA EL PARÁMETRO TEXTURA

Tabla AXI.1. Análisis estadístico de los resultados de la textura

	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	Mínimo	Máximo
Día 1	4	3,15	0,17	5,50 %	3,0	3,4
Día 8	4	3,10	0,14	4,56 %	3,0	3,3
Día 15	3	3,27	0,25	7,70 %	3,0	3,5
Día 22	2	3,60	0,14	3,93 %	3,5	3,7
Total	13	3,23	0,24	7,30 %	3,0	3,7

Tabla AXI.2. Prueba de rangos múltiples para el parámetro textura

Método: 95,0 porcentaje LSD

	Casos	Media	Grupos Homogéneos
Día 8	4	3,1	X
Día 1	4	3,15	X
Día 15	3	3,26667	XX
Día 22	2	3,6	X

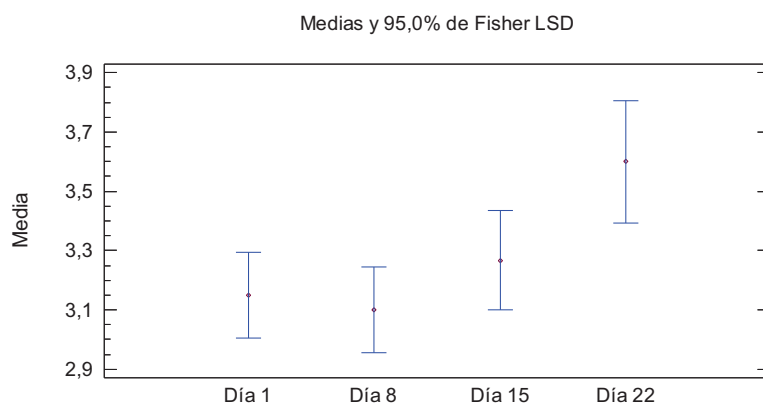


Figura AXI.1. LSD de Fisher para el parámetro textura