

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

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

“Obtención y Optimización de la Mezcla para una Bebida
Instantánea Dirigida a un Programa de Alimentación Escolar”

INFORME DE PROYECTO DE GRADUACIÓN

Previo a la obtención del Título de:

INGENIERA DE ALIMENTOS

Presentado por:

Verónica Graciela De la Paz Castro

GUAYAQUIL – ECUADOR

AÑO: 2012

AGRADECIMIENTO

A todas las personas que de una u otra forma, colaboraron en la realización de este trabajo y especialmente a Dios y a mis padres,

DEDICATORIA

A DIOS

A MIS PADRES

A MI ESPOSO

Y A MIS HERMANAS

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

Dr. Kléber Barcia V.
DECANO DE LA FIMCP
PRESIDENTE

M.Sc. Karín Coello O.
DIRECTORA

M.Sc. Grace Vásquez V.
VOCAL PRINCIPAL

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de este Informe de Proyecto de Graduación, me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual del mismo a la “ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

(Reglamento de Graduación de la ESPOL)

Verónica Graciela De la Paz Castro

RESUMEN

El presente trabajo fue elaborado con el objetivo de ofrecer al programa de alimentación escolar (PAE) del Ecuador una bebida instantánea de fácil reconstitución y almacenamiento, que cumple con sus requerimientos nutricionales.

Para conseguir el objetivo planteado se utilizó principalmente harina de soja baja en grasa que tiene 48% de proteínas, que fue obtenida como residuo del proceso de extracción del aceite de esta oleaginosa, se probó diversas proporciones en mezcla con arroz en polvo que ayudó a darle mayor aporte calórico y que mejoró las características sensoriales del producto final.

Como parte de la metodología de este trabajo se estableció los requerimientos calórico – proteicos de los niños de 5 a 10 años en etapa escolar, luego se realizó un diseño experimental 2^k con replica en el punto central en la etapa de pre cocción en el cual se determinó el efecto de la proporción de las mezclas, la temperatura, y tiempo sobre la solubilidad, color, sabor y consistencia de las mismas. Para adquirir la mezcla óptima se diseñó un modelo matemático con el fin de maximizar la cantidad de proteínas que se encuentran presentes por cada 100 gramos del producto final manteniendo en efecto la calidad sensorial. A continuación se procedió

con la etapa del secado para eliminar la humedad necesaria y obtener la estabilidad de la bebida instantánea. Luego de las etapas de molienda y tamizado se formuló, probando sabores de naranjilla y maracuyá.

Con los respectivos análisis nutritivos, sensoriales, organolépticos, microbiológicos, estimación de vida útil y costo, se determinó la formulación más aceptable para el grupo objetivo.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN.....	II
ÍNDICE GENERAL.....	IV
ABREVIATURAS.....	VII
SIMBOLOGÍA.....	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	IX
ÍNDICE DE TABLAS.....	X
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 1	
1. GENERALIDADES.....	3
1.1 Materias Primas	3
1.1.1 Producto.....	7
1.1.2 Especificaciones Técnicas de Productos Similares.....	8
1.1.3 Programa de Alimentación Escolar.....	9
1.1.4 Requerimiento Calórico – Proteico.....	11
CAPÍTULO 2	
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	13
2.1 Diseño Experimental.....	13

2.1.1	Determinación de Variables.....	15
2.1.2	Corridas de Pre-cocción de la Mezcla Arroz en Polvo – Harina de Soja Baja en Grasa.....	19
2.1.3	Formulación con la Mezcla Arroz en Polvo – Harina de Soja Baja en Grasa.....	20
2.2	Evaluación Sensorial.....	20
2.3	Estimación de Vida Útil.....	26

CAPÍTULO 3

3.	OPTIMIZACIÓN.....	30
3.1	Cálculo del Aporte Nutricional de la Mezcla.....	30
3.2	Definición de las Variables y Restricciones	33
3.3	Definición de la Función Objetivo	33
3.4	Optimización de la Mezcla.....	34

CAPÍTULO 4

4.	RESULTADOS.....	37
4.1	Características Físico-Químicas del Producto Final.....	37
4.2	Descripción del Proceso de Obtención del Polvo Instantáneo....	41
4.3	Análisis de las Pruebas Sensorial.....	45
4.4	Análisis de Estimación de Vida.....	56
4.5	Análisis de Sensibilidad de la Optimización.....	59

4.6	Aporte Calórico-Proteico del Producto Final.....	62
4.7	Nivel de Aceptación del Producto Final.....	62
4.8	Estimación de Costos de Producción.....	67

CAPÍTULO 5

5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	69
----	-------------------------------------	----

APÉNDICES

ANEXOS

BIBLIOGRAFÍA

ABREVIATURAS

°C	Grados Centígrados
cm	Centímetros
g	Gramo
g/cm ³	Gramos por centímetro cúbicos
h	Hora
kg	Kilogramos
μm	Micrómetros
s	Segundo
m ²	Metros cuadrados
min	Minutos
%	Por ciento
mg	Miligramos
Kcal/g	Kilocaloría por gramos
I S A	Índice de solubilidad en agua

SIMBOLOGÍA

A	Area
bh	base húmeda
Dpsup	Diámetro Superior
t	Tiempo
Δt	Diferencial de tiempo
Δx	Diferencial de humedad libre
X	Humedad libre en gramos
X _t	Humedad en Base seca
X*	Humedad en equilibrio
W _i	Peso inicial de la muestra
W _s	Peso de sólidos secos
m _i	Humedad inicial
m _e	Humedad de equilibrio
m _c	Humedad crítica
HR	Humedad relativa
aw	Actividad de agua
g	gramos
ss	Sólidos secos
R _c	Velocidad de Secado
P _o	Presión de vapor
b	Pendiente de la isoterma
ρ	Densidad
m	Masa
v	Volumen
θ	Tiempo de vida útil en días
ln _t	Contenido de humedad no completado (tendencia de Permeabilidad del empaque)
K/x:	Permeabilidad máx del alimento en gH ₂ O/día m ² mmHg
W _s	Peso de sólidos secos (g)
P ₀	Presión de vapor de agua a la temperatura

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1	Harina de Arroz / Arroz en polvo.....	3
Figura 1.2	Harina de soja baja.....	5
Figura 2.1	Consistómetro Bostwick.....	18
Figura 4.2 (a)	Panel de control del secador.....	42
Figura 4.2 (b)	Muestra Final 345 en el secador.....	42
Figura 4.3	Diagrama de flujo.....	44
Figura 4.4	Isoterma de Adsorción de la bebida instantánea.....	56
Figura 4.5	Isoterma de Sorción de la bebida instantánea.....	57
Figura 4.7	Evaluación de preferencia por color.....	63
Figura 4.8	Evaluación de preferencia por textura.....	64
Figura 4.9	Evaluación de preferencia por sabor.....	65
Figura 4.10	Comparación del nivel de preferencia de atributos.....	66
Figura 4.11	Comparación del nivel de preferencia entre las muestras...	67

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1	Análisis físico – químicas del arroz en polvo..... 5
Tabla 2	Análisis físico – químicas de la harina de soja baja en grasas... 7
Tabla 3	Características Nutricionales de la Colada producto del PAE.... 9
Tabla 4	Aportes diarios recomendados de la organización para la Agricultura y la alimentación (FAO)..... 12
Tabla 5	Corrida experimental bebida instantánea..... 19
Tabla 6	Formulación de la bebida instantánea..... 20
Tabla 7	Escala de evaluación del atributo de color..... 23
Tabla 8	Escala de evaluación del atributo de sabor..... 23
Tabla 9	Escala de evaluación del atributo de textura..... 24
Tabla 10	Escala Hedónica de tres puntos..... 25
Tabla 11	Factores de conversión (V_{ei}) propuesto por la FAO..... 33
Tabla 12	Tabla nutricional de los ingredientes principales..... 35
Tabla 13	Granulometría: producto final..... 38
Tabla 14	Características físico – químicas, microbiológicas y Nutricionales de la bebida instantánea..... 39
Tabla 15	Respuesta de solubilidad (Y1)..... 40
Tabla 16	Propiedades funcionales del almidón de la mezcla en polvo.... 40
Tabla 17	Resultados consistencia (Y2´) por método instrumental..... 41
Tabla 18	Parámetros del secado..... 43
Tabla 19	Rendimiento por etapas del proceso..... 45
Tabla 20	Análisis de varianza (ANOVA) de la consistencia de las Muestras..... 46
Tabla 21	Resultados: Prueba No Estructurada..... 47
Tabla 22	Resultados: Prueba de ordenamiento del atributo de color..... 49
Tabla 23	Análisis de varianza (ANOVA) del atributo de color..... 50
Tabla 24	Resultados: Prueba de ordenamiento del atributo de sabor..... 51
Tabla 25	Análisis de varianza (ANOVA) del atributo de sabor..... 52
Tabla 26	Resultados: Prueba de ordenamiento del atributo de textura... 53
Tabla 27	Análisis de varianza (ANOVA) del atributo de textura..... 54
Tabla 28	Resultados: Prueba sensorial afectiva..... 55
Tabla 29	Resultados para obtener valor t..... 56
Tabla 30	Resultados de prueba para determinar humedad crítica..... 58
Tabla 31	Informe de respuesta de Solver..... 59
Tabla 32	Informe de confidencialidad de Solver..... 60
Tabla 33	Informe de sensibilidad de Solver 60
Tabla 34	Informe de límite de Solver..... 61
Tabla 35	Aporte calórico – proteico de la bebida instantánea..... 62
Tabla 36	Estimación costos de producción..... 68

INTRODUCCIÓN

El Ecuador en los actuales momentos cuenta con el Programa de Alimentación Escolar (PAE), el cual tiene como objetivo mejorar la capacidad y eficiencia de la educación básica facilitando un complemento alimenticio para niños y adolescentes de escuelas rurales y urbano marginales, con la finalidad de disminuir el alto índice de repeticiones y deserciones escolares. Para este proyecto se elaboró la bebida instantánea con una mezcla de arroz en polvo y harina de soja baja en grasa, que es una alternativa que podría distribuirse entre los productos que ofrece el PAE o cualquier otro programa de alimentación social. Por otra parte, el sector alimenticio dedicado a la elaboración de las bebidas en polvo ha aportado en cuanto a tecnología para proporcionarle al consumidor una gran variedad de este tipo de producto, que se podría aprovechar para la producción masiva.

La harina de soja baja en grasa es una de las materias primas, rica en proteína, hierro, fósforo, potasio, zinc, vitamina B5, vitamina B1. El alto contenido de hierro puede ayudar a evitar la anemia ferropénica. Esta harina se la obtiene tras un proceso de trituración y extracción de la grasa del haba con disolvente, hasta obtener un polvo fino. Puede ser empleada en la elaboración de diferentes productos como sopa, sustituto de la carne picada,

bebidas en polvo, quesos, leches infantiles, panes, cereales, pastas y comida para mascotas.

El arroz en polvo es otra de las materias primas que se emplea en este producto, las características nutricionales es igual al del grano de arroz, contiene: calcio, hierro, vitaminas como: riboflavina, tiamina, Carece de gluten por lo que es un alimento apto para celiaco, se lo obtiene por la molienda del grano. En el Ecuador la producción de esta gramínea es regular y hay alto desperdicios en el pilado.

A pesar de las bondades nutritivas que ofrecen ambas materias primas, hasta momentos no han sido aprovechadas para la elaboración de otros productos para el consumo humano en la industria alimenticia ecuatoriana.

CAPÍTULO 1

1. GENERALIDADES.

Para la elaboración de bebidas instantáneas se debe considerar las materias primas y los demás ingredientes necesarios para su desarrollo.

1.1 Materias Primas.

Las materias primas que se utilizan en el desarrollo de este producto son: harina de arroz o arroz en polvo y la harina de soja baja en grasa



FIGURA 1.1 HARINA DE ARROZ / ARROZ EN POLVO [1]

La harina de arroz o arroz en polvo tiene las características físico – química (ver TABLA 1) como la del grano, generalmente se hace la harina con el arroz de tipo grano largo, aunque también se encuentra arroz en polvo de diferentes variedades, siendo una de la más común la de arroz glutinoso.

Para la obtención del arroz en polvo se empieza retirando la cáscara y una vez teniendo el grano crudo se lo tritura hasta obtener la granulometría deseada, además pasa por un proceso de secado con el fin de eliminar humedad para de esta manera conseguir una harina lista para ser utilizada como materia prima en la elaboración de diferentes productos como: papillas para bebés, pastas, panes, repostería, salsas.

La harina de arroz o arroz en polvo por su ausencia de gluten ha tenido gran acogida en la elaboración de productos destinados para el consumo de los celíacos, quienes por su intolerancia al gluten han encontrado un sustituto de otras harinas.

TABLA 1
ANÁLISIS FÍSICO – QUÍMICAS DEL ARROZ EN POLVO

ENSAYOS REALIZADOS	UNIDAD	RESULTADO
CENIZAS	%	25 ± 0.19
FIBRAS	%	0.03
GRASAS TOTAL	%	0.21
HUMEDAD	%	10.07 ± 0.1
PROTEÍNAS	%	8.57

Elaborador por: Laboratorio PROTAL- ESPOL. 2011

Harina de soja baja en grasa:



FIGURA 1.2 HARINA DE SOJA [2]

La harina de soja se la obtiene a partir de granos enteros de soja, primero pasa por un proceso de limpieza y clasificación separando todo tipo de impurezas, posteriormente sigue un tratamiento térmico con calor seco (aire seco), en donde se trata de: inactivar factores anti nutrientes, disminuir la población microbiana, y facilitar el proceso de descascarado, la temperatura y tiempo de exposición

varían dependiendo del producto final que se desea obtener. El siguiente paso es el descascarado, en esta etapa se elimina el germen y las cascarillas. A continuación sigue la molienda, en la primera parte de esta etapa se somete al poroto a un molino de martillo y por último a un proceso de micronización en un molino de rodillos para alcanzar la partícula del tamaño deseado.

La harina de soja se la puede emplear en repostería, panificación, además se la utiliza para espesar salsas. Tiene un alto porcentaje de proteínas, es un producto libre de gluten y generalmente es desgrasado.

En la elaboración de la bebida instantánea para este proyecto de tesis, se emplea la harina de soja baja en grasa que proporciona aproximadamente un 48% de proteínas, y tiene las siguientes características físicas – químicas: ver TABLA 2.

TABLA 2
ANÁLISIS FÍSICO – QUÍMICAS DE LA HARINA DE SOJA
BAJA EN GRASA

ENSAYOS REALIZADOS	UNIDAD	RESULTADOS
CENIZAS	%	6.75 ± 0.14
FIBRAS	%	2.22
GRASAS TOTAL	%	0.95
HUMEDAD	%	9.13 ± 0.09
PROTEÍNAS	%	48.23

Elaborador por: Laboratorio PROTAL- ESPOL. 2011

1.2 Producto.

Las bebidas instantáneas se definen como la mezcla de micro y macro ingredientes equilibrados de tal manera que al disolverse en un líquido proporcione sabor, color, textura, si así se lo requiere. Deben estar en una presentación que permita al consumidor disfrutar de dicha bebida a su gusto en el lugar y tiempo que lo desee.

El desarrollo de una bebida en polvo tiene muchas ventajas, como por ejemplo:

- a) Pueden presentarse de diversas formas en cuanto a sabores, precios y presentaciones.
- b) Se puede almacenar en espacios reducidos tanto para su distribución y comercialización.
- c) Los consumidores pueden usarla de diferentes formas como disolviéndolas en agua caliente, agua fría, leche.
- d) El tiempo de vida útil es más prolongado.

1.2.1 Especificaciones Técnicas de Productos Similares.

Para la elaboración de este producto se tomó en consideración la información proporcionada de la tesis de grado “Aprovechamiento de sémola de maíz y harina de Soya para Desarrollar Alimentos Infantiles de Reconstitución Instantánea” en donde se cita la Norma Ecuatoriana NTE 1737: 1991 y Norma de Codex para alimentos elaborados a base de cereales para lactantes y niños pequeños CODEX STAN 074 -1981, REV.1 -2006.

Además se consideró las especificaciones proporcionadas del Programa Alimentación Escolar (PAE) de la colada fortificada, cuyo producto es una mezcla pre cocida con

ingredientes en polvo y que durante su almacenamiento no debe presentar separación ni formar grumos o porciones sin humectación. Se prepara para el consumo con agua hervida. Su aporte energético es más de 320 Kcal /100 gr. de producto y el proteico es más de 16gr. /100gr. de producto.

TABLA 3
CARACTERÍSTICAS NUTRICIONALES DE LA COLADA
PRODUCTO DEL PAE

CARACTERÍSTICAS NUTRICIONALES	
Las características nutricionales del producto en 100 gramos son las siguientes:	
Energía	> a 320 (Kcal./100)
Proteínas	> a 16 (g/100g)
Grasa	> a 4 (g/100g)
Humedad	> a 12 (g/100g)
Vitaminas y Minerales	** Referirse a tabla

FUENTE: Programa de Alimentación Escolar (PAE). Gobierno del Ecuador. 2011

1.2.2 Programa de Alimentación Escolar.

Ecuador forma parte de un pequeño grupo de países latinoamericanos que reporta persistentemente altas tasas de deficiencia nutricional infantil.

En 1986, la tasa de desnutrición en Ecuador era de 34%. Desde entonces, ha habido una reducción de solo 0.6 puntos porcentuales por año. A este paso se estima que para el 2015, el Ecuador reducirá la desnutrición en un 18 por ciento. El Ecuador ha desarrollado programas de alimentación para la población inmersa en este problema como:

- El programa de alimentación escolar (PAE)
- Aliméntate Ecuador
- Operación Rescate Infantil.
- Transferencias hacia el Instituto Nacional del Niño y la familia (INNFA)
- El programa FODI, que es el programa de desarrollo infantil temprano.

El programa de Alimentación Escolar (PAE) es dirigido a niños de 2 a 14 años de edad. Este programa distribuye alimentos en polvo, galleta, leche, raciones ordinarias de comida, como un incentivo para que las madres se acerquen a recibir el producto fortificado, y pastillas antiparasitarias.

El PAE distribuye desayunos durante 40 días al año. Los alimentos proporcionados por el PAE contienen el 50 por ciento de los requisitos calóricos diarios, el 75% de los requerimientos proteínicos y el 90 % de los micronutrientes necesarios.

EL Programa de Alimentación Escolar reporta que llega a 1,2 millones de beneficiarios, con base en la población objetivo de niños escolares en áreas rurales y urbano-marginales, de los cuales existe un total de 922 mil.

1.2.3 Requerimiento Calórico – Proteico

Los niños en edad escolar se encuentra creciendo y desarrollándose, por lo que corresponden a un grupo vulnerable por sus requerimientos de proteínas, energía y de determinados elementos nutritivos, los mismos que son superiores a los de adultos, debido a que si no son cubiertos, los niños sufren inmediatamente las malas consecuencias de un régimen alimentario deficiente.

Para determinar la necesidad energética del niño en etapa escolar se considera el metabolismo basal, el índice de crecimiento y la actividad. Las calorías proporcionada en la dieta debe ser suficiente para asegurar el crecimiento y evitar el uso de proteínas para energía, sin que sea excesiva que cause obesidad, sugiriendo así: del 50 a 60% carbohidratos, 25 a 35% grasas y 10 a 15% de proteínas.

Para este proyecto de tesis se consideró establecer los requerimientos calórico – proteico de los niños en la etapa escolar la información proporcionada por la Organización para la Agricultura y la Alimentación (FAO). (Ver TABLA 4).

TABLA 4
APORTES DIARIOS RECOMENDADOS DE LA
ORGANIZACIÓN PARA LA AGRICULTURA Y LA
ALIMENTACIÓN (FAO)

	EDAD(AÑOS)	KCAL	PROTEINAS (g/Kg)
NIÑOS	0 a 1	100 -120	1 - 3
	1 a 3	1300	1,06
	4 a 6	1700	0,97
	7 a 9	2100	0,92
	10 a 12	2500	0,86

CAPÍTULO 2

2. MATERIALES Y MÉTODOS.

2.1 Diseño Experimental.

Como parte de la metodología de este trabajo y una vez establecido los requerimientos calóricos – proteicos de los niños de 5 a 10 años en etapa escolar se estableció un diseño experimental 2^k con replica en el punto central en la etapa de precocción para demostrar el efecto de la proporción de las mezclas, la temperatura y tiempo sobre la solubilidad, color, sabor y consistencia de la mismas.

Para la elaboración de las muestras se empleó los materiales de laboratorio de bromatología y para el respectivo análisis se manejó instrumentos de laboratorio y evaluaciones sensoriales

realizadas en el laboratorio de I+D, con la participación de jueces entrenados.

DENSIDAD (ρ): La densidad es una propiedad característica con la cual se puede identificar distintas sustancias, se la obtiene de la relación entre la masa y el volumen, se la expresa en g/cm^3 , g/L , kg/m^3 .

Densidad = Masa/Volumen

Para determinar la densidad del producto se empleó una probeta graduada de 25ml, se consideró el volumen de la probeta como volumen de la muestra (v), se utilizó una balanza para pesar la probeta vacía, luego se colocó poco a poco la muestra hasta llegar al volumen total de la probeta, obteniendo así el peso de la muestra (m).

$$\rho = m/v \quad \text{Ec.1}$$

GRANULOMETRÍA: para determinar el tamaño de la partícula de la bebida instantánea se usó un juego de tamices Tyler con mallas de n° 50, 70, 100, 140, 200. Luego de colocar la muestra

se pasó los tamices a una zaranda Portable Sheve Shaker Modelo RX-2a, donde estuvo 10 minutos.

2.1.1 Determinación de variables

Se definió dos tipos de variables: dependientes e independientes.

Variables Independientes

Temperatura (X1).- Para definir la variación de la temperatura se consideró el rango de las temperaturas de gelatinización de las dos materias primas siendo la del arroz de 68 hasta 78°C. y el de soja de 80 hasta 100°C. exponiéndose en tiempos cortos y de 70 a 80°C. para tiempos largos.

Proporción de las mezclas (X2).- Para determinar las posibles combinaciones y de acuerdo a los ensayos realizados a nivel de laboratorio, se estableció una combinación de mezclas en donde se fijó la cantidad de harina de soja baja en grasa y se varió la proporción del

arroz en polvo, por motivos de mantener características sensoriales sin afectar la calidad nutricional.

Tiempo (X3): Para establecer la variación del tiempo a utilizar en este proyecto se realizó varias pruebas así mismo a nivel de laboratorio y considerando la información proporcionada en estudios antes realizados, se precisó tres tiempos, siendo 2 minutos como mínimo, 4 minutos como tiempo intermedio y 6 minutos como máximo.

Variables dependientes:

Se definió como variables de respuestas: solubilidad, consistencia (medida por método instrumental y por evaluación sensorial), color y sabor.

Índice de Solubilidad en agua I.S.A. (Y1): Este parámetro es utilizado como indicador del grado de modificación de los almidones por tratamientos térmicos. El método en que se basó para obtener I.S.A. fue el modificado de Sathe y Salunkle, (1981) del método original de Schoch, (1964). Ver anexo.

Donde se procedió a pesar 2,5 gramos de muestra (bebida instantánea) se añadió 50ml. de agua destilada se expuso a un baño María por 30 minutos a una temperatura constante, de aquí se tomó 10ml. de la solución formada para centrifugarla a 2500rpm durante 15min. para esto se empleó una centrífuga Andreas Hettich D72, Tuttlingen, Germany, de 5000 rpm. Se decantó el sobrenadante y se secó en una estufa a 50°C. durante 10 horas, el gel retenido en los tubos fue pesado. Una vez obteniendo las informaciones del peso del gel retenido, el peso del sobrenadante se emplea la siguiente ecuación.

$$I.S.A.(%) = \frac{\text{Peso.sobrenadante (g)} - \text{Peso.seco.sobrenadante (g)}}{\text{Peso.muestra (g)}} * 100$$

Ec. 2

Consistencia por Método instrumental (Y2): La evaluación de esta variable se realiza por método instrumental utilizando un consistómetro Bostwick, que permite medir la consistencia de las diez mezclas por medio de la resistencia al flujo en condiciones específicas, en un tiempo determinado, y con un ángulo específico.



FIGURA 2.1 CONSISTÓMETRO BOSTWICK [3]

Consistencia por evaluación sensorial (Y3): Las muestras también son sometidas a una evaluación sensorial por medio de jueces quienes evaluaron la firmeza de las mezclas. Se realizó con los datos obtenidos un análisis entre la Y2 y Y3.

Color (Y4) y Sabor (Y5): Estas dos variables también fueron sometidas a evaluación sensorial.

2.1.2 Corridas de Pre-Cocción de la Mezcla de Arroz en Polvo – Harina de Soja Baja en Grasa.

Para las corridas de pre – cocción de la mezcla de arroz en polvo y harina de soja baja en grasa, considerando las características de cada una de las materias primas, se realizó de forma aleatoria para minimizar error, quedando así un total de 10 corridas con la siguiente combinación (Ver TABLA 5)

TABLA 5
CORRIDA EXPERIMENTAL BEBIDA INSTANTÁNEA

CODIGO	X1	X2	X3
345	78	1:1	6
435	68	3:1	6
432	73	2:1	4
545	78	1:1	2
609	68	1:1	2
791	78	3:1	2
849	68	3:1	2
867	78	3:1	6
900	73	2:1	4
971	68	1:1	6

Elaborador por: Verónica De la Paz C. 2011

2.1.3 Formulación con la Mezcla de Arroz en Polvo – Harina de Soja Baja en Grasa.

Para establecer la formulación detallada en TABLA 6 se realizaron varias pruebas a nivel de laboratorio y además se consideró las opiniones aportadas en las diferentes evaluaciones sensoriales que se realizaron.

TABLA 6
FORMULACIÓN DE LA BEBIDA INSTANTÁNEA

BEBIDA INSTANTÁNEA	
INGREDIENTE	%
MEZCLA	57.77
AZUCAR	39.84
ACIDO CITRICO	0.8
GOMA XANTHAN	1.59

Elaborador por: Verónica De la Paz C. 2011

2.2 Evaluación Sensorial.

Se procedió a realizar tres tipos de pruebas sensoriales en dos etapas: pre-cocción y formulación. Para analizar consistencia (textura), color, sabor y preferencia.

En la primera etapa (pre cocción) se evaluó el efecto de la temperatura (X1), las proporciones (X2) y tiempo de tratamiento (X3) sobre la consistencia de las muestras (Y2), donde se planteó dos hipótesis:

H_0 : no existe diferencia significativa en el atributo de consistencia entre las muestras.

H_1 : si existe diferencia significativa en el atributo de consistencia entre las muestras.

Para su comprobación se utilizó una prueba de intervalos con escala no estructurada (ver apéndice C), 12 jueces evaluaron las 10 corridas experimentales.

Con la primera evaluación sensorial e instrumental se seleccionaron las muestras más firmes y solubles, las mejores muestras para las condiciones del proceso posterior (secado). Una vez obtenido un polvo fino y homogéneo se procedió a realizar la formulación de las cinco muestras en polvos, las cuales fueron sometidas a la segunda evaluación sensorial.

En la segunda etapa (formulación) se evaluó la incidencia de la formulación sobre los atributos de color, sabor y textura de las muestras, donde se planteó por cada atributo dos hipótesis:

H_0 : no existe diferencia significativa en el atributo de color /sabor/ textura entre las muestras.

H_1 : si existe diferencia significativa en el atributo de color /sabor/textura entre las muestras.

Para su comprobación se empleó una prueba de Ordenamiento la misma que es una de las pruebas discriminativas más comúnmente utilizada para determinar el efecto de modificación en las condiciones del proceso sobre la calidad sensorial del producto. Se evaluó cada atributo por separado empleando 20 jueces y para el análisis se manejó las escalas que registran en las TABLAS 7, 8, 9 en donde se ordenaron las muestras de acuerdo a las indicaciones de la ficha de evaluación (ver apéndice D,E,F).

TABLA 7
EVALUACIÓN DEL ATRIBUTO DE COLOR

ESCALA (TABLA NUMERO DE TRATAMIENTOS O MUESTRAS CALIFICADAS)	
MAS OSCURO	-95
	-45
INTERMEDIO	0
	45
MENOS OSCURO	95

Elaborador por: Verónica De la Paz C. 2011

TABLA 8
EVALUACIÓN DEL ATRIBUTO DE SABOR

ESCALA (TABLA NUMERO DE TRATAMIENTOS O MUESTRAS CALIFICADAS)	
MAS AMARGO	-95
	-45
INTERMEDIO	0
	45
MENOS AMARGO	95

Elaborador por: Verónica De la Paz C. 2011

TABLA 9
EVALUACIÓN DEL ATRIBUTO DE TEXTURA

ESCALA (TABLA NUMERO DE TRATAMIENTOS O MUESTRAS CALIFICADAS)	
MAS ARENOSO	-95
	-45
INTERMEDIO	0
	45
MENOS ARENOSO	95

Elaborador por: Verónica De la Paz C. 2011




Del resultado de las evaluaciones realizada a cada atributo por separado se obtuvieron dos muestras que fueron sometidas a la tercera evaluación sensorial.

En la tercera prueba sensorial su objetivo fue medir el grado de preferencia y el nivel de aceptación que existe entre las dos muestra evaluadas. Se utilizó una prueba sensorial Afectiva, la misma que es empleada para conocer la reacción subjetiva de los jueces frente al producto, para la cual se realizó una ficha donde se aplicó una escala gráfica de 3 puntos (Ver apéndice G) con cuarenta y tres niños cuyas edades comprendían entre 5 y 7 años de la Escuela Particular Colinas de la Alborada como jueces no entrenados. Y para su respectivo análisis se manejó una

escala hedónica de tres puntos para determinar si existe preferencia entre las dos muestras. Ver TABLA 10.

Los datos obtenidos en las tres evaluaciones fueron analizados empleando análisis de varianza (ANOVA) y prueba de Tukey para determinar diferencias significativas y diferencia mínima significativa respectivamente. Se definió un α a un nivel 5%. Utilizando un programa de EXCEL.

TABLA 10
ESCALA HEDÓNICA DE TRES PUNTOS

ESCALA HEDONICA DE TRES PUNTOS	
	1
	0
	-1

Elaborador por: Verónica De la Paz C. 2011

2.3 Estimación de Vida Útil

Para estimar la vida útil de la bebida instantánea se consideró como un factor crítico a la actividad de agua (a_w), que es un parámetro que indica la presencia de agua libre o agua disponible dentro de un sistema (alimento), la misma permite que existan reacciones enzimáticas, químicas y desarrollo microbiano que pueden conllevar al deterioro del alimento.

La isoterma de adsorción es la relación que existe a una temperatura constante entre la cantidad de agua adsorbida en el componente y una actividad de agua conocida cuando se encuentra en equilibrio. El desarrollo de las isotermas son importantes para el análisis y diseño de varios procesos que implican cambios en los alimentos tales como: secado, mezclas, empaquetado y almacenamiento, además permiten predecir el intercambio de agua entre un producto y la atmósfera que lo rodea, cual ayuda en la elección del material de empaque.

Existen 3 tipos diferentes de isotermas de adsorción las cuales depende del comportamiento del alimento, si la a_w del producto es bajo tendrá un comportamiento higroscópico, y si los valores

de a_w son altos, el producto tendrá un comportamiento más estable respecto a la humedad ambiental.

Para el desarrollo de la isoterma de adsorción de la bebida instantánea se empleó el método de isopiéstico que es considerado el más práctico ya que permite alcanzar la medida de la humedad relativa en equilibrio con la a_w del sistema, que se formó con un disco de papel aluminio y una bandeja de papel filtro en donde se colocó 10 gramos de la muestra. Todo este sistema fue ingresado en un recipiente plástico hermético de 500 ml. de capacidad que contiene en su interior previamente 100 gramos de sílica gel y una rejilla en la cual fue colocado el sistema. Se lo mantuvo a una temperatura constante de 30°C. por 30min.

Fijado el sistema se procedió a leer la actividad de agua (a_w) utilizando el equipo AquaLab serie 3; para la lectura del peso se usó una balanza analítica de precisión de cuatro dígitos marca KERN modelo ALJ220-4 y por último para obtener la humedad relativa se empleó el humidrímeter marca KERN modelo MLB 50 -3.

La información que se obtuvo fue ingresada al software Water Analyser, donde se observó la gráfica de isoterma adsorción para la bebida instantánea.

Para determinar la humedad crítica que es uno del parámetro que indica cuando un producto se vuelve no apto para el consumo humano, desde el punto de vista microbiológico y sensorial. Para la bebida instantánea se expuso por triplicado las muestras en el equipo de baño maría a una temperatura extrema de 100°C y se tomó registros de la humedad que cada muestra ganó estando expuesta por 10 segundos a estas condiciones, la prueba se repitió hasta que presentaron cambios .

Con la gráfica de la isoterma de sorción que se obtuvo, se procedió con el análisis de la ganancia de humedad que podría tener la bebida instantánea dentro del empaque considerando las condiciones de almacenamiento; se tomó las características ambientales que se presenta en la ciudad de Guayaquil con una humedad relativa del 80%HR y una temperatura ambiente de 30°C. aproximadamente, una vez definido las condiciones para el análisis, se determinó la Humedad de Equilibrio (m_e), Humedad Inicial (m_o) y Humedad Crítica (m_c).

Además se definió un tiempo de vida útil de 360 días para este producto en la presentación de 500 gramos. Para determinar el tipo de material que se necesita para el empaque, se utilizó la ecuación 3 para obtener la permeabilidad de la bebida instantánea.

Ec. 3

$$\theta = \frac{\ln r}{\left(\frac{k}{x}\right) \times \left(\frac{A}{W_s}\right) \times \left(\frac{P_D}{b}\right)}$$

CAPÍTULO 3

3. OPTIMIZACIÓN.

El modelo matemático está formado por una función objetivo y un conjunto de restricciones, las mismas que son expresadas en forma de un sistema de ecuaciones e inecuaciones, para así poder en base a los resultados obtenidos determinar la cantidad óptima que se debe asignar de los recursos utilizados. Para este proyecto es importante maximizar la cantidad de gramos de proteínas que puede tener la bebida instantánea elaborada para escolares sin variar sus características organolépticas y sensoriales. Se empleó el programa Solver de EXCEL de Microsoft Office Professional Plus 2010 versión: 14.0.4760.1000

3.1 Cálculo del Aporte Nutricional de la Mezcla.

El valor energético se expresa en kJ o Kcal por 100 g. o por 100ml., la información de proteínas, grasas, carbohidratos se expresan gramos por cada 100 gramos o por 100ml de porción comestibles.

Macronutrientes:

Proteínas.- se calcula utilizando el método de Kjeldahl, el mismo que tiene como objetivo determinar la concentración de nitrógeno total presente en el alimento y luego multiplicado por el factor para transformarlo en proteína.

$$\% N = \frac{14 \times N \times V \times 100}{m \times 1000}$$

Ec. 4

$$\% \text{ Proteína} = \frac{14 \times N \times V \times 100 \times \text{factor}}{m \times 1000}$$

Ec. 5

Grasas.- La grasa total es la suma de todas las fracciones liposolubles del alimento (fosfolípidos, esteroides, triglicéridos...). Se determinó la cantidad de grasas presente en la mezcla final basándose en la Norma Técnica Ecuatoriana 0300:1980.

Carbohidratos.- Son sustancias naturales compuestas de carbono, hidrógeno y oxígeno que pueden ser digeridos por las

enzimas humanas, se absorbe y participan en el metabolismo. Se determinó la cantidad de gramos presente de carbohidrato en la mezcla final por diferencia, considerando una muestra de 100gramos restando la cantidad de proteínas, grasas, fibras, humedad y cenizas que fueron anteriormente determinadas.

Para determinar el aporte nutricional de la bebida instantánea se empleó los datos obtenidos anteriormente por el laboratorio de PROTAL - ESPOL (ver tabla 17) y la información proporcionada en la Tabla de composición de los Alimentos Ecuatorianos (ver apéndice B).

Se utilizó la siguiente fórmula para calcular el aporte nutricional en Kilocalorías que proporcionan cada uno de los macronutrientes de este producto.

$$A = \left(\frac{C*P}{100} \right) * V_e$$

Ec. 6

Luego se realiza la sumatorio obteniendo así las Kilocalorías presente.

$$AT = \sum_{i=1}^n \left(\left(\frac{Ci * Pi}{100} \right) * V_{ei} \right)$$

Ec. 7

TABLA 11
FACTORES DE CONVERSIÓN (V_{ei}) PROPUESTO
POR LA FAO

PROTEINAS	4 kcal/g	17 KJ/g
GRASAS	9 Kcal/g	37 KJ/g
CARBOHIDRATOS	4 Kcal/g	17 KJ/g

3.2 Definición de las Variables y Restricciones

Variables: $\chi_1, \chi_2, \dots, \chi_n$ Significan las disposiciones que se pueden tomar para cambiar el valor de la función objetivo.

Restricciones: Son las condiciones que ciertas variables se encuentran en la obligación de cumplirlas. Existen restricción de necesidad, disponibilidad, requerimiento, no negatividad.

3.3 Definición de la función objetivo

La función objetivo es la relación matemática entre los parámetros, variable de decisión y el objetivo del sistema que se desea

optimizar (maximizar o minimizar). La función objetivo para la bebida instantánea es maximizar la cantidad de proteínas presente sin cambiar sus características sensoriales.

$$Z = f \chi_1 \chi_2 = a_1 \chi_1 + a_2 \chi_2 + \dots + a_n \chi_n$$

Ec. 8

$$Z_{MAX} = 0.0857 \chi_1 + 0.4823 \chi_2$$

3.4 Optimización de la mezcla

La bebida instantánea está formada por harina de soja baja en grasa y arroz en polvo, se dispone de 1 kilogramo de cada una, en donde se estableció un modelo para 100 gramos de mezcla y se definió como las variables;

χ_1 = arroz en polvo y

χ_2 = harina de soja baja en grasa.

Las variables χ_1 y χ_2 anteriormente definidas se encuentran sujetas a las siguientes restricciones:

- Se requiere un mínimo de 50% de harina de arroz.
- se acepta un máximo de 50 % de la harina de soja baja en grasa presente en la mezcla, por motivos organolépticos,
- Calcio: un máximo de 700mg. y mínimo de 100mg.
- Hierro: máximo de 8.9mg y mínimo de 2 mg.
- Tiamina (B1): máximo de 1.8mg y un mínimo 0.2mg.
- Riboflavina (B2): máximo de 1.8 mg y un mínimo de 0.2mg.
- Se necesita un aporte mínimo de 320 Kcal
- Proteínas: mínimo 16g
- Grasas: máximo 4g
- Carbohidratos: mínimo 50g
- El costo de 100 gramos de la mezcla no puede exceder de 50 centavos.

TABLA 12

TABLA NUTRICIONAL DE LOS INGREDIENTES PRINCIPALES

	CALCIO	HIERRO	TIAMINA (B1)	RIBOFLAVINA (B2)	PROTEINA	GRASA	CARBOHIDRATOS
ARROZ EN POLVO	205 mg	9mg	0.7mg	0.28mg	8,57%	0,21%	71,87%
HARINA DE SOJA BAJA EN GRASA	12mg	0.7mg	0.06mg	0.04mg	48.23%	0.95%	33.22%

Elaborador por: Verónica De la Paz C. 2011

Función Objetivo:

$$Z_{\text{MAX}} = 0.0857 \chi_1 + 0.4823 \chi_2$$

Ec. 8**Restricciones expresadas en ecuaciones:**

- $\chi_1, \chi_2 > 0$ y
- $\chi_1 + \chi_2 = 100$

Proteínas:	$0.0857 \chi_1 +$	$0.4823 \chi_2$	$>$	16
Grasas:	$0.0021 \chi_1 +$	$0.0095 \chi_2$	$<$	4
Carbohidratos:	$0.718 \chi_1 +$	$0.3322 \chi_2$	$>$	50
Calcio:	$2,05 \chi_1 +$	$0.12 \chi_2$	$>$	100
Hierro:	$0.09 \chi_1 +$	$0.007 \chi_2$	$>$	0.001
Tiamina (B1):	$0.007 \chi_1 +$	$0.0006 \chi_2$	$>$	0.102
Riboflavina (B2):	$0.0028 \chi_1 +$	$0.0004 \chi_2$	$>$	0.02
Costo:	$0.0014 \chi_1 +$	$0.001 \chi_2$	$<$	0.5

CAPÍTULO 4

4. RESULTADOS.

En el presente capítulo se expone los resultados obtenidos durante el proceso de elaboración de la bebida instantánea detallados en los capítulos dos y tres.

4.1 Características Físico – Químicas del Producto Final.

Después de haber analizado todas las muestras que pasaron por las distintas pruebas descritas anteriormente, se determinó que la mezcla final tiene las siguientes características:

Densidad (ρ) y Granulometría: La mezcla en polvo tiene una densidad de $0,788\text{g/cm}^3$ o 788 kg/m^3 y es un polvo muy fino que presenta una granulometría con un D_p (mm) de 0,5391 detallado en tabla 13.

TABLA 13
GRANULOMETRÍA: PRODUCTO FINAL

MASA RETENIDA								
CLASE	MALLA	EN GR.	ΔX_1	X_1	DPrup (mm)	DP (mm)	$\Delta X_1/DP$	DP (mm)
1	50	18,2	0,19	1	0,297	0,2535	0,744	0,5391
2	70	5,9	0,06	0,81	0,21	0,1795	0,341	
3	100	4,9	0,05	0,75	0,149	0,127	0,400	
4	140	3,2	0,03	0,70	0,105	0,0895	0,371	
5	200	0,3	0,00	0,67	0,074			
SUMA		32,5	1				1,855	

Elaborador por: Verónica De la Paz C. 2011

Los resultados físico – químicos y microbiológicos que se encuentran expuestos en la tabla 14 fueron realizados en el laboratorio certificado de PROTAL ESPOL, de la cual se puede destacar que la bebida instantánea posee un 20,18% de proteínas presente por cada 100 gramos del producto y proporciona 372,17 Kcal. Además tiene humedad de 4,89% y un valor < 10 UFC/g de Levaduras y mohos.

TABLA 14
CARACTERÍSTICAS FÍSICO – QUÍMICAS, MICROBIOLÓGICAS Y
NUTRICIONALES DE LA BEBIDA INSTANTÁNEA

PARÁMETROS FÍSICO - QUÍMICOS	
HUMEDAD (%)	4.89 ± 0.05
PROTEÍNA(%)	20,18
GRASA (%)	0,73
FIBRA (%)	0,0
CENIZAS (%)	2.98 ± 0.06
PARÁMETROS NUTRICIONALES	
PROTEÍNA(%)	20,18
GRASA (%)	0,73
CARBOHIDRATOS TOTALES(%)	71,22
ENERGÍA (KCAL/100g)	372,17
PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS	
Levaduras y Mohos (UFC/g)	< 10
Coliformes Totales (NMP/g)	< 3
Bacilus Cerius	< 10

Elaborador por: Verónica De la Paz C. 2011

Índice de Solubilidad: esta es una de las variables de respuesta, importantes para analizar el diseño experimental propuesto. Se determinó por observación de 10 mezcla pre cocida a nivel. De este análisis se obtuvo los resultados que se encuentran en la tabla 15, expresados con una escala de 1 poco soluble y 3 muy soluble.

TABLA 15
RESPUESTA DE SOLUBILIDAD (Y1)

CODIGO	SOLUBILIDAD (Y1)
345	3
435	3
432	2
545	1
609	2
791	3
849	2
867	2
900	2
971	1

Elaborador por: Verónica De la Paz C. 2011

La solubilidad de la formulación final se realizó de acuerdo al procedimiento detallado en el capítulo dos por triplicado, donde dio que el I.A.A. del producto elaborado es del 63,03%. Ver tabla 16.

TABLA 16
PROPIEDADES FUNCIONALES DEL ALMIDÓN DE LA MEZCLA
EN POLVO

PROPIEDADES FUNCIONALES DEL ALMIDÓN MEZCLA EN POLVO	
INDICE DE SOLUBIDAD EN AGUA I.S.A	63,03%
INDICE DE ADSORCIÓN EN AGUA I.A.A	5,04
PODER HINCHAMIENTO PH	13,64

Elaborador por: Verónica De la Paz C. 2011

Consistencia (Método instrumental): por este método se obtuvo como resultados a las muestras 435, 791, 849,867 y 345 que tienen una consistencia más firme y menos fluidas, la muestra 545 a pesar de que es una muestra espesa presenta separación después de un tiempo corto, como ocurre con las muestras 900, 432 y 971. Ver tabla 17,

TABLA 17
RESULTADOS CONSISTENCIA (Y2´) POR MÉTODO
INSTRUMENTAL

CODIGO	CONSISTENCIA (Y2´)
345	0,9
435	0
432	1,25
545	0
609	1,9
791	0
849	0
867	0
900	1,3
971	10,5

Elaborador por: Verónica De la Paz C. 2010

4.2 Descripción del Proceso de Obtención del Polvo Instantáneo.

Pesar y Mezclar: Se pesa tanto la harina de soja baja en grasa y la del arroz en una relación entre ellas de 1:1 y luego se mezcla

con agua que se encuentra a una temperatura entre 40 a 45°C. en una relación de 3:1.

Pre cocción: la mezcla obtenida de harina de soja baja en grasa, harina de arroz y agua, se la expone a un baño María a 78°C. por 6 min, de esta manera se tiene una masa homogénea que posteriormente pasa al secador.

Secado: Se coloca 780 gramos de la masa homogénea en total en las cuatro bandejas del secador, previamente instalado el sistema, con una velocidad del aire (m/s) de 0,45 +/- 0,05, la humedad relativa de 13,78 +/- 0,4 y Temperatura (°C) 50 +/- 0,3. La masa homogénea fue expuesta a este proceso por 8 horas hasta conseguir un peso constante, en este caso se obtuvo 165.053 gramos de masa totalmente seca, con un 4,89 % de humedad.



FIG. 4.2(a) PANEL DE CONTROL DEL SECADOR FIG. 4.2(b) MUESTRA FINAL 345 EN EL SECADOR

TABLA 18
PARÁMETROS DEL SECADO

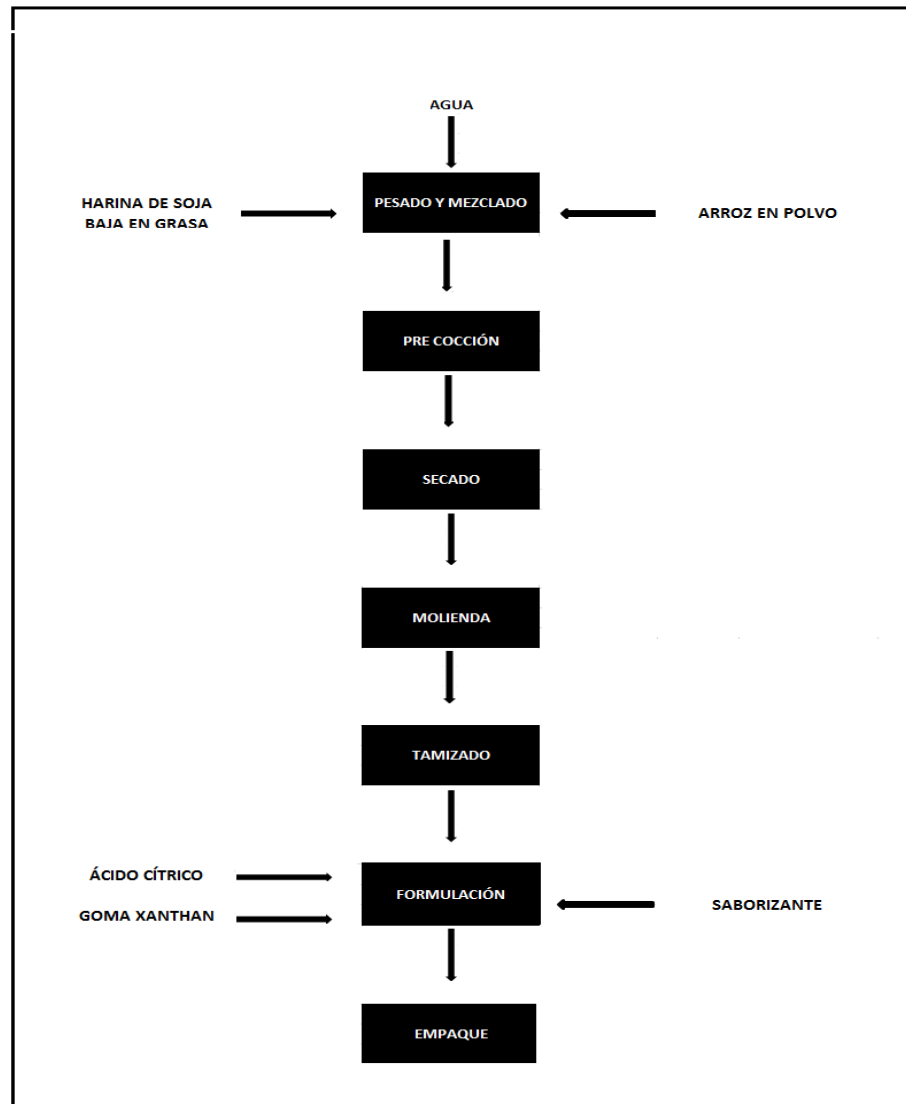
PARÁMETROS DE SECADO	
ÁREA DE SECADO POR BANDEJA (m ²)	0,423
TEMPERATURA AMBIENTE (°C)	28 ± 0,3
HUMEDAD RELATIVA DE AMBIENTE (%HR)	80,00%
TEMPERATURA SECADOR (°C)	50 ± 0,3
HUMEDAD RELATIVA DE SALIDA SECADOR (%HR)	13,78± 0,4
TIEMPO DE SECADO (MINUTOS)	480
AGUA PERDIDA DURANTE EL SECADO (%)	75,18%

Elaborador por: Verónica De la Paz C. 2011

Molienda y Tamizado: La masa seca obtenida en el proceso anterior es ingresada en un molino hasta obtener un polvo fino, que luego pasa por un juego de tamices para estandarizar así su granulometría.

Formulación: Con la mezcla en polvo tamizada se formuló el producto con los demás ingredientes: azúcar, saborizante, ácido cítrico, goma Xanthan, logrando así tener la mezcla final, lista para ser reconstituida.

Empaque: La mezcla final de la bebida instantánea es envasada en porciones de 500 gramos.

DIAGRAMA DE FLUJO:**FIGURA 4.3 DIAGRAMA DE FLUJO**

En cada una de las etapas se realizó un balance de materia, para determinar de esta manera el rendimiento del proceso, en la etapa de mezclado no se presenta pérdida, al seguir a la cocción se

puede apreciar una pérdida de un 7,05% la misma que corresponde a la merma que se queda adherida a las paredes de la recipiente donde se realizó la cocción, así un 92,95 % de la mezcla que pasa al secador, siendo esta una de las etapa importante de proceso, donde se logra eliminar un 75,18% de humedad y da un 24,82% de la mezcla, la cual sigue a la etapa de molienda y tamizado presentando un 5,59% de merma, quedando un rendimiento total del proceso del 90,64%, ver TABLA 19.

TABLA 19
RENDIMIENTO DEL PROCESO

RENDIMIENTO DEL PROCESO	
ETAPA	PORCENTAJE %
MEZCLADO	100%
PRE COCCIÓN	92,95%
SECADO	24,82%
MOLIENDA Y TAMIZADO	94,41%
PROCESO GLOBAL	90,64%

Elaborador por: Verónica De la Paz C. 2011

4.3 Análisis de las Pruebas Sensoriales

Los resultados obtenidos fueron los que se detallan a continuación:

Prueba con escala no Estructurada.- Con los resultados obtenidos en esta evaluación (ver tabla 21) se empleó ANOVA, donde se obtuvo el valor F de las muestras y de los jueces, siendo el 33.31 y 12.59 respectivamente (ver tabla 20), como anteriormente se definió un nivel $\alpha = 0.05$. Se comparó el valor F obtenido por cálculo con el valor F crítico que se lo encuentra en la tabla 92 Variance Ratios (F), (ver apéndice H) que da 3.10 y 2.82 que corresponde a las muestras y a los jueces respectivamente. Por lo que se concluye que se rechaza la hipótesis nula a favor a la hipótesis alternativa que indica que si existe diferencia significativa en la consistencia entre las muestras.

TABLA 20
ANÁLISIS DE VARIANZA (ANOVA) DE LA CONSISTENCIA DE
LA MUESTRAS

FUENTE DE VARIANZA	DF	SS	MS	VALOR F
MUESTRAS	9	1036,66	115,18	33,31
JUECES	11	478,88	43,53	12,59
ERROR	99,00	342,37	3,46	
TOTAL	119,00	1857,91		

Elaborador por: Verónica De la Paz C. 2011

TABLA 21

TABLA DE RESULTADOS: PRUEBA NO ESTRUCTURADA

	345	545	609	435	432	791	849	867	900	971
1	13,50	9,30	12,60	13,30	10,60	13,60	13,40	13,50	12,40	13,50
2	9,00	3,80	6,40	7,30	9,30	10,70	13,50	12,40	6,30	1,40
3	8,80	4,00	7,40	8,40	7,50	10,90	10,30	8,20	6,70	3,10
4	13,50	2,80	12,60	13,50	7,80	13,60	13,00	13,50	6,30	13,50
5	7,00	1,80	4,70	9,30	5,50	8,90	12,20	11,00	3,20	1,20
6	6,90	4,40	6,20	12,40	9,70	13,40	12,40	9,70	6,10	2,20
7	9,60	3,50	5,60	11,50	10,50	12,60	13,00	12,50	3,10	1,00
8	6,90	3,70	4,80	9,90	7,40	13,50	13,00	13,50	2,60	1,00
9	4,50	2,50	3,40	6,10	3,70	8,90	8,30	11,20	4,30	3,00
10	4,30	2,40	3,40	9,10	4,70	12,20	9,60	12,50	2,00	1,20
11	5,30	4,00	4,50	7,70	5,50	9,60	9,20	10,00	3,00	2,80
12	5,40	2,60	6,50	7,00	6,00	9,50	8,40	12,20	3,40	2,50

Elaborador por: Verónica De la Paz C. 2011

Como si existe diferencia significativa entre las muestras, se procedió con la prueba de Tukey, donde se obtuvo una diferencia de 2.10 entre las cuatro primeras muestras 867, 791, 849 y 435 siendo significativamente más firmes que las muestras 345, 432, 609, 900, 971, 545 .

Las muestras seleccionadas para continuar en el proceso considerando la separación que presentaron las muestras 609, 432, 900, 971 y 545 tiempo después de la pre-cocción, quedando así como muestras más firmes y estables la 867, 791, 849, 435 y

345; a pesar que esta última presenta diferencia significativa con las primeras pero analizándola con respecto a las cinco últimas, es una muestra que tiene una consistencia firme y no presenta separación.

Prueba de ordenamiento.- Se empleó esta prueba para evaluar color, sabor y textura,

Color

En la tabla 22 están expuestos los resultados obtenidos de la prueba de Ordenamiento donde se evaluó el color de la muestras. Con estos resultados se realizó el análisis de varianza donde se obtuvo el valor F de las muestras y de los jueces siendo 1.00 y 0.00 respectivamente (ver tabla 23), los cuales fueron comparado con el valor F crítico de la tabla (ver apéndice H) que dio 2.50 y 1.72 respectivamente. No se rechaza H_0 a favor de H_1 , por lo tanto, no existe diferencia significativa en cuanto al color.

TABLA 22
TABLA DE RESULTADOS: PRUEBA DE ORDENAMIENTO
DEL ATRIBUTO DE COLOR

	345	435	791	849	867
1	45,00	0,00	95,00	-45,00	-95,00
2	45,00	0,00	95,00	-95,00	-45,00
3	95,00	0,00	45,00	-45,00	-95,00
4	45,00	-95,00	95,00	0,00	-45,00
5	45,00	-95,00	95,00	-45,00	0,00
6	95,00	45,00	0,00	-95,00	-45,00
7	45,00	-95,00	95,00	0,00	-45,00
8	45,00	-95,00	95,00	-45,00	0,00
9	45,00	-95,00	95,00	-45,00	0,00
10	95,00	-95,00	45,00	-45,00	0,00
11	45,00	-95,00	95,00	0,00	-45,00
12	95,00	45,00	0,00	-95,00	-45,00
13	45,00	-95,00	95,00	0,00	-45,00
14	95,00	0,00	45,00	-45,00	-95,00
15	95,00	0,00	45,00	-45,00	-95,00
16	95,00	0,00	45,00	-95,00	-45,00
17	95,00	-45,00	45,00	0,00	-95,00
18	45,00	-95,00	-45,00	95,00	0,00
19	45,00	-95,00	95,00	-45,00	0,00
20	-95,00	-45,00	95,00	45,00	0,00

Elaborador por: Verónica De la Paz C. 2011

TABLA 23
ANÁLISIS DE VARIANZA (ANOVA) DEL ATRIBUTO DE
COLOR

FUENTE DE VARIANZA	DF	SS	MS	VALOR F
MUESTRAS	4	248712,50	62178,13	1,00
JUECES	19	0,00	0,00	0,00
ERROR	76,00	4725537,50	62178,13	
TOTAL	99,00	4974250,00		

Elaborador por: Verónica De la Paz C. 2011

Sabor

Con los resultados que se muestran en la tabla 24, que fueron obtenidos en la evaluación sensorial sobre el sabor, se realizó el análisis de varianza donde se obtuvo el valor F de las muestras y de los jueces siendo 1.00 y 0.00 respectivamente (ver tabla 25), los cuales fueron comparado con el valor F crítico de la tabla (ver apéndice H) que dio 2.50 y 1.72 respectivamente. No se rechaza H_0 a favor de H_1 , por lo tanto, no existe diferencia significativa en cuanto al sabor.

TABLA 24
TABLA DE RESULTADOS: PRUEBA DE ORDENAMIENTO
DEL ATRIBUTO DE SABOR

	345	435	791	849	867
1	95	0	-95	45	-45
2	95	45	-95	0	-45
3	-45	45	95	-95	0
4	95	0	45	-45	-95
5	95	0	45	-45	-95
6	-45	45	95	0	-95
7	95	-45	-95	45	0
8	95	-45	0	45	-95
9	-95	45	95	-45	0
10	-95	95	45	0	-45
11	45	-95	95	0	-45
12	-95	45	95	0	-45
13	-95	45	95	0	-45
14	0	-95	95	45	-45
15	45	0	95	-45	-95
16	95	45	-95	-45	0
17	95	45	-95	0	-45
18	0	45	95	-95	-45
19	45	95	0	-45	-95
20	95	0	-95	45	-45

Elaborador por: Verónica De la Paz C. 2011

TABLA 25
ANÁLISIS DE VARIANZA (ANOVA) DEL ATRIBUTO DE
SABOR

FUENTE DE VARIANZA	DF	SS	MS	VALOR F
MUESTRAS	4	82082,50	20520,63	1,00
JUECES	19	0,00	0,00	0,00
ERROR	76,00	1559567,50	20520,63	
TOTAL	99,00	1641650,00		

Elaborador por: Verónica De la Paz C. 2011

Textura

Los resultados obtenidos en esta evaluación sensorial, donde se evaluó la textura están expuestos en la tabla 26. Con esta información se realizó el análisis de varianza donde se obtuvo el valor F de las muestras y de los jueces siendo 1.00 y 0.00 respectivamente (ver tabla 27), los cuales fueron comparado con el valor F crítico de la tabla (ver apéndice H) que dio 2.50 y 1.72 respectivamente. No se rechaza H_0 a favor de H_1 , por lo tanto, no existe diferencia significativa en cuanto a la textura.

TABLA 26

**TABLA DE RESULTADOS: PRUEBA DE ORDENAMIENTO
DEL ATRIBUTO DE TEXTURA**

	849	435	867	345	791
1	-95,00	-45,00	95,00	45,00	0,00
2	0,00	-45,00	-95,00	95,00	45,00
3	95,00	-45,00	-95,00	0,00	45,00
4	95,00	-45,00	-95,00	45,00	0,00
5	95,00	-95,00	-45,00	0,00	45,00
6	95,00	-45,00	-95,00	45,00	0,00
7	95,00	-95,00	-45,00	0,00	45,00
8	95,00	-45,00	-95,00	45,00	0,00
9	95,00	-45,00	-95,00	0,00	45,00
10	95,00	-95,00	-45,00	45,00	0,00
11	95,00	45,00	-95,00	-45,00	0,00
12	95,00	0,00	-95,00	45,00	-45,00
13	95,00	-95,00	-45,00	0,00	45,00
14	95,00	0,00	-95,00	-45,00	45,00
15	95,00	-45,00	-95,00	45,00	0,00
16	-95,00	-45,00	95,00	45,00	0,00
17	95,00	0,00	-95,00	45,00	-45,00
18	95,00	-45,00	0,00	-95,00	45,00
19	95,00	-45,00	-95,00	0,00	45,00
20	95,00	0,00	-95,00	45,00	-45,00

Elaborador por: Verónica De la Paz C. 2011

Tabla 27
ANÁLISIS DE VARIANZA (ANOVA) DEL ATRIBUTO DE
TEXTURA

FUENTE DE VARIANZA	DF	SS	MS	VALOR F
MUESTRAS	4	221132,50	55283,13	1,00
JUECES	19	0,00	0,00	0,00
ERROR	76,00	4201517,50	55283,13	
TOTAL	99,00	4422650,00		

Elaborador por: Verónica De la Paz C. 2011

Prueba Sensorial Afectiva: Escala hedónica

La presente prueba fue realizada con niños en edad escolar a quienes va dirigido este producto con el fin de conocer su preferencia entre las dos muestras 791 y 345, y el nivel de aceptación de las mismas. A continuación en la tabla 28 se presenta los resultados obtenidos, con los cuales se realizó el análisis por el método de t de student, ver resultados en tabla 29, donde se obtuvo un valor t de 21.41, el mismo que fue comparado con el valor t crítico de la tabla probabilidades del valor más alto de t no significativo (ver apéndice J) que indica un valor de 2.021, siendo menor se puede indicar que si hay preferencia significativa entre la dos muestras evaluadas.

TABLA 28
TABLA DE RESULTADOS: PRUEBA SENSORIAL
AFECTIVA

	345	791
1	1	1
2	1	1
3	1	1
4	1	1
5	1	1
6	1	1
7	1	1
8	1	1
9	1	0
10	1	0
11	1	1
12	1	0
13	1	1
14	1	0
15	1	1
16	1	1
17	1	1
18	1	0
19	1	0
20	1	0
21	1	1
22	-1	-1
23	1	0
24	1	1
25	1	1
26	1	1
27	1	1
28	1	1
29	1	1
30	1	1
31	1	1
32	1	1
33	1	0
34	1	1
35	1	1
36	1	0
37	1	0
38	1	1
39	1	1
40	1	1
41	1	1
42	1	1
43	1	0

Elaborador por: Verónica De la Paz C. 2011

TABLA 29

TABLA DE RESULTADOS PARA OBTENER VALOR t

D [*] =	0,28
S =	0,084
n =	42
T =	21,41
Valor t de la tabla (se usa el 5% de significancia - 0.05)	2,021

Elaborador por: Verónica De la Paz C. 2011

4.4 Análisis de estimación de vida útil

La isoterma de adsorción que se obtuvo presenta una forma de una S alargada (ver figura 4.4), debido a su alto contenido de almidón. Ver datos en apéndice I.

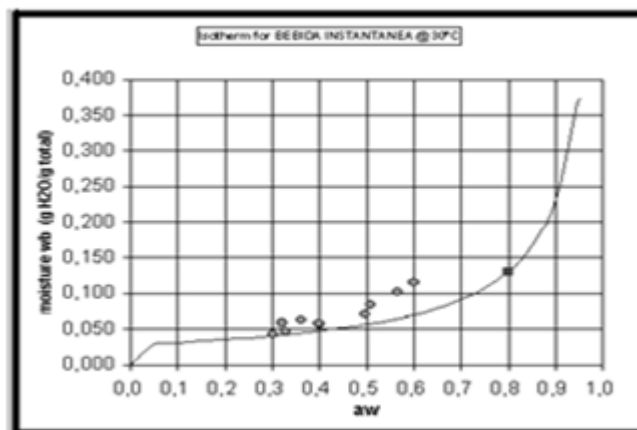


FIGURA 4.4 ISOTERMA DE ABSORCIÓN BEBIDA INSTANTÁNEA

Para determinar la humedad de equilibrio, se utilizó la tabla Psicométrica (ver apéndice J), con una temperatura de 30°C, humedad relativa 80%, y con la temperatura de secado de 50°C. se obtuvo una humedad relativa de 0.30. Con la HR obtenida se ingresó a la gráfica de isoterma de la bebida instantánea y se determinó que la humedad de equilibrio para este producto es x^* fue de 0.0048 g de H₂O/ g totales, con un índice de correlación R² de 0,9344 que es un nivel confianza aceptable y el valor de la monocapa del modelo GAB es 0,0300g g de H₂O/ g sólidos.

Para la obtención de la isoterma de sorción, la muestra fue expuesta a una temperatura extrema, con los datos registrados en el apéndice N, se obtuvo la figura 4.5

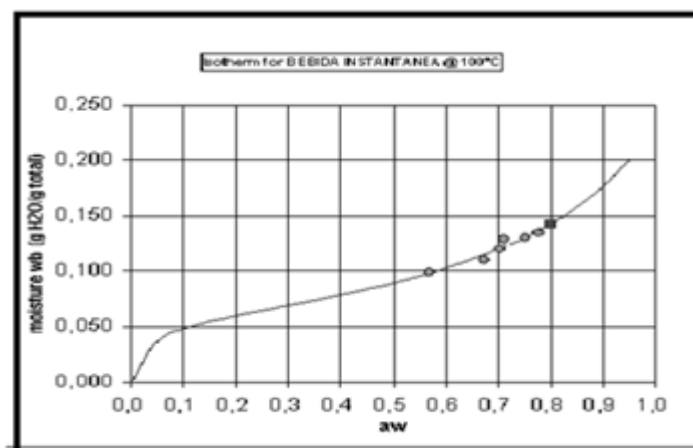
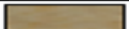
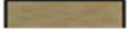
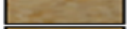




FIGURA 4.5 ISOTERMA DE SORCIÓN DE LA BEBIDA INSTANTÁNEA

Donde registra una monocapa del modelo GAB 0,0614 g H₂O / g sólido y un coeficiente de correlación R² de 0,91205.

En la tabla 30 están registrados los resultados, donde indica que a una humedad 11.52% y con una aw de 0,711 la bebida instantánea presenta un ligero cambio de color y a una humedad de 11,89% presenta un cambio total de color volviéndose desagradable, por lo que se consideró como humedad crítica para este producto 11,52%.

TABLA 30
TABLA DE RESULTADOS DE PRUEBA PARA
DETERMINAR HUMEDAD CRÍTICA

	COLOR	TIEMPO			OBSERVACIÓN
		SEGUNDO	HR%	AW	
1(PATRON)		10	9,00	0,669	
2		20	9,83	0,673	No cambio de color ni Apelmazamiento
3		30	10,68	0,704	No cambio de color ni Apelmazamiento
4		40	11,52	0,711	Inicio de cambio de color + Apelmazamiento
5		50	11,89	0,751	Cambio total color + Apelmazamiento

Con la información del apéndice K, y con un el tiempo de 360 días de vida útil definido anteriormente, se empleó la ecuación 3 donde se obtuvo una permeabilidad de $2,89 * 10^{-4}$ g H₂O/ día m² mmHg,

por lo que la bebida instantánea necesita un empaque elaborado a base polietileno, aluminio, adhesivo y polipropileno.

4.5 Análisis de sensibilidad de la optimización

El análisis de sensibilidad del modelo planteado para optimizar, maximizando la cantidad de proteínas presente en 100 gramos de la bebida instantánea, mostró que la cantidad presente de ambas harinas debe ser 50 gramos de arroz en polvo y 50 gramos de harina de soja baja en grasa, para así obtener nivel de proteínas por encima del requerimiento y calidad sensorial aceptable.

TABLA 31
INFORME DE RESPUESTA DE SOLVER

Microsoft Excel 12.0 Informe de respuestas					
Hoja de cálculo: BEBIDA INSTANTÁNEA					
Informe creado: 7/23/2012 11:03:47 AM					
Celda objetivo (Máximo)					
Celda	Nombre	Valor original	Valor final		
\$D\$25	VALOR(GR) Z(MAX PROTEINAS)	0	28,4		
Celdas cambiantes					
Celda	Nombre	Valor original	Valor final		
\$B\$25	VALOR(GR) HARINA DE ARROZ (X1)	0	50		
\$C\$25	VALOR(GR) HARINA DE SOJA BAJA GRASA (X2)	0	50		
Restricciones					
Celda	Nombre	Valor de la celda	Fórmula	Estado	Divergencia
\$D\$12	CANTIDAD GRAMOS PROTEINA FORMULA	28,4	\$D\$12>=\$F\$12	Opcional	12,4
\$D\$13	CANTIDAD GRAMOS CARBOHIDRATO FORMULA	52,545	\$D\$13>=\$F\$13	Opcional	2,545
\$D\$14	CANTIDAD GRAMOS CALCIO FORMULA	108,5	\$D\$14>=\$F\$14	Opcional	8,5
\$D\$15	CANTIDAD GRAMOS HIERRO FORMULA	4,85	\$D\$15>=\$F\$15	Opcional	4,849
\$D\$16	CANTIDAD GRAMOS TIAMINA(B1) FORMULA	0,38	\$D\$16>=\$F\$16	Opcional	0,278
\$D\$17	CANTIDAD GRAMOS RIBOFLAVINA (B2) FORMULA	0,16	\$D\$17>=\$F\$17	Opcional	0,14
\$D\$18	CANTIDAD DE KILOCALORIAS FORMULA	329	\$D\$18>=\$F\$18	Opcional	9
\$D\$19	CANTIDAD GRAMOS HARINA DE SOJA BAJA GRASA FORMULA	50	\$D\$19<=\$F\$19	Obligatorio	0
\$D\$20	CANTIDAD GRAMOS GRASA FORMULA	0,58	\$D\$20<=\$F\$20	Opcional	3,42
\$D\$21	TOTAL GRAMOS FORMULA	100	\$D\$21=\$F\$21	Opcional	0

Elaborador por: Verónica De la Paz C. 2011

TABLA 32
INFORME DE CONFIDENCIALIDAD DE SOLVER

Microsoft Excel 14.0 Informe de confidencialidad
Hoja de cálculo: BEBIDA INSTANTÁNEA
Informe creado: 01/08/2012 15:34:42

Celdas de variables

Celda	Nombre	Final Valor	Reducido Degradado
\$B\$25	VALOR(GR) HARINA DE ARROZ (X1)	50	0
\$C\$25	VALOR(GR) HARINA DE SOJA BAJA GRASA (X2)	50	0

Restricciones

Celda	Nombre	Final Valor	Lagrange Multiplicador
\$D\$12	CANTIDAD GRAMOS PROTEINA FORMULA	28,40	0,000
\$D\$13	CANTIDAD GRAMOS CARBOHIDRATO FORMULA	52,55	0,000
\$D\$14	CANTIDAD GRAMOS CALCIO FORMULA	108,50	0,000
\$D\$15	CANTIDAD GRAMOS HIERRO FORMULA	4,85	0,000
\$D\$16	CANTIDAD GRAMOS TIAMINA(B1) FORMULA	0,38	0,000
\$D\$17	CANTIDAD GRAMOS RIBOFLAVINA (B2) FORMULA	0,16	0,000
\$D\$18	CANTIDAD DE KILOCALORIAS FORMULA	329,00	0,000
\$D\$19	CANTIDAD GRAMOS HARINA DE SOJA BAJA GRASA FORMULA	50,00	0,397
\$D\$20	CANTIDAD GRAMOS GRASA FORMULA	0,58	0,000
\$D\$21	TOTAL GRAMOS FORMULA	100,00	0,086
\$D\$22	COSTO FORMULA	0,12	0,000

Elaborador por: Verónica De la Paz C. 2011

TABLA 33
INFORME DE SENSIBILIDAD DE SOLVER

Microsoft Excel 12.0 Informe de sensibilidad
Hoja de cálculo: BEBIDA INSTANTÁNEA
Informe creado: 7/23/2012 11:03:47 AM

Celdas cambiantes

Celda	Nombre	Valor Igual	Gradiente reducido	Coefficiente objetivo	Aumento permisible	Aumento permisible
\$B\$25	VALOR(GR) HARINA DE ARROZ (X1)	50	0	0,0857	0,3966	1E+30
\$C\$25	VALOR(GR) HARINA DE SOJA BAJA GRASA (X2)	50	0	0,4823	1E+30	0,3966

Restricciones

Celda	Nombre	Valor Igual	Sombra precio	Restricción lado derecho	Aumento permisible	Aumento permisible
\$D\$12	CANTIDAD GRAMOS PROTEINA FORMULA	28,4	0	16	12,4	1,0E+30
\$D\$13	CANTIDAD GRAMOS CARBOHIDRATO FORMULA	52,545	0	50	2,545	1,0E+30
\$D\$14	CANTIDAD GRAMOS CALCIO FORMULA	108,5	0	100	8,5	1,0E+30
\$D\$15	CANTIDAD GRAMOS HIERRO FORMULA	4,85	0	0,001	4,849	1,0E+30
\$D\$16	CANTIDAD GRAMOS TIAMINA(B1) FORMULA	0,38	0	0,102	0,278	1,0E+30
\$D\$17	CANTIDAD GRAMOS RIBOFLAVINA (B2) FORMULA	0,16	0	0,02	0,14	1,0E+30
\$D\$18	CANTIDAD DE KILOCALORIAS FORMULA	329	0	320	9	1,0E+30
\$D\$19	CANTIDAD GRAMOS HARINA DE SOJA BAJA GRASA FORMULA	50	0,3966	50	4,404145078	31,26575895
\$D\$20	CANTIDAD GRAMOS GRASA FORMULA	0,58	0	4	1E+30	3,42
\$D\$21	TOTAL GRAMOS FORMULA	100	0,0857	100	1628,571429	2,780781709

Elaborador por: Verónica De la Paz C. 2011

Con las restricciones planteadas en el modelo matemático se obtuvo una solución óptima de relación 1:1 de X1 y X2, además el combinar la harina de soja baja en grasa y el arroz en polvo en diferentes proporciones a la óptima aún es posible obtener un producto con el que se consigue cumplir con los requerimientos planteados por el PAE.

TABLA 34
INFORME DE LÍMITE DE SOLVER

Microsoft Excel 14.0 Informe de límites							
Hoja de cálculo: BEBIDA INSTANTÁNEA							
Informe creado: 01/08/2012 15:34:42							
		Objetivo					
Celda	Nombre	Valor					
\$D\$25	VALOR(GR) Z(MAX PROTEINAS)	28,4					
		Variable	Inferior	Objetivo	Superior	Objetivo	
Celda	Nombre	Valor	Límite	Resultado	Límite	Resultado	
\$B\$25	VALOR(GR) HARINA DE ARROZ (X1)	50	50	28,4	50	28,4	
\$C\$25	VALOR(GR) HARINA DE SOJA BAJA GRASA (X2)	50	50	28,4	50	28,4	

Elaborador por: Verónica De la Paz C. 2011

4.6 Aporte Calórico – Proteico del Producto Final

La bebida instantánea obtenida durante este proyecto aporta con 372,17 kcal por cada 100 gramos del producto y contribuye con 80.72 kcal de proteínas. (Ver tabla 35).

TABLA 35
TABLA DE APORTE CALÓRICO – PROTEICO DE LA BEBIDA
INSTANTÁNEA

APORTE CALÓRICO - PROTEÍCO DE LA BEBIDA INSTANTÁNEA en cada 100gramos	
PROTEÍNA(KCAL)	80.72
GRASA (KCAL)	6.57
CARBOHIDRATOS TOTALES(KCAL)	284.88
ENERGÍA (KCAL)	372.17

Elaborador por: Verónica De la Paz C. 2011

4.7 Nivel de Aceptación del Producto Final.

Antes de presentar el nivel de aceptación del producto final, se consideró de importancia mencionar el porcentaje de preferencia que tuvieron las muestras en las diferentes propiedades sensoriales: color, textura y sabor.

Preferencia por color: Con los resultados obtenidos de la evaluación a 23 jueces se puede concluir que un 52% prefieren a la muestra 345, en segundo lugar con un 35% prefirieron a la muestra 791, seguida con una diferencia significativa con un 9% la muestra 849 y por último con un 4% la muestra 867.

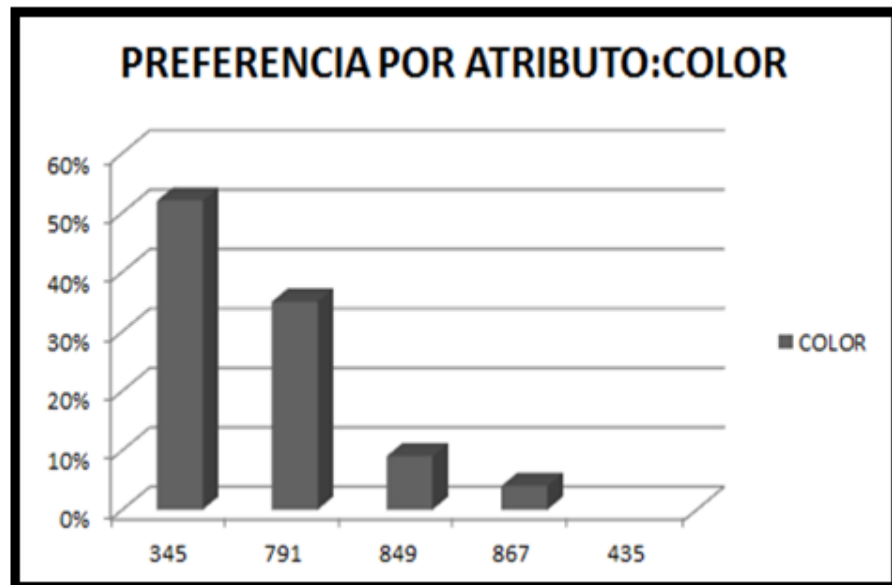


FIGURA 4.7 EVALUACIÓN DE PREFERENCIA POR COLOR

Preferencia por textura: Con los resultados de esta evaluación se concluyó que un 44% de los jueces prefirieron a la muestra 345, en segundo lugar con un 39% a la muestra 791, en un tercero y cuarto lugar con un 13% la muestra 849 y con un 4% la muestra 435 respectivamente.



FIGURA 4.8 EVALUACIÓN DE PREFERENCIA POR TEXTURA

Preferencia por sabor: Al analizar este parámetro se obtuvo como resultado que un 43% de los jueces prefirieron el sabor de la muestra 345, en segundo lugar con un 22% a la muestra 791, en un tercero quedaron dos muestras con un 13% la muestra 435 y la muestra 849 y en un cuarto lugar con un 9% la muestra 867.

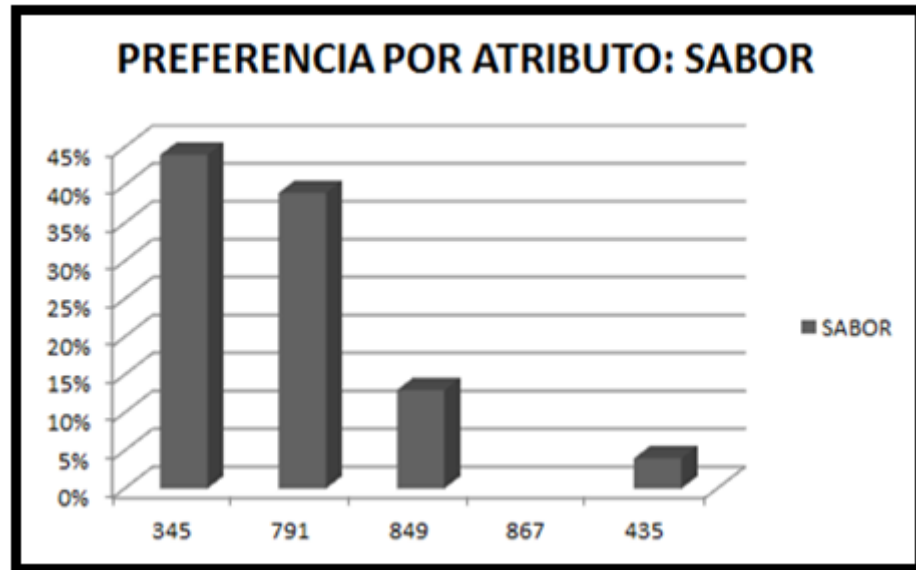
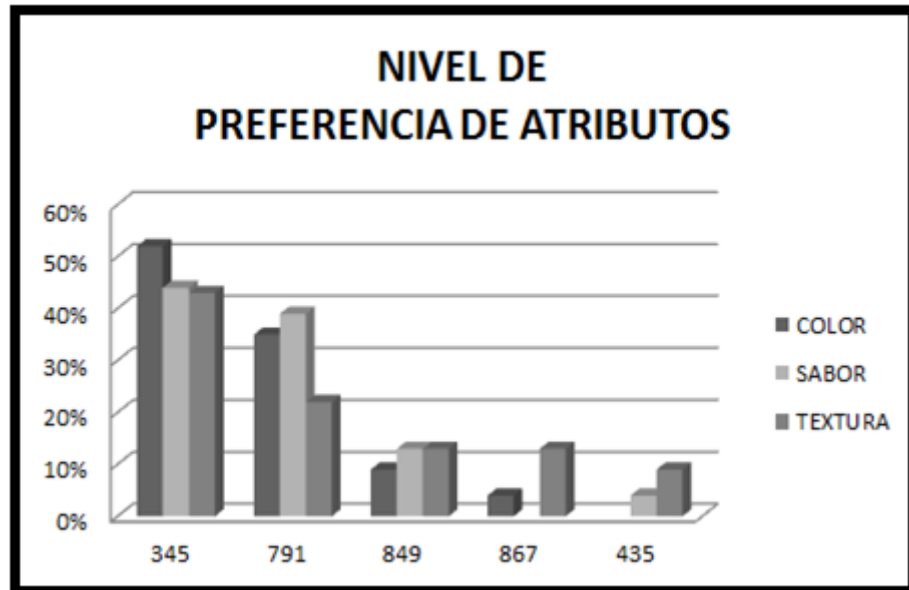


FIGURA 4.9 EVALUACIÓN DE PREFERENCIA POR SABOR

A partir estos resultados se seleccionaron dos de las mejores muestras para la prueba de aceptación que se realizó con 43 niños de edades entre 5 a 7 años, considerados potenciales consumidores.



**FIGURA 4.10 COMPARACIÓN DEL NIVEL DE PREFERENCIA
DE ATRIBUTOS**

Se compararon los resultados de las dos muestras por lo que se puede notar que a pesar que las dos tienen una gran nivel de aceptación, de los 43 jueces (niños) un 78.37% opinaron al probar la muestra 791 que es buena, mientras que al probar la segunda muestra la 345, el 97.30% indicaron que es buena.

Con estos resultados indican que la muestra que tuvo un nivel más alto de aceptación en las diferentes evaluaciones es la 345, siendo así la formulación de nuestro producto final.

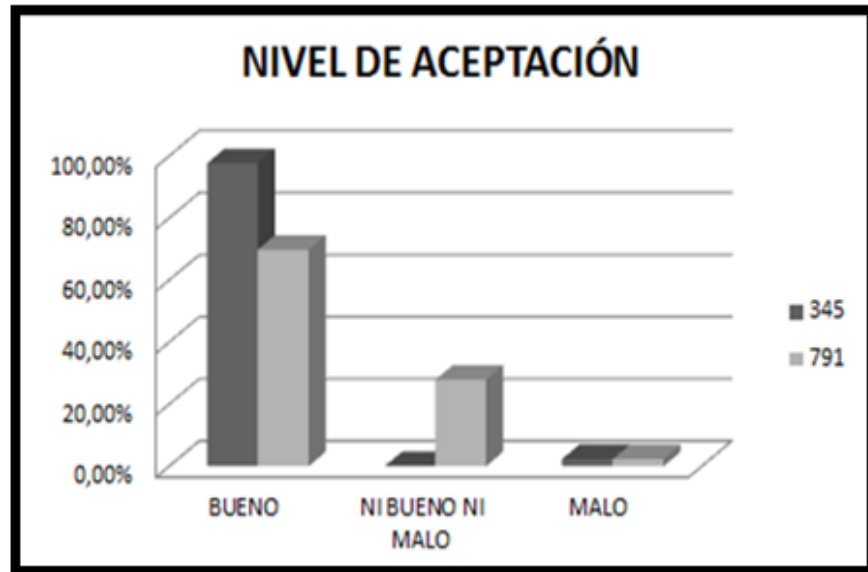


FIGURA 4.11 COMPARACIÓN DE NIVEL ENTRE LAS MUESTRAS

4.8 Estimación de Costos de Producción.

Para la elaboración de la bebida instantánea se realizó una estimación de costos de producción en donde se consideró la mano de obra directa e indirecta, sin considerar utilidad para la empresa debido a que es un producto propuesto para programas de alimentos sin fines de lucro, obteniendo como resultado un producto de bebida en polvo nutritivo en la presentación de 500 gramos con un costo unitario de \$2,14. Al revisar productos similares en el mercado se puede decir que este producto logra

cumple las expectativas planteadas al inicio en lo referente al costo.

En la tabla 35 se detalla los costos fijos y variables de este análisis.

TABLA 35
ESTIMACIÓN COSTOS DE PRODUCCIÓN

	<u>COSTOS FIJOS</u>	<u>COSTOS VARIABLES</u>
<u>COSTO DE FABRICACION</u>		
MATERIA PRIMA E INGREDIENTES		\$ 96.522,04
MANO DE OBRA DIRECTA	\$ 23.846,59	
SUMINISTROS Y SERVICIO	\$ 430,00	
MATERIALES DE LIMPIEZA		\$ 540,00
DEPRECIACIONES	\$ 5.716,60	
REPARACION Y MANTENIMIENTO		\$ 1.680,00
SEGUROS	\$ 1.200,00	
OTROS		\$ 650,00
<u>GASTOS DE ADMINISTRACIÓN</u>		
REMUNERACIONES	\$ 16.345,60	
GASTOS DE OFICINA	\$ 600,00	
MOVILIZACIÓN Y VIÁTICOS		
DEPRECIACIONES Y AMORTIZACIONES	\$ 5.716,60	
<u>GASTOS DE VENTA</u>		
REMUNERACIONES		
COMISIONES SOBRE VENTAS		
GASTOS DE TRANSPORTES	\$ 600,00	
DEVOLUCIONES		
	\$ 54.455,39	\$ 99.392,04
TOTAL ANUAL		\$ 153.847,43
NÚMEROS DE PAQUETES DE 500gr ANUALES		71898
COSTO UNITARIO DE ELABORACIÓN		\$ 2,14

Elaborador por: Verónica De la Paz C. 2011

CAPÍTULO 5

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Con los resultados obtenidos durante el desarrollo de este proyecto se puede concluir lo siguiente:

1. Del diseño experimental 2^k se determinó que el proceso de pre cocción debe realizarse a una temperatura de 78°C. por 6 minutos sin que exista incidencia significativa sobre el color, sabor, consistencia y solubilidad del producto final.
2. La proporción de mezcla óptima que garantiza el máximo nivel proteico en el producto final manteniendo su calidad sensorial aceptable es de 1:1 harina de soja baja en grasa: arroz en polvo.
3. Con el modelo matemático propuesto, sujeto a las restricciones establecidas se logró obtener una mezcla que contiene

teóricamente la máxima cantidad de proteínas 28,40%, validándose los resultados del modelo con los obtenidos en el análisis físico químico, donde la cantidad presente en la mezcla final es del 20,18%, presentando una diferencia entre ambos análisis del 8,22%. La mezcla final aporta con un 372,17 Kcal / 100 gramos de producto, cumpliendo así con los requerimientos nutricionales y organolépticos.

4. La vida útil de la bebida instantánea es de 360 días, con una permeabilidad de $2,89 * 10^{-4}$ g H₂O/ día m² mmHg.
5. La bebida instantánea desarrollada tiene una presentación de 500 gramos que rinde 14 vasos de 250ml., cada porción aporta con un 7,21% de proteínas y 132,92 Kcal.
6. El costo estimado de producción del empaque es de \$2,14.
7. Se recomienda aplicar correctamente las buenas prácticas de manufactura en el proceso de elaboración de la bebida instantánea; principalmente en las etapas de pre cocción, secado y formulación para evitar la contaminación cruzada.

8. La mezcla base obtenida en este proyecto se podría utilizarla en otras preparaciones con diferentes sabores.

9. Se recomienda usar un empaque elaborado a base polietileno, aluminio, adhesivo y polipropileno para asegurar la conservación de las características organolépticas de la bebida instantánea.

APÉNDICE A

Arroz, sin sancochar			
<i>Reis, unpoliert</i>			
Contenido energético			
de los componentes digeribles		kJ:	1.454
de 100 g de porción comestible		kcal:	342
Componentes principales de 100 g de porción comestible			
Agua	13,1 g	Hidratos de carbono .	73,4 g*
Proteína	7,2 g	Fibra	2,9 g
Grasa	2,2 g	Sales minerales	1,2 g
Composición detallada de 100 g de porción comestible			
Sales minerales			
Sodio	10 mg	Isoleucina	340 mg
Potasio	150 mg	Leucina	690 mg
Magnesio	155 mg	Lisina	300 mg
Calcio	25 mg	Metionina	170 mg
Manganeso	1.100 µg	Fenilalanina	420 mg
Hierro	2.600 µg	Treonina	330 mg
Cobre	240 µg	Tryptófano	90 mg
Cinc	1.400 µg	Tirosina	320 mg
Fósforo	325 mg	Valina	500 mg
Flúor	50 µg	Hidratos de carbono	
Yodo	2 µg	Sacarosa	600 mg
Selenio	10-70 µg	Almidón	72,7 g
Vitaminas			
Vit. E	750 µg	Lípidos	
Vit. B ₁	410 µg	Ácido palmítico	540 mg
Vit. B ₂	90 µg	Ácido esteárico	40 mg
Nicotinamida	5.200 µg	Ácido oleico	540 mg
Ácido pantoténico	1.700 µg	Ácido linoleico	780 mg
Vit. B ₆	670 µg	Ácido linolénico	30 mg
Biotina	12 µg		
Ácido fólico	16 µg		
Vit. C	Trazas		
Aminoácidos			
Arginina	600 mg		
Histidina	190 mg		

* Calculados por diferencia

APÉNDICE B

RDA DEL COMITÉ DE LA ORGANIZACIÓN PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN

(FAO)

	Edad (años)	kcal	Proteína (g/kg)	Calcio (g)	Hierro (mg)	Vitamina C (mg)	Vitamina A (µg)	Vitamina D (µg)	Tiamina (mg)	Riboflavina (mg)	Ácido nicotínico (mg)	Vitamina B ₁₂ (µg)	Folato (µg)
Niños	0-1	100-120/kg	1.3	0.5-0.6	7	20	300	10	0.4	0.6	6.6	0.3	500
	1-3	1100-1250	1.06	0.4-0.5	7	20	240	10	0.5	0.7	8.6	0.9	100
	4-6	1350-1700	0.97	0.4-0.5	8	20	300	10	0.7	0.9	11.2	1.5	100
	7-9	2.100	0.92	0.4-0.5	10	20	390	2.5	0.8	1.2	13.9	1.5	100
Muchachos	10-12	2.500	0.86	0.6-0.7	12	20	570	2.5	1.0	1.4	16.5	2.0	100
	13-15	3.100	0.94	0.6-0.7	15	20	720	2.5	1.2	1.7	20.4	2.0	200
	16-19	3.600	0.77	0.5-0.6	15	30	750	2.5	1.4	2.0	23.8	2.0	200
	20-30	3.200	0.71	0.4-0.5	10	30	750	2.5	1.3	1.8	21.1	2.0	200
Muchachas	13-15	2.600	0.84	0.6-0.7	15	30	720	2.5	1.0	1.4	17.2	2.0	200
	16-19	2.400	0.77	0.5-0.6	15	30	750	2.5	1.0	1.3	15.8	2.0	200
	20-30	2.300	0.71	0.4-0.5	20	30	750	2.5	0.9	1.3	15.2	2.0	200
Gestación		+ 450	+ 6 g	1.0-1.2	15	50	750	10	0.4/1.000	0.55/1.000	6.6/1.000	3.0	400
Lactación		+ 1.000	+ 15 g	1.0-1.2	15	50	1.200	10	kcal ídem	kcal ídem	kcal ídem	2.5	300

Fuente: Comité de la Organización para la Agricultura y la Alimentación (FAO),

revisado 1999

APÉNDICE C

FICHA DE EVALUACIÓN SENSORIAL: PRUEBA NO ESTRUCTURADA

FICHA DE EVALUACION

Nombre: _____

Fecha: _____

Instrucciones:

Evalúe la textura de las muestras que están al frente suyo. Califique según su percepción con la escala presentada en esta ficha.

Muestra 345

Nada Firme Muy Firme

Muestra 435

Nada Firme Muy Firme

Muestra 432

Nada Firme Muy Firme

Muestra 545

Nada Firme Muy Firme

Muestra 609

Nada Firme Muy Firme

Muestra 791

Nada Firme Muy Firme

Muestra 849

Nada Firme Muy Firme

Muestra 862

Nada Firme Muy Firme

Muestra 900

Nada Firme Muy Firme

Muestra 921

Nada Firme Muy Firme

GRACIAS!

APÉNDICE D

FICHA DE EVALUACIÓN SENSORIAL: PRUEBA DE ORDENAMIENTO ATRIBUTO COLOR

HOJA DE EVALUACIÓN

Nombre: _____ Edad: _____

Fecha: _____

INSTRUCCIONES: OBSERVE LAS MUESTRAS Y ORDÉNELAS SEGÚN SU COLOR DE MENOS OSCURO A MÁS OSCURO.

Más oscuro

Menos oscuro

¿CUÁL PREFERE?

COMENTARIOS:

¡GRACIAS!

APÉNDICE E

FICHA DE EVALUACIÓN SENSORIAL: PRUEBA DE ORDENAMIENTO ATRIBUTO TEXTURA

HOJA DE EVALUACIÓN	
Nombre:	Edad:
Fecha:	
INSTRUCCIONES: PRUEBE LAS MUESTRAS Y ORDÉNELAS SEGÚN SU TEXTURA DE MENOS ARENOSO A MÁS ARENOSO.	
Más arenoso	_____

Menos arenoso	_____

¿CUÁL PREFIERE?	

COMENTARIOS:	_____

¡GRACIAS!	

APÉNDICE F

FICHA DE EVALUACIÓN SENSORIAL: PRUEBA DE ORDENAMIENTO ATRIBUTO SABOR

HOJA DE EVALUACIÓN	
Nombre:	Edad:
Fecha:	
INSTRUCCIONES: PRUEBE LAS MUESTRAS Y ORDÉNELAS DE MENOR A MAYOR INTENSIDAD DE SABOR AMARGO	
Más sabor amargo	_____

Menos sabor amargo	_____

¿CUÁL PREFERE?	

COMENTARIOS:	_____

¡GRACIAS!	

APÉNDICE G

FICHA DE EVALUACIÓN SENSORIAL: PRUEBA DE ESCALA HEDÓNICA

FICHA DE EVALUACION

PRODUCTO: _____

FECHA: _____

NOMBRE: _____

EDAD: _____

CODIGO: _____

Por favor pruebe el producto y encierre en un círculo la carita según tu agrado.



Escriba aquí tus comentarios:

¡MUCHASGRACIAS

APÉNDICE H

TABLA 92 VARIANCE RATIOS (F)

TABLA 92
VARIANCE RATIOS (F)
Puntos 5% (claras) y 1% (negritas) para los atributos de F.

f_1 grados de libertad (for greater mean square)

f_2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	20	24	30	40	50	75	100	200	500	∞
1	161 4.002	200 4.999	216 5.402	225 5.435	230 5.764	234 5.857	237 5.928	239 5.981	241 6.022	242 6.054	243 6.082	244 6.106	245 6.121	246 6.149	248 6.200	249 6.234	250 6.258	251 6.286	252 6.302	253 6.323	253 6.321	254 6.352	254 6.341	254 6.364
2	18.51 98.49	19.00 99.00	19.16 99.17	19.25 99.25	19.30 99.30	19.33 99.33	19.36 99.34	19.37 99.34	19.38 99.34	19.39 99.34	19.40 99.34	19.41 99.34	19.42 99.34	19.43 99.34	19.44 99.34	19.45 99.34	19.46 99.34	19.47 99.34	19.47 99.34	19.48 99.34	19.49 99.34	19.49 99.34	19.50 99.34	19.50 99.34
3	10.13 34.12	9.55 30.82	9.28 29.46	9.12 28.71	9.01 28.24	8.94 27.91	8.88 27.67	8.84 27.49	8.81 27.34	8.78 27.23	8.76 27.12	8.74 27.05	8.71 26.92	8.69 26.83	8.66 26.74	8.64 26.64	8.62 26.54	8.60 26.41	8.58 26.25	8.57 26.27	8.56 26.21	8.54 26.12	8.54 26.14	8.54 26.12
4	7.71 21.20	6.94 18.00	6.59 16.69	6.39 15.98	6.26 15.52	6.16 15.21	6.09 14.98	6.04 14.80	6.00 14.64	5.96 14.54	5.93 14.45	5.91 14.37	5.87 14.24	5.84 14.15	5.80 14.02	5.77 13.93	5.74 13.83	5.71 13.74	5.70 13.69	5.68 13.61	5.66 13.57	5.65 13.52	5.64 13.48	5.63 13.46
5	6.61 14.26	5.79 13.27	5.41 12.06	5.19 11.39	5.05 10.97	4.95 10.67	4.88 10.45	4.82 10.27	4.78 10.15	4.74 10.05	4.70 9.94	4.68 9.89	4.64 9.77	4.60 9.68	4.56 9.55	4.53 9.47	4.50 9.38	4.46 9.29	4.44 9.24	4.42 9.17	4.40 9.13	4.38 9.07	4.37 9.04	4.36 9.02
6	5.99 12.74	5.14 10.92	4.76 9.78	4.53 9.15	4.39 8.75	4.28 8.47	4.21 8.24	4.15 8.10	4.10 7.98	4.06 7.87	4.03 7.79	4.00 7.72	3.96 7.60	3.92 7.52	3.87 7.39	3.84 7.31	3.81 7.23	3.77 7.14	3.75 7.09	3.72 7.02	3.71 6.94	3.69 6.84	3.68 6.74	3.67 6.63
7	5.59 12.25	4.74 9.85	4.35 8.65	4.12 7.85	3.97 7.44	3.87 7.19	3.79 7.00	3.73 6.84	3.68 6.71	3.63 6.61	3.60 6.54	3.57 6.47	3.52 6.35	3.49 6.27	3.44 6.15	3.41 6.07	3.38 5.98	3.34 5.90	3.32 5.85	3.29 5.78	3.28 5.75	3.25 5.72	3.24 5.67	3.23 5.67
8	5.32 11.26	4.46 8.65	4.07 7.41	3.84 6.63	3.69 6.37	3.58 6.19	3.50 6.03	3.44 5.91	3.39 5.82	3.34 5.74	3.31 5.68	3.28 5.64	3.23 5.54	3.20 5.48	3.15 5.34	3.12 5.28	3.08 5.20	3.05 5.11	3.03 5.06	3.00 5.00	2.98 4.94	2.96 4.91	2.94 4.86	2.93 4.84
9	5.12 10.54	4.26 8.02	3.86 6.99	3.63 6.42	3.48 6.06	3.37 5.80	3.29 5.62	3.23 5.47	3.18 5.35	3.13 5.26	3.10 5.18	3.07 5.11	3.02 5.00	2.98 4.92	2.93 4.80	2.90 4.73	2.86 4.64	2.82 4.54	2.80 4.51	2.77 4.45	2.76 4.41	2.73 4.36	2.72 4.33	2.71 4.31
10	4.96 10.04	4.10 7.54	3.71 6.55	3.48 5.99	3.33 5.64	3.22 5.39	3.14 5.21	3.07 5.04	3.02 4.95	2.97 4.85	2.94 4.78	2.91 4.71	2.86 4.60	2.82 4.52	2.77 4.43	2.74 4.33	2.70 4.25	2.67 4.17	2.64 4.12	2.61 4.05	2.59 4.01	2.56 3.94	2.55 3.91	2.54 3.91
11	4.84 9.65	3.98 7.20	3.59 6.22	3.36 5.67	3.20 5.32	3.09 5.07	3.01 4.88	2.95 4.74	2.90 4.63	2.86 4.54	2.82 4.46	2.79 4.40	2.74 4.29	2.70 4.21	2.65 4.10	2.61 4.02	2.57 3.94	2.53 3.86	2.50 3.80	2.47 3.74	2.45 3.70	2.42 3.64	2.41 3.62	2.40 3.60
12	4.75 9.32	3.88 6.93	3.49 5.95	3.26 5.41	3.11 5.06	3.00 4.82	2.92 4.65	2.85 4.50	2.80 4.39	2.76 4.30	2.72 4.22	2.69 4.16	2.64 4.05	2.60 3.98	2.54 3.84	2.50 3.78	2.46 3.70	2.42 3.61	2.40 3.54	2.36 3.49	2.35 3.44	2.32 3.41	2.31 3.38	2.30 3.37
13	4.67 9.07	3.80 6.70	3.41 5.74	3.18 5.20	3.02 4.84	2.92 4.62	2.84 4.44	2.77 4.30	2.72 4.19	2.67 4.10	2.63 4.02	2.58 3.96	2.55 3.85	2.51 3.78	2.46 3.67	2.42 3.59	2.38 3.51	2.34 3.42	2.32 3.30	2.28 3.23	2.26 3.17	2.24 3.12	2.21 3.10	2.21 3.10
14	4.60 8.86	3.74 6.51	3.34 5.56	3.11 5.03	2.96 4.69	2.85 4.46	2.77 4.28	2.70 4.14	2.65 4.03	2.60 3.94	2.56 3.86	2.53 3.80	2.48 3.70	2.44 3.62	2.39 3.51	2.35 3.43	2.31 3.34	2.27 3.26	2.24 3.21	2.21 3.14	2.19 3.11	2.16 3.06	2.14 3.02	2.13 3.00
15	4.54 8.60	3.68 6.36	3.29 5.42	3.06 4.89	2.90 4.54	2.79 4.32	2.70 4.14	2.64 4.00	2.59 3.89	2.55 3.80	2.51 3.73	2.48 3.67	2.44 3.54	2.39 3.48	2.33 3.34	2.29 3.29	2.25 3.20	2.21 3.12	2.18 3.07	2.15 3.00	2.12 2.97	2.10 2.92	2.08 2.89	2.07 2.87
16	4.49 8.53	3.63 6.23	3.24 5.29	3.01 4.77	2.85 4.44	2.74 4.20	2.66 4.03	2.59 3.89	2.54 3.78	2.49 3.69	2.45 3.61	2.42 3.55	2.37 3.45	2.33 3.37	2.28 3.25	2.24 3.18	2.20 3.10	2.16 3.01	2.13 2.96	2.09 2.89	2.07 2.84	2.04 2.80	2.02 2.77	2.01 2.75
17	4.45 8.40	3.59 6.11	3.20 5.18	2.96 4.67	2.81 4.34	2.70 4.10	2.62 3.93	2.55 3.79	2.50 3.68	2.45 3.59	2.41 3.52	2.38 3.45	2.33 3.35	2.29 3.27	2.23 3.16	2.19 3.08	2.15 3.00	2.11 2.92	2.08 2.84	2.04 2.78	2.02 2.71	1.99 2.68	1.97 2.63	1.96 2.65
18	4.41 8.28	3.55 6.01	3.16 5.09	2.93 4.58	2.77 4.25	2.66 4.01	2.58 3.85	2.51 3.71	2.46 3.60	2.41 3.51	2.37 3.44	2.34 3.37	2.29 3.27	2.25 3.19	2.19 3.07	2.15 3.00	2.11 2.91	2.07 2.83	2.04 2.78	2.00 2.71	1.98 2.68	1.95 2.63	1.93 2.59	1.91 2.59
19	4.38 8.18	3.52 5.93	3.13 5.01	2.90 4.50	2.74 4.17	2.63 3.94	2.55 3.77	2.48 3.63	2.43 3.52	2.38 3.43	2.34 3.36	2.31 3.30	2.26 3.23	2.21 3.13	2.15 3.05	2.11 2.92	2.07 2.84	2.02 2.76	2.00 2.63	1.96 2.56	1.94 2.52	1.91 2.47	1.90 2.44	1.88 2.44
20	4.35 8.10	3.49 5.85	3.10 4.94	2.87 4.43	2.71 4.10	2.60 3.87	2.52 3.71	2.45 3.56	2.40 3.45	2.35 3.37	2.31 3.30	2.28 3.23	2.23 3.13	2.18 3.05	2.12 2.94	2.08 2.86	2.04 2.77	1.99 2.69	1.96 2.63	1.92 2.56	1.90 2.52	1.87 2.47	1.85 2.44	1.84 2.42
21	4.32 8.02	3.47 5.78	3.07 4.87	2.84 4.37	2.68 4.04	2.57 3.81	2.49 3.65	2.42 3.51	2.37 3.40	2.32 3.31	2.28 3.24	2.25 3.17	2.20 3.07	2.15 2.99	2.09 2.88	2.05 2.80	2.00 2.72	1.96 2.63	1.93 2.58	1.89 2.51	1.87 2.47	1.84 2.42	1.82 2.38	1.81 2.34
22	4.30 7.99	3.44 5.72	3.05 4.82	2.82 4.31	2.66 3.99	2.55 3.76	2.47 3.61	2.40 3.45	2.35 3.36	2.30 3.26	2.26 3.18	2.23 3.12	2.18 3.02	2.13 2.94	2.07 2.83	2.03 2.75	1.98 2.67	1.93 2.58	1.91 2.53	1.87 2.46	1.84 2.42	1.81 2.37	1.80 2.32	1.78 2.31
23	4.28 7.88	3.42 5.66	3.03 4.76	2.80 4.26	2.64 3.94	2.53 3.71	2.45 3.54	2.38 3.41	2.32 3.30	2.28 3.21	2.24 3.14	2.20 3.07	2.14 2.97	2.10 2.89	2.04 2.78	2.00 2.70	1.96 2.62	1.91 2.53	1.88 2.48	1.84 2.41	1.82 2.37	1.79 2.32	1.77 2.30	1.76 2.26
24	4.26 7.82	3.40 5.61	3.01 4.72	2.78 4.22	2.62 3.90	2.51 3.67	2.43 3.50	2.36 3.36	2.30 3.25	2.26 3.17	2.22 3.09	2.18 3.03	2.13 2.93	2.09 2.85	2.02 2.74	1.98 2.66	1.94 2.58	1.89 2.49	1.86 2.44	1.82 2.36	1.80 2.31	1.76 2.27	1.74 2	

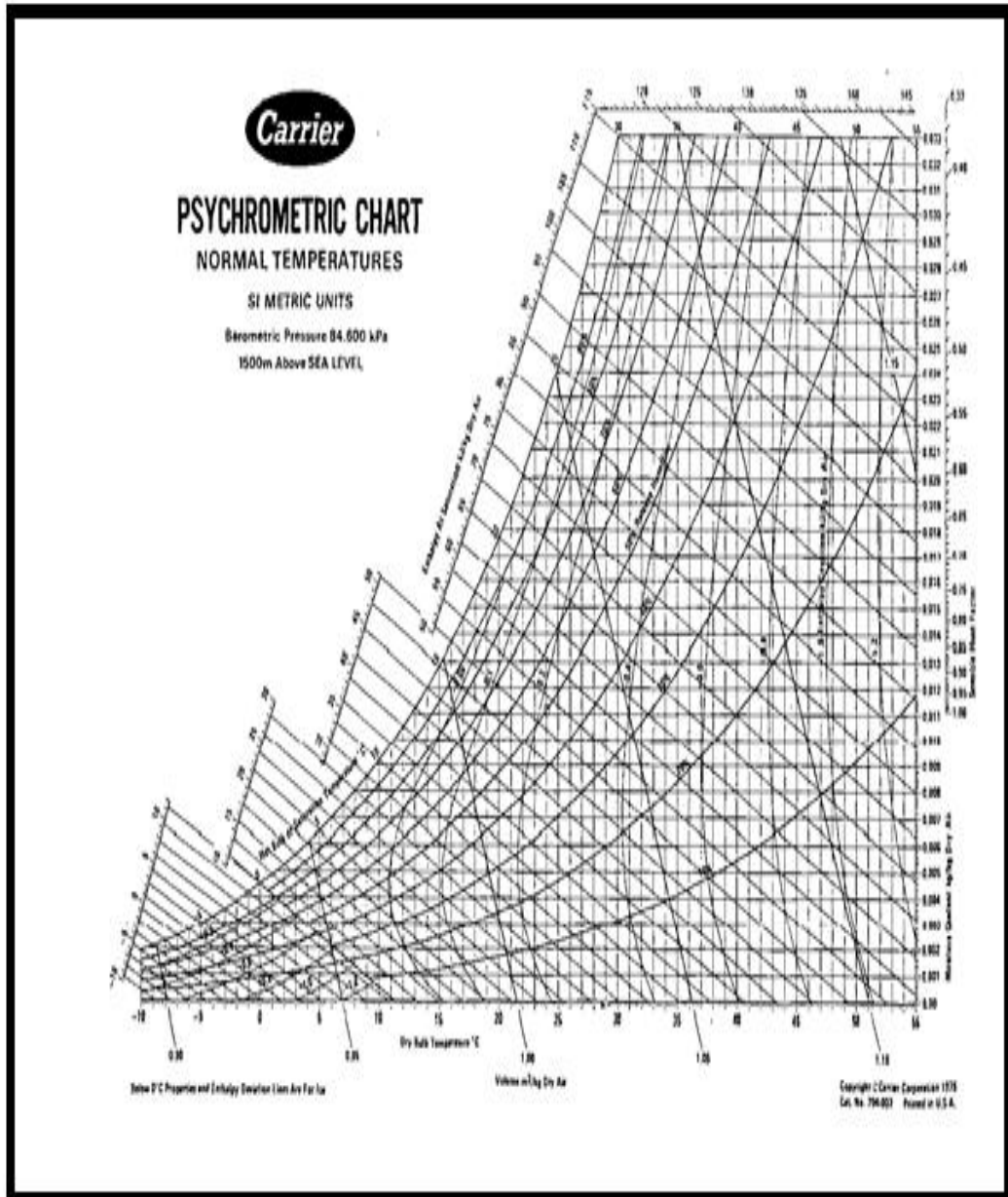
APÉNDICE I

DATOS DE LA ISOTERMA DE ADSORCIÓN

PESO INICIAL SISTEMA	PESO PROMEDIO INICIAL	PESO FINAL SIN SISTEMA	PESO FINAL SIN SISTEMA	PESO DEL SISTEMA	AW PROMEDIO	HF PROMEDIO	BASE SECA
29,857	29,748	29,5788	26,7572	2,8216	0,6	0,564	1,298
29,829		29,5508	26,7366	2,8142			
29,559		29,2808	26,5493	2,7315			
24,299	24,199	24,0208	21,1992	2,8216	0,575	0,531	1,134
24,199		23,9208	21,1066	2,8142			
24,099		23,8208	21,0893	2,7315			
17,601	17,381	17,3228	14,5012	2,8216	0,557	0,476	0,91
17,245		16,9668	14,1526	2,8142			
17,296		17,0178	14,2863	2,7315			
12,999	13,35	12,7208	9,8992	2,8216	0,546	0,431	0,7590
13,949		13,6708	10,8566	2,8142			
13,089		12,8108	10,0793	2,7315			
7,061	7,281	6,7828	3,9612	2,8216	0,507	0,328	0,4890
7,147		6,8688	4,0546	2,8142			
7,641		7,3628	4,6313	2,7315			

APÉNDICE J

TABLA PSICROMÉTRICA



APÉNDICE K

DATOS DE LA ISOTERMA DE SORCIÓN

PESO INICIAL SIN SISTEMA	PESO FINAL SIN SISTEMA	PESO FINAL SIN SISTEMA	PESO DEL SISTEMA	AW PROMEDIO	HF PROMEDIO	BASE SECA
10,0333	13,1759	10,3543	2,8216	0,569	9,00	0,099
12,0901	15,2253	12,4111	2,8142	0,673	9,83	0,109
13,3911	16,4636	13,7321	2,7315	0,704	10,68	0,120
14,7230	17,9061	15,0740	2,8321	0,711	11,52	0,130
15,3240	18,4865	15,6350	2,8515	0,751	11,89	0,135

APÉNDICE L

DATOS PARA EL CÁLCULO DE PERMEABILIDAD

Humedad inicial	0,244 g H ₂ O/g s.s
Humedad crítica	0,1152 g H ₂ O/g s.s
Humedad equilibrio	0,149 g H ₂ O/g s.s
Presión (25 °C)	23,75 mmHg
Área del empaque	0,036 m ²
Ws (sólidos secos)	2,6889 g
Pendiente	0,244
Tiempo vida útil	360 días

ANEXO

DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES FUNCIONALES DEL ALMIDÓN, ÍNDICE DE SOLUBILIDAD Y PODER DE HINCHAMIENTO

(Modificación de Sathe y Salunkhe, 1981 del método original de Schoch, 1964).

FUNDAMENTO

Los gránulos de los almidones son insolubles en agua fría. Sin embargo, la abundancia de grupos hidroxilo en su molécula motiva la tendencia de este polisacárido a absorber agua cuando se expone a este líquido. Debido a la insolubilidad de los gránulos, solo pueden absorber una cantidad relativamente baja de agua que va acompañada de un determinado hinchamiento y un aumento en su tamaño que puede ser reversible. Cuando una suspensión acuosa de almidón se calienta, los puentes de hidrógeno intermoleculares de las zonas amorfas se rompen y los gránulos se hinchan por una absorción progresiva e irreversible de agua durante el proceso de gelatinización. En estas condiciones se favorece el hinchamiento tangencial de los gránulos, caracterizado por un aumento en su tamaño y la pérdida de birrefringencia debido a la ruptura del arreglo radial de las fracciones de amilosa y amilopectina.

MATERIALES Y EQUIPO

- Centrífuga
- Tubos de centrífuga
- Placa de agitación magnética
- Magnetos
- Baño termostático
- Termómetro
- Estufa de convección mecánica

MÉTODO

1. En un tubo de centrífuga de 50ml. previamente tarado, preparar 40ml. de una suspensión de almidón al 1%(p/v) en base seca.
2. Introducir un agitador magnético y colocar el tubo en un baño de agua a temperatura constante (60, 70, 80 ó 90).
3. Al tubo se le adapta un termómetro y se proporciona agitación constante a la suspensión para mantenerla uniforme durante 30minutos.
4. Transcurrido el tiempo, retirar el tubo del baño, sacar el magneto de la suspensión y secar el tubo.

5. Centrifugar a 2500 rpm. durante 15 minutos en una centrífuga SOL – BAT, decantar el sobrenadante y pesar los gránulos hinchados.
6. Del sobrenadante tomar 10ml, los cuales se colocan en una charola de aluminio previamente tarada y se secan a 120°C durante 4 horas.
7. Pasar la muestra a un desecador y pesarlas.

CÁLCULOS

Se calcula la solubilidad y el poder de hinchamiento mediante las siguientes expresiones:

$$\% \text{Solubilidad} = \frac{\text{Peso de almidón soluble} * 400}{\text{Peso muestra (base seca)}}$$

BIBLIOGRAFÍA

[1]http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/1/19/Two_kinds_of_rice_flour.jpg/220px-Two_kinds_of_rice_flour.jpg.

[2]<http://www.madeinargentina.com/alimentos/harinas/temas%20relacionados/La%20harina%20de%20soja.jpg>.

[3]https://webshop.fishersci.com/insight2_es/getProduct.do;jsessionid=29E2E67F0996E3BCF496A1AD13FEFCA7.ukhigjavapp6?productCode=11765379&resultSetPosition=1

[4] Aprovechamiento de sémola de Maíz y harina de Soya para Desarrollar Alimentos Infantiles de Reconstitución Instantánea, Jorge Blum y Martha Contreras. Tesis De Ingeniería Escuela Superior Politécnica Del Litoral, 2010.

[5] Elaboración De Sopa Instantánea A Partir De Harina De Arroz (Oriza Sativa), Angélica Loor y Carlos Arcos. Proyecto De Graduación Escuela Superior Politécnica Del Litoral, 2011

[6] Proyecto para la creación de una planta Procesadora De Leche De Soya En Polvo Para La Ciudad De Guayaquil, Figueroa Lizbeth Y Sánchez Virginia, Escuela Superior Politécnica Del Litoral, 2006

[7] “Alternativas de aprovechamiento de subproductos de soya y maíz de la agroindustria ecuatoriana para el desarrollo de productos dirigidos a la alimentación social”, Karin Coello, Tesis de Grado Escuela Superior Politécnica Del Litoral, 2011.

[8] Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1 736, 1989-05. Harina de maíz pre cocida. Determinación de la expansión. Quito, Ecuador.

[9] Norma Técnica Ecuatoriana INEN 524, 1980-12. Harinas de origen vegetal. Determinación del Almidón de maíz pre cocida. Quito, Ecuador.

[10] Norma Técnica Ecuatoriana INEN 519, 1980-12. Harinas de origen vegetal. Determinación de la proteína. Quito, Ecuador.

[11] Norma Técnica Ecuatoriana INEN 519, 1980-12. Harinas de origen vegetal. Determinación de la proteína. Quito, Ecuador.

[12] Norma Técnica Ecuatoriana INEN 517, 1980-12. Harinas de origen vegetal. Determinación del tamaño de la partícula. Quito, Ecuador.

[13] Norma Técnica Ecuatoriana INEN 186, Segunda Revisión. Harinas de origen vegetal. Granos y Cereales. Arroz en Cascara. Requisitos. Quito, Ecuador

[14] PAE. Programa De Alimentación Escolar. Disponible en la página de internet: < <http://www.pae.gob.ec/>>.

[15] Kuehl, Robert O. Diseño De Experimentos. 2ª Edición. México D. F. Thomson Learning

[16] Anzaldúa-Morales, Antonio. La Evaluación Sensorial De Los Alimentos En La Teoría Y En La Práctica. Zaragoza-España, Acribia, 1994.

[17] Guerrero, Gustavo. Proyectos De Inversión. 1º Edición. Noviembre 2007

[17] 2479-7876-1-PB Solubilidad. Disponible en la página de internet: <<http://www.rcientificas.uninorte.edu.co/index.php/.../1624>>