

Evaluación de dos formulaciones de horchata enriquecidas con ácido fólico

Cecilia Alejandra Romero Polío

ZAMORANO
Carrera de Agroindustria

Diciembre, 2005

Evaluación de dos formulaciones de horchata enriquecidas con ácido fólico

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniera en Agroindustria en el Grado
Académico de Licenciatura.

Presentado por:

Cecilia Alejandra Romero Polío

Zamorano, Honduras
Diciembre, 2005

La autora concede a Zamorano permiso para reproducir y distribuir copias de este trabajo para fines educativos. Para otras personas físicas o jurídicas se reservan los derechos de autor.

Cecilia Alejandra Romero Polío

Zamorano, Honduras
Diciembre, 2005

Evaluación de dos formulaciones de horchata enriquecidas con ácido fólico

Presentado por:

Cecilia Alejandra Romero Polío

Aprobada:

Rodolfo Cojulún M. Sc.
Asesor Principal

Raúl Espinal, Ph.D.
Director
Carrera de Agroindustria

Luis Fernando Osorio, Ph.D.
Asesor

George Pilz, Ph.D.
Decano Académico

Kenneth Hoadley, D.B.A.
Rector

DEDICATORIA

A Dios y a la virgen María por haberme dado la fortaleza para llegar hasta el final.

A mis padres Cecilia y Roberto por ser mi inspiración.

A mis hermanos Roberto y Aurora por creer en mí.

A Jorge por su bondad y consejos.

A mis amigos dentro y fuera de Zamorano por estar ahí para mí, siempre.

AGRADECIMIENTOS

A Dios todo poderoso por haberme bendecido con una vida maravillosa, llena de tantos milagros, gracias Señor.

A mi Mamá y mi Papá por enseñarme que la persistencia, el trabajo y la bondad son las herramientas más útiles en la vida.

A mis hermanos Roberto y Aurora por su cariño, juegos, risas, por su fe en mi y todos esos recuerdos lindos juntos.

A mis abuelitos y mis tíos por ese calor familiar que nos caracteriza.

A Jorge Ulloa por ser mi apoyo durante todos estos años, por su paciencia, amor y buenos momentos.

A mi tío Antenor Romero por todo el apoyo y cariño en estos años, así mismo a la Lic. Mayra Falck por su innegable gentileza.

Al Ing. Cojulún por su amabilidad, paciencia y consejos en la realización de este proyecto.

Al Dr. Osorio por sus enseñanzas y consejos.

A mis amigos de San Miguel por siempre tenerme en su corazón aun a pesar de la distancia, Paty, Suneyvi, Gregorio, Sonia, Zuleyma, Perla, Carolina, Francisco y Romeo.

A las mejores amigas del mundo por su carisma, consejos y buenos deseos, Wendy, Sarahi y Melina.

A mis amigos: Santiago, Miguelito, Wilmer, Víctor Santamaría, Carlos (Mickey), Luis, Ismael, Noldito, Ulisito, José Madrid, Néstor, Andrea Iñiguez, Gerardo, Walter, Sarita, Eliana, Jacqueline y Michael les deseo toda la dicha del mundo y nuevamente gracias por permitirme ser parte de esta familia Zamorana.

AGRADECIMIENTO A PATROCINADORES

A INSAFORP, FEPADE-BCR y FANTEL por patrocinar mis estudios en la Escuela Agrícola Panamericana.

RESUMEN

Romero, C. 2005. Evaluación de dos formulaciones de horchata enriquecidas con ácido fólico. Proyecto de Graduación del Programa de Ingeniería en Agroindustria, Zamorano, Honduras. 25p.

En El Salvador existen campañas de nutrición que combaten las deficiencias de ácido fólico, cuya participación es importante en la formación del feto en la gestación, presenta baja disponibilidad en forma natural haciendo necesario el enriquecimiento o fortificación de los alimentos en la dieta. La horchata es una bebida típica de la región centroamericana y de consumo masivo. El objetivo del estudio fue la dos evaluación de dos formulaciones de horchata enriquecidas con ácido fólico. Para el desarrollo de las formulaciones se tomaron como referencia recetas locales de horchata de El Salvador, la adición de ácido fólico en la mezcla se determinó a partir de las recomendaciones dietéticas diarias (RDD) para mujeres entre 14 – 30 años (240µg), el aporte de la dieta centroamericana (30% del RDD) y la frecuencia de consumo que fue medida mediante encuestas. Se realizaron análisis microbiológicos de mesófilos aerobios y coliformes totales de acuerdo a la norma 34184 del ICAITI. Se utilizó un Diseño de Bloques Completos al Azar con un arreglo factorial 2x2, evaluando dos formulaciones de horchata –variando únicamente en la concentración de arroz y morro- y dos niveles de ácido fólico (168 µg y 0 µg). Se condujo un análisis sensorial exploratorio para establecer diferencias en sabor, color, aroma, consistencia, y apreciación general del producto. Las formulaciones con mayor concentración de morro tuvieron mejor aceptación en sabor, aroma y apreciación general sobre las de arroz que dominaron exclusivamente en color; en cuanto a la consistencia no hubo diferencias significativas entre formulaciones. Los conteos microbiológicos se encontraron dentro de los límites establecidos. La estimación de los costos fue de \$ 1.64 por kilogramo para la formulación uno y de \$ 1.72 para la formulación dos. En general se considera la horchata como una opción viable en la reducción de deficiencias de ácido fólico.

Palabras claves: biodisponibilidad, deficiencias, recomendaciones dietéticas diarias.

CONTENIDO

	Portadilla.....	i
	Autoría.....	ii
	Página de Firmas.....	iii
	Dedicatoria.....	iv
	Agradecimientos.....	v
	Agradecimientos a Patrocinadores.....	vi
	Resumen.....	vii
	Índice de Cuadros.....	x
	Índice de figuras.....	xi
	Índice de Anexos.....	xii
1	INTRODUCCIÓN	1
1.1	DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	2
1.2	JUSTIFICACIÓN.....	2
1.3	LÍMITES.....	3
1.4	OBJETIVOS.....	3
1.4.1	Objetivo General.....	3
1.4.2	Objetivos Específicos.....	3
2	REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1	PROGRAMAS DE FORTIFICACIÓN EN CENTRO AMÉRICA.....	4
2.2	BEBIDAS NUTRICIONALES.....	4
2.3	ENRIQUECIMIENTO.....	4
2.3.1	Dificultades del enriquecimiento.....	5
2.4	FOLATO Y ÁCIDO FÓLICO.....	5
2.4.1	Funciones del folato.....	5
2.4.2	Deficiencia de folato.....	5
2.5	HORCHATA.....	6
2.6	FLUJOGRAMA DE ELABORACIÓN.....	7
3	MATERIALES Y MÉTODOS	8
3.1	LOCALIZACIÓN DEL ESTUDIO.....	8
3.2	MATERIALES Y EQUIPO.....	8
3.2.1	Ingredientes.....	8
3.2.2	Equipo.....	8
3.3	MÉTODOS.....	9
3.3.1	Formulación de la horchata enriquecida con ácido fólico.....	9
3.3.1.1	Dosificación de ácido fólico dentro de la mezcla.....	9

3.3.2	Evaluación sensorial de la horchata enriquecida con ácido fólico	9
3.3.3	Análisis estadístico	9
3.3.4	Análisis microbiológicos	10
3.3.5	Análisis de costos	10
3.3.5.1	Costos directos.....	10
3.3.5.2	Costos indirectos	10
3.3.5.3	Costo de enriquecimiento	10
4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	11
4.1	FORMULACIÓN	11
4.2	EVALUACIÓN SENSORIAL	12
4.2.1	Sabor.....	12
4.2.2	Aroma	12
4.2.3	Color	12
4.2.4	Consistencia.....	13
4.2.5	Apreciación general.....	13
4.3	ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO.....	14
4.4	ANÁLISIS DE COSTOS	15
5	CONCLUSIONES	16
6	RECOMENDACIONES	17
7	BIBLIOGRAFÍA	18
8	ANEXOS	19

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro

1	Escala hedónica de nueve puntos.....	9
2	Descripción de tratamientos.....	10
3	Límites microbiológicos establecidos por el ICAITI.....	10
4	Formulaciones de horchata evaluadas.....	11
5	Consideraciones para determinar cantidad de AF óptima.....	11
6	Separación de medias para sabor.....	12
7	Separación de medias para aroma.....	12
8	Separación de medias para color.....	13
9	Separación de medias para consistencia.....	13
10	Separación de medias para apreciación general.....	14
11	Resultados de los análisis microbiológicos a los cuatro y 60 días.....	14
12	Verificación de ácido fólico en la semana uno y la semana seis.....	14
13	Detalle de costos por kilogramo de producto.....	15

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura

1	Flujograma de elaboración.....	7
---	--------------------------------	---

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo

1	Encuesta de consumo de horchata.....	20
2	Tabulación de los resultados de la encuesta de consumo.....	21
3	Gráficos de los resultados de la encuesta de consumo.....	22
4	Matriz de variables para elegir temperatura de tostado.....	24
5	Análisis de varianza.....	24
6	Formato de evaluación sensorial utilizado.....	25

1. INTRODUCCIÓN

Mejorar el estado nutricional de las poblaciones es una estrategia importante para mejorar el capital humano, porque los efectos en el crecimiento físico debido a la suplementación en etapas tempranas de la infancia, persisten en la adolescencia y edad adulta. (INCAP et al. 2000).

Desde 1968 se han generado una serie de programas que buscan mejorar el estado nutricional de la población en El Salvador, siendo los de mayor difusión el azúcar con vitamina A, y la fortificación de harina de trigo con hierro, ácido fólico y otras vitaminas del complejo B; sin embargo, aunque estos programas están en práctica desde hace varios años, su aporte a la reducción de deficiencias en algunos casos no ha sido tan efectivo debido a falta de seguimiento.

Adicionalmente la evidencia de la vinculación de la insuficiencia de folatos con la incidencia de los defectos del tubo neural (DTN) y los efectos protectores de una mayor ingesta de ácido fólico en prevenir los defectos de formación en el feto, son el sustento para la recomendación del Instituto de Medicina de la Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos, de que toda mujer en edad reproductiva debe consumir diariamente 400 µg de folato; sin embargo el conseguir que se alcance esta recomendación a través de la dieta que contiene folatos naturales es muy poco probable, debido a su baja biodisponibilidad (INTA 2003).

El enriquecimiento de alimentos junto a la suplementación y educación alimentaria, constituyen las estrategias básicas definidas por el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social de El Salvador para reducir deficiencias de micro nutrientes en la población, entre ellas los desórdenes, hipovitaminosis A y deficiencias de hierro, ácido fólico y otras vitaminas del complejo B.

Para afrontar esta situación, se requiere de la ejecución de programas que mejoren el estado nutricional de la población para evitar la aparición de padecimientos como labio leporino, espina bífida, anemias megaloblásticas entre otros.

El mejorar la calidad nutricional de los alimentos para consumo masivo, es una forma eficiente de asegurar la ingesta constante de los nutrientes necesarios para el buen funcionamiento del organismo. Para garantizarlo, es necesario la búsqueda de un alimento vehículo que permita que su proceso sea a un bajo costo y a su vez, accesible a la mayoría de la población (INTA 2003).

Por medio de una bebida nutricional instantánea inocua, de fácil y rápida preparación, es posible contribuir con la nutrición de las comunidades rurales de la región, planteando una alternativa a los programas dedicados a mejorar el estado nutricional en El Salvador.

1.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

A pesar de que los programas de fortificación en El Salvador datan desde 1968, la eficiencia de algunos no ha sido la esperada por problemas en la dosificación del producto, falta de monitoreo de los programas, alimentos vehículos no aceptados por la población, entre otros.

En el caso del ácido fólico los programas de harinas de trigo y recientemente los de harina de maíz solamente han logrado un alcance del 50%, por lo cual es necesaria la búsqueda de otros alimentos que también puedan servir como vehículo y a la vez sean accesibles y aceptados por la población meta.

1.2. JUSTIFICACIÓN

En los grupos poblacionales con bajo poder adquisitivo (niveles de pobreza absoluta e indigencia), el insuficiente consumo de alimentos está acompañado de factores ambientales adversos (saneamiento adecuado, malas condiciones de vivienda, etc.). Estas poblaciones presentan en general déficit de peso, retardo en el crecimiento, niveles reducidos de capacidad física, mayor predisposición a enfermedades y otros problemas.

La eficiencia de los programas de seguridad alimentaria depende en buena medida del desarrollo de estrategias efectivas para la erradicación o reducción de las deficiencias regionales.

Una de las deficiencias prevalente en las poblaciones rurales y de bajos recursos en El Salvador según las estadísticas del Ministerio de Salud Pública es la insuficiencia de ácido fólico en la dieta, los cuales son importantes en la prevención de defectos de nacimiento en el cerebro y la médula espinal denominados defectos del tubo neural (DTN's).

Los estudios demuestran que las mujeres que consumen la cantidad recomendada de esta vitamina desde antes de la concepción y durante el primer mes del embarazo pueden reducir el riesgo de tener un bebé con defectos de nacimiento en el cerebro y la columna vertebral, asimismo el ácido fólico cumple una función importante en la funcionalidad de la vitamina B₁₂, y mantiene los niveles adecuados de homocisteína dentro del organismo.

1.3. LÍMITES

- Las evaluaciones sensoriales comprenderán un periodo de 42 días.
- No se ejecutará la validación de la formulación de horchata enriquecida con ácido fólico.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo General

Evaluación de dos formulaciones de horchata enriquecidas con ácido fólico.

1.4.2. Objetivos Específicos

- 1 Evaluar la calidad sensorial y microbiológica de la horchata enriquecida con ácido fólico.
- 2 Realizar un análisis de costos de la horchata enriquecida con ácido fólico.
- 3 Determinar la cantidad de ácido fólico a agregar a la horchata en función de la frecuencia de consumo, las recomendaciones dietéticas diarias y el aporte de la dieta.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. PROGRAMAS DE FORTIFICACIÓN EN CENTRO AMÉRICA.

Fortificación de azúcar con vitamina “A” desde los años setenta, la sal se fortifica con yodo desde los cincuenta y la harina de trigo con hierro, ácido fólico y otras vitaminas del complejo B desde los años sesenta, pero en forma controlada desde los noventa. En Costa Rica también existe legislación para la doble fortificación de sal con yodo y flúor desde 1987 (INCAP et al 2001).

Los programas de fortificación de alimentos en Centroamérica han tenido una vida discontinua y varias veces han tenido que ser reactivados (INCAP et al 2001).

Adicionalmente entidades como el INCAP, la iniciativa de micronutrientes de Canadá y los gobiernos regionales están trabajando por reforzar la legislación de alimentos fortificados ya que en su mayoría se encuentra obsoleta.

2.2. BEBIDAS NUTRICIONALES

El instituto de Centro América y Panamá (INCAP), desarrolló en los setentas, la Incaparina en Guatemala, el objetivo principal fue aportar cantidades altas de energía y proteína a través de una bebida de origen vegetal de alta calidad. Desempeño un papel importante en programas para recuperar a niños desnutridos en la misma institución, con excelentes resultados (Tartanac, sf; citado por OPS, 2000).

La bebida nutricional CSB (de maíz y soya) como complemento de la merienda escolar que brinda el Gobierno en su programa de escuela saludable (Inestroza 2003).

2.3. ENRIQUECIMIENTO

Enriquecimiento es la adición de vitaminas como tiamina, niacina, riboflavina, folato y el mineral hierro para mejorar la calidad nutricional y así corregir el estatus nutricional de una población incrementando el nivel de consumo de un nutriente deficiente (Wardlaw 2000).

2.3.1. Dificultades del enriquecimiento

Existen una serie de aspectos esenciales que deben de ser tomados en cuenta en los procesos de enriquecimiento, como el tipo y cantidad de micronutrientes utilizados, la biodisponibilidad, las características sensoriales del producto final, la compatibilidad tecnológica y el costo. También deben considerarse las posibilidades de adopción de nuevos criterios, sustentados en las más recientes evidencias científicas, para optimizar la fortificación (INTA 2003).

2.4. FOLATO Y ÁCIDO FÓLICO

El folato es una vitamina del grupo B estrechamente relacionada con la vitamina B₁₂ por su interacción bioquímica en la síntesis de ADN; consiste de tres partes: una pteridina, una molécula de ácido para-aminobenzóico y una o más de ácido glutámico (Wardlaw et al., 2002).

Se denomina como ácido fólico (AF) a la forma en la que se absorbe el folato en el intestino, es la forma en que se encuentra en los alimentos fortificados y los suplementos, la diferencia radica en que este solo posee una molécula de ácido glutámico (monoglutamato), en cambio el folato tiene dos o más moléculas de glutamato (poliglutamatos), esta forma es de menor absorción que el ácido fólico (Wardlaw et al 2002).

2.4.1. Funciones del folato

Se considera que el folato interviene en numerosas reacciones de transferencia de grupos monocarbonados, los cuales juegan un papel clave en la síntesis de ADN y la mutilación de la homocisteina para ser regenerada en metionina (Flingas et al. 2002).

Otra función clave del folato es la formación de Neurotransmisores en el cerebro, además de reducir ciertos estados depresivos en algunas enfermedades mentales (Wardlaw et al. 2002).

2.4.2. Deficiencia de folato

Se define la deficiencia de folato como una concentración baja de folato RBS (por sus siglas en ingles el lado que la molécula se une al ribosoma) $< 160 \mu\text{g/L}$ (326.6 nmol/L), siendo el óptimo una concentración $> 200 \mu\text{g/L}$ (453.2 nmol/L) (Choumenkovitch et al. 2001).

Las deficiencias de folato resultan generalmente de una baja ingesta, absorción inadecuada la cual esa asociada ocasionalmente con el alcoholismo; también al incrementar los requerimientos como en el embarazo, utilización comprometida asociada

típicamente con la deficiencia de vitamina B₁₂ y excreciones excesivas ligadas a diarreas prolongadas (Wardlaw et al.; 2002).

Las deficiencias afectan principalmente las células relacionadas con la síntesis de ADN, lo cual resulta en padecimientos como la anemia megaloblástica que se caracteriza por la acumulación de glóbulos rojos inmaduros o defectos del tubo neural que es una deformación del tubo neural durante las etapas tempranas de gestación, dando paso a desordenes en el sistema nervioso como la espina bífida (Godoy et al. 2005).

2.5. HORCHATA

Es una bebida característica de la región centroamericana, cuya composición puede variar en función del lugar, tradición familiar, gusto personal, etc.; por dicha razón resulta un poco difícil mencionar una fórmula estándar, pero si se puede identificar ciertos ingredientes comunes en la mayoría de estas recetas como arroz, jícara, leche, ajonjolí

La Horchata es 100% natural y de fácil preparación. Contiene: Semilla de morro, arroz, azúcar, pepitoria, cacao, vainilla y otras especias.

2.6. FLUJOGRAMA DE ELABORACIÓN.

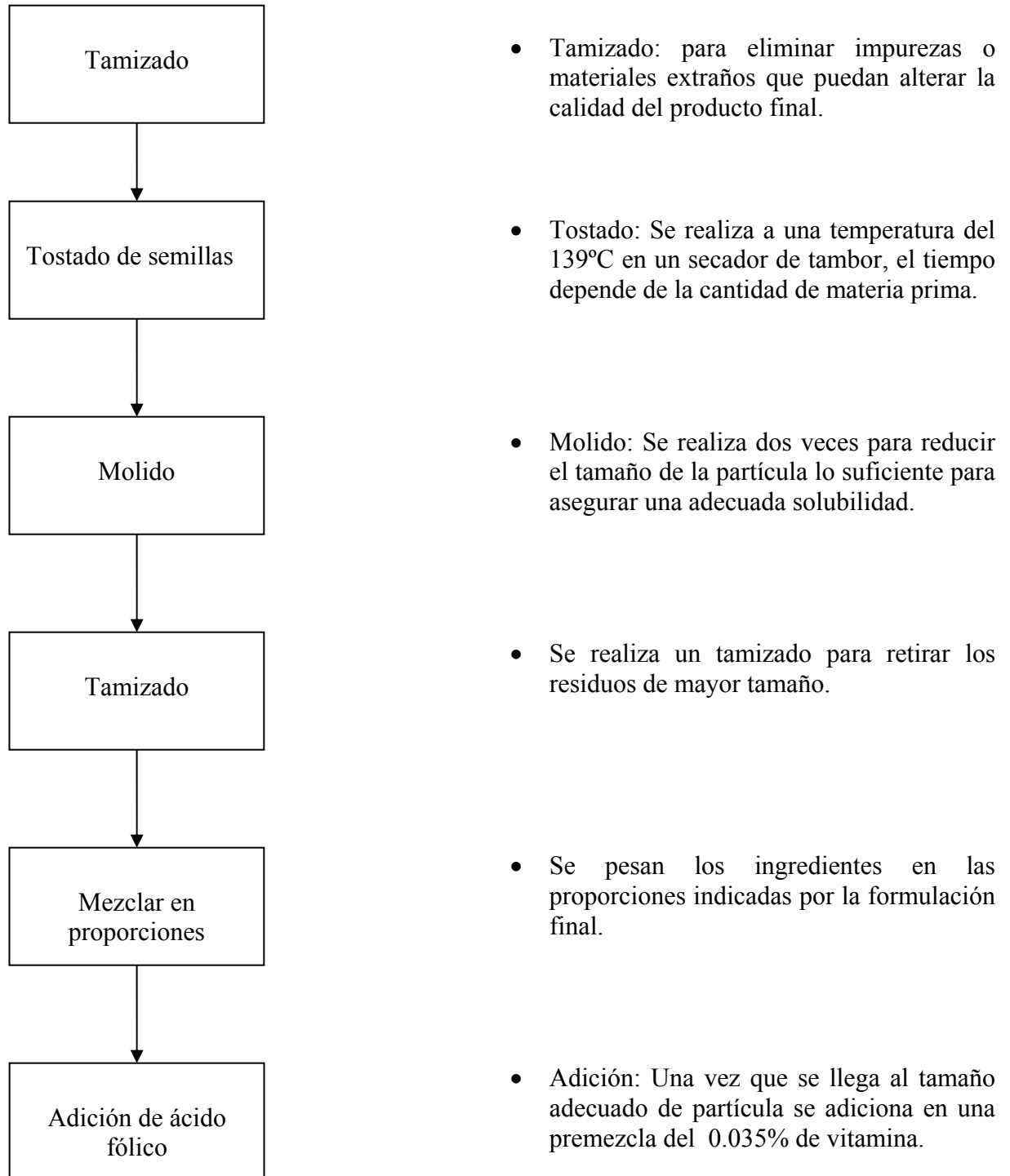


Figura 1. Flujoograma de elaboración.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LOCALIZACIÓN DEL ESTUDIO

El presente estudio se realizó en: Planta Agroindustrial de Investigación y Desarrollo (PAID), Planta Hortofrutícola de la Escuela Agrícola Panamericana.

3.2. MATERIALES Y EQUIPO

3.2.1. Ingredientes

- Semillas de jícara (*Crescentia cujete*)
- Arroz blanco (*Oryza sativa*)
- Azúcar refinada
- Canela (*Cuminum odorum*)
- Cacao (*Theobroma cacao*)
- Ajonjolí (*Sesamum indicum*)
- Ácido fólico grado alimentario DSM
- Almidón de maíz

3.2.2. Equipo

- Tostador de tambor PROBAT (Emmerich Rhein) Modelo L12
- Molino BALDOR three phases, serie F1091
- Balanza analítica Mettler AE 200
- Sellador de bolsas
- Vasos desechables para la evaluación sensorial
- Formato de encuesta para la evaluación sensorial afectiva
- Programa para el manejo y análisis de datos, SAS

3.3. MÉTODOS

3.3.1. Formulación de la horchata enriquecida con ácido fólico

La bebida se formuló de acuerdo a la composición de los ingredientes del producto a nivel tradicional, a la frecuencia de consumo (Anexo 1 y 2); se enriqueció para hacer un aporte del 70% de las Recomendaciones Dietéticas Diarias (RDD) de ácido fólico para mujeres en edad reproductiva (14–50 años).

Se elaboraron dos formulas, constituida a base de morro, arroz, azúcar, ajonjolí, cacao, canela y la premezcla de ácido fólico (AF) con almidón de Maíz, dichas formulaciones fueron sometidas a tres temperaturas de tostado 220°C, 139°C y 83°C, de las cuales se determinó que la mejor opción tanto técnica como sensorial, era la de 139°C, ya que fue la que tuvo mayor aceptación, solubilidad y un tiempo aceptable de tostado.

3.3.1.1. Dosificación de ácido fólico dentro de la mezcla.

La dosis se determinó tomando en cuenta el aporte de ácido fólico de la dieta centroamericana que representa el 30% del valor diario en la dieta y de acuerdo al RDD de ácido fólico para mujeres en edad reproductiva (14-50 años).

3.3.2. Evaluación sensorial de la horchata enriquecida con Ácido Fólico

La evaluación sensorial fue realizada a través de pruebas descriptivas con un panel no capacitado de 12 personas, se evaluaron cinco variables: Sabor, aroma, color, cuerpo y apreciación general. Se utilizó una escala hedónica de nueve puntos.

Cuadro 1. Escala hedónica de nueve puntos.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Extremadamente desagradable	Muy desagradable	Moderadamente desagradable	Un poco desagradable	Ni Agradada/Ni desagrada	Un poco agradable	Moderadamente agradable	Muy agradable	Extremadamente agradable

3.3.3. Análisis estadístico

Se utilizó un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA), donde cada repetición (primera, segunda y tercera) constituyó un bloque, se organizaron los tratamientos bajo un arreglo factorial de 2 x 2, como puede apreciarse en el cuadro 2.

Las variables evaluadas fueron: sabor, aroma, color, consistencia y apreciación general

Cuadro 2. Descripción de tratamientos.

Variables	Formulación 1	Formulación 2
168 µg de AF/ porción	T1	T3
0 µg de AF/ porción	T2	T4

* Una porción equivale a 30 g de mezcla.

Se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) con medias ajustadas utilizando el modelo diferencia mínima estándar (LSD por sus siglas en inglés), del Sistema de análisis estadístico (SAS®), versión 8.0, fijando un nivel de significancia de $P < 0.05$.

3.3.4. Análisis microbiológicos

Se realizaron análisis de Coliformes totales y recuento total de acuerdo a la norma 34184 del Instituto Centroamericano de Investigación y Tecnología Industrial (ICAITI).

Cuadro 3. Límites microbiológicos establecidos por el ICAITI.

Análisis microbiológicos	Nivel máximo UFC/g
Recuento total de mesófilos aerobios	50000
Recuento de coniformes totales	90

Para determinar si la concentración de ácido fólico se mantenía constante en un periodo de 42 días se realizó a través de pruebas microbiológicas que miden el nivel de crecimiento del *Lactobacillus casei*, dichas pruebas fueron ejecutadas por laboratorios Lavoisier en El Salvador.

3.3.5. Análisis de costos

3.3.5.1. Costos directos Costos de adquisición de todas las materias primas de las formulaciones propuestas, salarios deducibles de la producción de horchata.

3.3.5.2. Costos indirectos Para el caso solo se tomo en cuenta el costo de la energía eléctrica.

3.3.5.3. Costo de enriquecimiento Fue expresado aparte para compararlo contra el costo total del producto.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. FORMULACIÓN

Se realizó una prueba inicial de las formulaciones uno y dos bajo las temperaturas 83°C, 139°C y 220°C (Anexo 3) , de lo cual se eliminó la temperatura de 83.3°C ya que el proceso incurría en un exceso de tiempo aun a volúmenes bajos, sin embargo los tratamientos que fueron tratados a temperaturas de 220°C presentaban mayor dificultad en la etapa de molienda debido a que el nivel de lípidos aumentaba en comparación al volumen volviéndolo una mezcla pastosa contrario a las mezclas con textura harinosa de temperaturas menores 139°C.

Cuadro 4. Formulaciones de horchata evaluadas.

Ingredientes	Formulación 1 (%)	Formulación 2 (%)
Morro	50	25
Arroz	25	50
Azúcar	15	15
Ajonjolí	6	6
Cacao	3	3
Premezcla de AF	1	1
TOTAL	100	100

La cantidad adecuada de AF a adicionar se determinó tomando en cuenta algunos factores mostrados en el cuadro cuatro:

Cuadro 5. Consideraciones para determinar cantidad de AF óptima

Consideraciones	FOLATO (µg)	ACIDO FOLICO (µg)
Requerimiento diario	400	240
Aporte dieta (30 %)	120	72
Aporte por porción (70%)	280	168

4.2. EVALUACIÓN SENSORIAL

Se utilizó un método descriptivo para las características de color, sabor aroma, consistencia y percepción general.

4.2.1. Sabor

El efecto de los tratamientos en el sabor de la horchata se muestra en el cuadro seis. En general, los tratamientos uno y dos obtuvieron mayor aceptación en cuanto a sabor.

Cuadro 6. Separación de medias para sabor.

<i>Tratamiento</i>	<i>Calificación</i>	<i>Separación de medias (LSD $p<0.05$)</i>
1	7.439 \pm 0.538	A
2	7.333 \pm 0.538	A
3	6.610 \pm 0.538	B
4	6.643 \pm 0.538	B

4.2.2. Aroma

Se detectaron diferencias significativas entre tratamientos, donde la aceptación del aroma fue mayor para los tratamientos uno y dos (morro al 50%), se encontró una relación directa entre el sabor y el aroma, ya que en ambos casos los tratamientos antes mencionados obtuvieron significativamente mayor aceptación.

Cuadro 7. Separación de medias para aroma.

<i>Tratamiento</i>	<i>Calificación</i>	<i>Separación de medias (LSD $p<0.05$)</i>
1	7.381 \pm 0.674	A
2	7.571 \pm 0.674	A
3	6.490 \pm 0.674	B
4	6.600 \pm 0.674	B

4.2.3. Color

Los resultados para la variable color se muestran en el cuadro ocho, denotan que si hubo diferencias significativas entre los tratamientos siendo las de mayor aceptación los tratamientos cuatro y tres (50% arroz), mostrando una relación inversa con el aroma y el sabor en las cuales los tratamientos con mayor concentración de morro mostraron mejor aceptación, pero tenían un color mas oscuro por la naturaleza de las semillas.

Cuadro 8. Separación de medias para color.

Tratamiento	Calificación	Separación de medias (LSD p<0.05)
4	6.357 ± 0.756	A
3	5.976 ± 0.756	A
1	4.786 ± 0.756	B
2	4.833 ± 0.756	B

4.2.4. Consistencia

No se detectaron diferencias en cuanto a la consistencia entre los tratamientos (cuadro nueve), posiblemente debido a que todos fueron sometidos a un proceso de fragmentación idéntico (se utilizó el mismo molino para todos los tratamientos) y la proporción agua y mezcla fue la misma para todos también.

Cuadro 9. Separación de medias para consistencia.

Tratamiento	Calificación	Separación de medias (LSD p<0.05)
1	5.895 ± 0.568	A
2	5.619 ± 0.568	A
3	5.714 ± 0.568	A
4	5.881 ± 0.568	A

4.2.5. Apreciación general

La apreciación general mostró que el panel evaluó con una mayor puntuación a los tratamientos uno y dos, siendo estas las formulaciones con mayor concentración de morro, concordando con las evaluaciones de sabor y aroma.

Cuadro 10. Separación de medias para apreciación general

Tratamiento	Calificación	Separación de medias (LSD p<0.05)
1	6.705 ± 0.412	A
2	6.814 ± 0.412	A
3	6.418 ± 0.412	B
4	6.545 ± 0.412	B

4.3. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Se realizaron análisis de coliformes y recuento total según la norma 34184 del ICAITI

Cuadro 11. Resultados de los análisis microbiológicos a los cuatro y 60 días.

Análisis	Muestra	Día 4	Día 60	Nivel máximo (UFC/g)
Coliformes totales	Formula 1 fortificada	< 10	< 10	90
	Formula 2 Fortificada	< 10	< 10	
Mesófilos aerobios	Formula 1 fortificada	< 100	< 100	50000
	Formula 2 fortificada	< 100	< 100	

Se realizaron análisis microbiológicos para evaluar la estabilidad del ácido fólico en la horchata en un periodo de 42 días, dicha evaluación fue realizada por laboratorios Lavoisier en El Salvador, ellos utilizaron el método que establece la AOAC que mide la concentración de *Lactobacillus casei* en un medio especial.

Cuadro 12. Verificación del ácido fólico en la muestra en la semana uno y en la seis.

Componente	Inicio (semana uno)	Final (Semana seis)
Muestra 1 (Formula 1)	≈ 6.5 ppm	≈ 6.0 ppm
Muestra 2 (Formula 2)	≈ 6.0 ppm	≈ 6.0 ppm
Blanco	Ausencia	Ausencia

4.4. ANÁLISIS DE COSTOS

Se realizó un análisis de costos partiendo de flujos de proceso con las actividades correspondientes, detallando los costos estándares para los insumos y la mano de obra en la elaboración.

Cuadro 13. Detalle de costos por kilogramo de producto (1kg = 33 porciones).

DETALLE	Formulación 1	Formulación 2
Costos directos	\$1,27	\$1,35
Costos indirectos	\$0,22	\$0,22
Costo fortificación	\$0,15	\$0,15
TOTAL	\$1,64	\$1,72

5. CONCLUSIONES

- Según las normas del Instituto Centroamericano de Investigación y Tecnología Industrial (ICAITI) la horchata se encuentra dentro de los parámetros establecidos.
- Los tratamientos que tenían una concentración de morro al 50% presentaron mayor aceptación que los tratamientos con 50% de arroz, en las variables de sabor, aroma y apreciación general, pero en color la aceptación fue mayor en los tratamientos con mayor proporción de arroz; en consistencia no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos.
- El costo por kilogramo fue de US \$1.64 para la formulación uno y de \$1.72 para la formulación dos.
- Se determinó que bajo condiciones de la dieta centroamericana y tomando en cuenta los requerimientos diarios para las mujeres en edad reproductiva, la cantidad idónea a adicionar es de 168 μg / porción de 30 g.

6. RECOMENDACIONES

- Evaluar el efecto del ácido fólico durante un periodo mayor a 42 días.
- Realizar la validación de la horchata enriquecida con ácido fólico en comunidades rurales de los departamentos con mayor inseguridad alimentaria en El Salvador.
- Realizar pruebas en combinación con otros micronutrientes y así mejorar la ingesta de los mismos en un solo producto.
- Monitorear la calidad del agua con la que es preparada la horchata para evitar problemas de salud.

7. BIBLIOGRAFÍA

Choumenkovitch, S.; Jacques, P.; Nadeau, M.; Wilson, P.; Rosenberg, I.; Selhub, J. 2001. Folic Acid Fortification Increases Red Blood Cell Folate Concentrations in the Farminghan Study. *The Journal of Nutrition*. 131(12):3277-3279.

Flingas, P.; Witthöft, C.; Vahterisco, L.; Wright, A.; Southon, S.; Mellon, F.; Ridge, B.; Maunder, P. 2002. Use of an Oral/Intravenous Dual-Label Stable Isotope Protocol to Determine Folic Acid Bioavailability from Fortified Cereal Grain Foods in Women. *The Journal of Nutrition* 132(5):936-939

Godoy, P.; Rodríguez, G.; Ruíz-Zarco, E.; 2005 Anemia. *Metabolismo del folato* (en línea) consultado el: 28/06/05. Disponible en: <http://www.medynet.com/elmedico/aula2001/tema1/anemia7.htm>

INCAP (Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá). 1995. *Seguridad alimentaria nutricional en Centroamérica*. Guatemala. Guatemala. 24 p.

INCAP; OPS. 2000. *Informe Anual*. Editorial INCAP. 97 p.

INCAP; OPS; OMS. 2001. *Informe Anual*. Editorial INCAP. 81 p.

Inestroza, Brenda. 2003 *Desarrollo y evaluación de una bebida nutricional instantánea para niños en edad escolar*, Francisco Morazán, Honduras. Tesis Ing. Agroindustrial de la Escuela Agrícola Panamericana. Zamorano, Honduras. 39 p.

INTA (Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos) de la Universidad de Chile. 2003. Reunión regional "Fortificación de harinas con hierro, ácido fólico y vitamina B12 en las Américas", Santiago, Chile.

Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social de El Salvador. *Deficiencias poblacionales* (en línea). Consultado el 28/06/05. Disponible en: <http://www.mspas.gob.sv/investigacion.asp>.

OPS (Organización Panamericana de la Salud). 2000. *Alimentos complementarios preparados en América Latina*. USA. Editorial OPS. 136 p.

Ponte, G. 2000. *Handbook of Cereal Science and Technology*. NY USA. Marcel Dekker Inc. 790 p.

Wardlaw, G. 2002. *Perspectiva in nutrition*. 5th ed. Mc Graw Hill. 728 p.

8. ANEXOS

Anexo 1. Encuesta de consumo de horchata**¿Consumes horchata?**Si No **1. Cuando consumes ¿En que cantidad lo hace?**

1 vaso	<input type="checkbox"/>
2 vasos	<input type="checkbox"/>
3 vasos	<input type="checkbox"/>
> 3 vasos	<input type="checkbox"/>

2. ¿Cada cuanto consumes?

Diariamente	<input type="checkbox"/>
Dos veces por semana	<input type="checkbox"/>
Una vez a la semana	<input type="checkbox"/>
De vez en cuando	<input type="checkbox"/>

3. Sexo

Femenino	<input type="checkbox"/>
Masculino	<input type="checkbox"/>

4. Nivel de ingresos

< \$50	<input type="checkbox"/>
\$51-\$100	<input type="checkbox"/>
\$101-\$200	<input type="checkbox"/>
\$201-\$300	<input type="checkbox"/>
\$301-\$500	<input type="checkbox"/>
> \$500	<input type="checkbox"/>

5. Edad

16-22 años	<input type="checkbox"/>
23-28 años	<input type="checkbox"/>
29-35 años	<input type="checkbox"/>
36-45 años	<input type="checkbox"/>
46-55 años	<input type="checkbox"/>
>56 años	<input type="checkbox"/>

Anexo 2. Tabulación de los resultados de las encuestas de consumo.

¿Consume horchata?	
Si	72
No	3
TOTAL	75

¿En que cantidad?	
Un vaso	65
Dos vasos	7
Tres vasos	0
> tres	0
TOTAL	72

¿Cada cuanto consume?	
Diariamente	0
Dos veces a la semana	0
Una vez a la semana	42
De vez en cuando	30
TOTAL	72

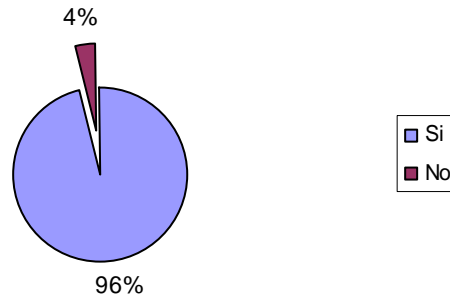
Sexo	
Femenino	40
Masculino	35
TOTAL	75

Nivel de ingresos	
< \$50	2
\$51-\$100	6
\$101-\$200	25
\$201-\$300	35
\$301-\$500	3
> \$501	4
TOTAL	75

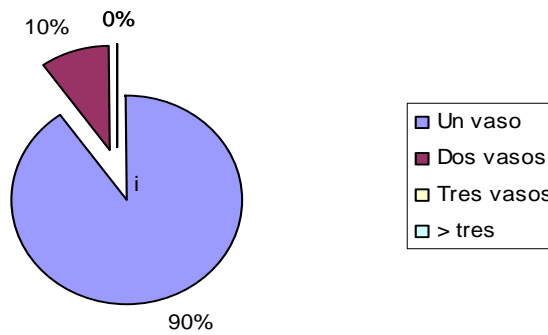
Edad	
16-22 años	3
23-28 años	31
29-35 años	10
36-45 años	24
46-55 años	7
> 56 años	0
TOTAL	75

Anexo 3. Gráficas de los resultados de las encuestas de consumo.

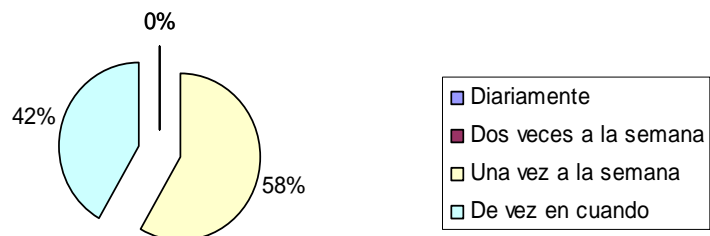
1. ¿Consume horchata?



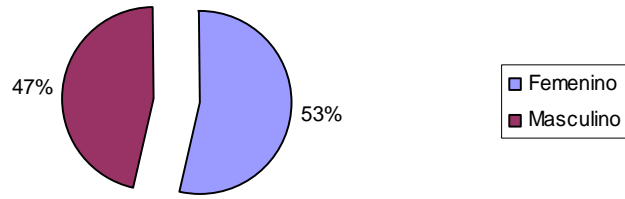
2. Cuando consume, ¿En que cantidad?



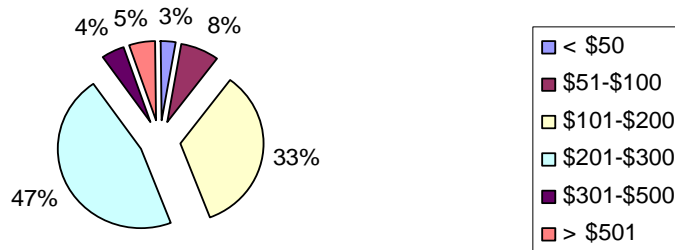
3. ¿Con que frecuencia consume?



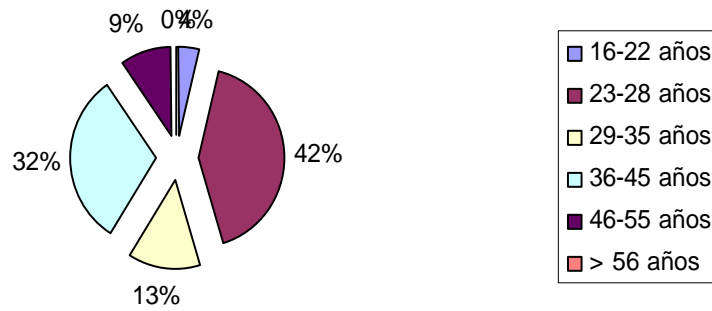
4. Género



5. Nivel de ingresos



6. Edad



Anexo 4. Matriz de variables para elegir la temperatura adecuada de tostado.

Temperatura (°C)	Fraccionamiento	Tiempo	Aceptación
83	Normal	Se prolongaba en mas de veinte minutos aún en tandas pequeñas	Moderadamente agradable
139	*Normal	Tiempo moderado entre 8 y 10 minutos	Muy agradable
220	** Dificil	Bastante reducido, aproximadamente 5 minutos	Ni agrada/ Ni desagrada

Anexo 5. Análisis de varianza

Variable	R - Square	Pr > F
Sabor	0.577	< .0001
Aroma	0.423	0.021
Consistencia	0.677	0.432
Color	0.727	< .0001
Apreciación general	0.623	< .0001

