ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción

"Elaboración de Sopa Instantánea a Partir de Harina de Haba"

INFORME DE PROYECTO DE GRADUACIÓN

Previa a la Obtención del Título de:

INGENIERAS DE ALIMENTOS

Presentado por

JOHANNA ELIZABETH MACÍAS GARCÍA

RITA JACKELINE VINCES BRAVO

Guayaquil - Ecuador

2011

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, a mis padres y hermanos por su amor y apoyo incondicional en todo momento, a mis maestros por sus enseñanzas, y a todas las personas que han contribuido a mi crecimiento profesional y personal día a día.

Rita Jackeline Vinces Bravo

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, a mis padres, a mi esposo, a mi hijo, a mi compañera de tesis por su apoyo incondicional en todo momento. A mis maestras por sus enseñanzas y dedicación, a todos mis compañeros de curso que de alguna manera me han ayudado y han contribuido con un agradable ambiente de trabajo, en especial a Herman Sánchez.

Johanna Elizabeth Macías García

DEDICATORIA

AL DIOS TODOPODEROSO

A MIS PADRES

A MIS HERMANOS

A MIS AMIGOS

Rita Jackeline Vinces Bravo

DEDICATORIA

A DIOS TODOPODEROSO

A MIS AMOROSOS PADRES

A MI AMADO ESPOSO

A MI HIJO ADORADO

A MIS QUERIDOS HERMANOS

Johanna Elizabeth Macías García

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

Ing. Gustavo Guerrero M.
DECANO DE LA FIMCP
PRESIDENTE

Ing. Grace Vázquez V.
DIRECTORA DEL PROYECTO

Ing. Fabiola Cornejo Z.
VOCAL

DECLARACIÓN EXPRESA

La responsabilidad del contenido de este INFORME DE PROYECTO DE GRADUACIÓN, nos corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual del mismo a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

(Reglamento de Graduación de la ESPOL)

_____ _____

Johanna Elizabeth Macías García Rita Jackeline Vinces Bravo

RESUMEN

El presente proyecto se enfocó en utilizar el haba (*Vicia faba, L*.) para la elaboración de la sopa instantánea con elevado valor nutricional, ya que constituye una fuente importante de hidratos de carbono y proteínas por su contenido en fibras. El haba es un producto autóctono de la serranía ecuatoriana permitiendo dar un paso muy importante para el desarrollo agroindustrial y económico del alimento.

En la primera etapa se determinó la caracterización de la materia prima mediante ensayos físico-químicos; color, olor, estado de madurez, humedad, pH, acidez y actividad de agua. Después se elaboró isotermas de sorción, curvas de secado y la caracterización de la harina de haba.

Posteriormente, se desarrolló la formulación del producto y la aceptación de la misma se determinó mediante evaluaciones sensoriales. Mediante la elaboración de la isoterma del producto terminado se determinó la estabilidad del producto indicando la humedad crítica en el cual el producto deja de ser apto para el consumo humano. Por último se estableció la vida útil del producto bajo condiciones de almacenamiento a la humedad relativa de Guayaquil (85%).

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN II

ÍNDICE GENERAL IIIII

ABREVIATURAS VI

SIMBOLOGÍA VII

ÍNDICE DE FIGURAS VIII

ÍNDICE DE TABLAS IIX

INTRODUCCIÓN 1

CAPÍTULO 1

1. GENERALIDADES 3

1.1 Materia prima 3

1.1.1 Cultivos y Disponibilidad 3

1.1.2 Composición Química y Valor Nutricional 5

1.2 Proceso de Secado 6

1.3 Sopas Instantáneas 11

1.3.1 Tipos y Características 11

1.3.2 Ingredientes y Especificaciones 13

1.3.3 Proceso de Elaboración 14

1.3.4 Principales Alteraciones 15

1.4 Rehidratación de Polvos 16

CAPÍTULO 2

2. PROCESO DE OBTENCIÓN DE LA HARINA 19

2.1 Características de Materia Prima 199

2.2 Metodología de Trabajo 221

2.2.1 Ensayos Físico-Químicos 221

2.2.2 Secado 22

2.3 Isotermas de Sorción 23

2.4 Proceso de Secado 24

2.4.1 Curvas de Secado 25

2.5 Caracterización de la Harina 27

CAPÍTULO 3

3. OBTENCIÓN DE SOPAS INSTANTÁNEAS A BASE DE HARINA DE HABA (*Vicia faba, L.*) 31

3.1 Ingredientes 31

3.2 Formulaciones 32

3.2.1 Evaluación Sensorial 34

3.2.2 Aporte Nutricional y Energético 35

3.2.3 Rehidratación 38

3.3 Estabilidad 40

3.3.1 Determinación de Humedad Crítica 40

3.3.2 Elaboración de Isoterma del Producto Terminado 42

3.3.3 Cálculo de Permeabilidad al Vapor de Agua en Empaque..... 44

CAPÍTULO 4

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 47

APÉNDICES

BIBLIOGRAFÍA

ABREVIATURAS

ºC	Grados Centígrados
cm	Centímetros
cm^2	Centímetros Cuadrados
g	Gramo
g/ml	Gramo por Mililitro
h	Hora
Kg	Kilogramos
m	Metro
m^2	Metro Cuadrado
ml	Mililitro
mm	Milímetro
min	Minuto
s	Segundo
µm	Micrómetros
%	Por ciento

SIMBOLOGÍA

A	Área
b.h	Base Húmeda
Dpsup	Diámetro Superior
t	Tiempo
Δt	Diferencial de Tiempo
Δx	Diferencial de Humedad Libre
X	Humedad Libre en Gramos
Xt	Humedad en Base Seca
X*	Humedad en Equilibrio
Wi	Peso Inicial de la Muestra
Ws	Peso de Sólidos Secos
mi	Humedad Inicial
me	Humedad de Equilibrio
mc	Humedad Crítica pH
pH	Potencial de Hidrógeno
HR	Humedad Relativa
aw	Actividad de Agua
g	Gramos
s.s	Sólidos Secos
Rc	Velocidad de Secado
Po	Presión de Vapor
b	Pendiente de la Isoterma

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Curva de Humedad Vs Tiempo durante el Proceso de Secado.... 9

Figura 1.2 Diagrama de Flujo de Elaboración de Sopas Deshidratadas..... 15

Figura 2.1 Grano de Haba. 20

Figura 2.2 Color 372U y 379U Pantone del Haba..... 20

Figura 2.3 Isoterma de Desorción del Haba a 25ºC, Presión a 1 atm..... 24

Figura 2.4 Curva de Secado: Humedad Libre vs Tiempo 26

Figura 2.5 Velocidad de Secado vs Humedad Libre..... 26

Figura 2.6 Color 372U y 379U Pantone de la Harina 27

Figura 3.1 Isoterma de Adsorción de la Sopa 43

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Valor Nutricional del Haba 6

Tabla 2 Ensayos Físico-Químicos de la Materia Prima 21

Tabla 3 Parámetros de Secado 25

Tabla 4 Ensayos Físico-Químicos de la Harina 28

Tabla 5 Datos de Masa Retenida de la Harina 29

Tabla 6 Resultados del Análisis Granulométrico de la Harina 29

Tabla 7 Fórmulas Propuestas para la Elaboración de la Sopa 30

Tabla 8 Comparación Nutricional……..36

Tabla 9 Información Nutricional de la Sopa Deshidratada 38

Tabla 10 Capacidad de Absorción de H_2O Y °T de Gelatinización 39

Tabla 11 Contenido de Humedad para la Determinación de Humedad Crítica..... 41

Tabla 12 Consistencia de la Sopa 42

Tabla 13 Datos para el Cálculo de Permeabilidad 45

INTRODUCCIÓN

El haba es un cultivo nativo propio de Los Andes que fue muy apreciado en la época Precolombina, debido al transcurso de los años su consumo ha perdido fuerza debido a las nuevas costumbres tanto socio-culturales como alimenticias. Actualmente este cultivo ha retomado importancia sobre todo en los países industrializados en donde aprecian sus altos valores nutritivos.

Ecuador cuenta con una área de producción de habas de 5000 ha. aproximadamente, localizadas en tres zonas a lo largo del callejón interandino, las que se cultivan de acuerdo a las preferencias del mercado y a la costumbre de sus usos. Comprendidas entre La zona Norte: Carchi e Imbabura, La zona Central: Pichincha, Cotopaxi y Tungurahua, La zona Sur: Bolívar, Chimborazo, Cañar, Azuay y Loja.

La época de siembra del haba, si se dispone de riego, se puede sembrar durante todo el año. Pero es costumbre muy buena esperar el fin del verano o principios de las lluvias.

El haba constituye una fuente importante de hidratos de carbono y proteínas por su contenido en fibras. También cabe destacar que posee buenas cantidades de sales minerales (fósforo, calcio, hierro), y además, contiene porcentajes importantes de vitamina B1, B2 y C. Cubriendo así entre 25 - 50% de la cantidad de nutrientes requeridos por IDR (Ingesta Diaria Requerida).

Tomando en cuenta la diversidad agrícola que posee el país, y sumado el valor nutricional del haba, es un paso muy importante para el desarrollo agroindustrial y económico del alimento.

Por lo tanto, se pretende en este proyecto elaborar una sopa deshidratada a base del haba, de fácil preparación, inocua y de buena calidad. Que saque de un apuro en caso de falta de tiempo o necesidad si se tiene que comer rápido, beneficiando a la población ecuatoriana de bajo recurso y mala nutrición.

CAPÍTULO 1

1. GENERALIDADES

1.1 Materia prima

El Haba comúnmente conocida, su nombre científico es *Vicia faba, L.*, pertenece a la Familia de las Leguminosae, y de la subfamilia Papilionoidea [1].

El fruto de la planta es una legumbre de longitud variable, pudiendo alcanzar hasta más de 35 cm. El número de granos oscila entre 2 y 9. El color de la semilla es verde claro [2].

1.1.1 Cultivos y Disponibilidad

La disponibilidad de producción de habas en el Ecuador, se encuentra localizada en tres zonas, a lo largo del callejón

interandino, las que se cultivan de acuerdo a las preferencias del mercado y a la costumbre de sus usos. La zona Norte: Carchi e Imbabura, La zona Central: Pichincha, Cotopaxi y Tungurahua, La zona Sur: Bolívar, Chimborazo, Cañar, Azuay y Loja.

En los últimos años, este cultivo ha sufrido un descenso de su superficie cultivada, debido fundamentalmente a la ausencia de variedades mejoradas adaptadas a la mecanización del cultivo y a los ataques de sus plagas [3].

Las variedades de haba más cultivadas son:

Aguadulce o sevillana: Tallos violetas, vainas grandes alargadas, granos de color crema tostada.

Granadina: De semillas bastante grandes y coloración clara.

Mahón blanca y morada: Dos modalidades blanca y morada, la blanca tiene granos rojizos y la morada, violáceos; porte medio, semi-erguido.

Muchamiel: es la variedad que más se cultiva. Variedad precoz destinada a verdeo, planta de porte medio, tallos rojizos, vainas colgantes, grano color crema tostada.

Arbo: También llamada Blanca erguida, granos blancos, tallos verdes [4].

Cabe mencionar, que las siembras se realizan durante todo el año, si se dispone de riego. Pero es costumbre muy buena esperar el fin del verano o principios de las lluvias. En la serranía se siembra de Febrero a Octubre.

Según el III Censo Agropecuario, en el Ecuador se cosechan aproximadamente 5000 hectáreas sembradas de habas [5].

1.1.2 Composición Química y Valor Nutricional

El haba constituye una excelente fuente de hidratos de carbono y proteínas por su contenido en fibras. También cabe destacar que posee buenas cantidades de sales minerales (fósforo, calcio, hierro), y además, contiene porcentajes importantes de vitaminas B1, B2 y C [6].

El valor nutricional del haba se encuentra evaluado en cada 100 gramos de producto comestible, como se muestra la Tabla 1.

TABLA 1
VALOR NUTRICIONAL DEL HABA

NUTRIENTES	UNIDAD	CANTIDAD/100g
Humedad	g	62.4
Calorías	Kcal	144
Carbohidratos	g	24.7
Proteínas	g	11.31
Grasa	g	0.5
Cenizas	g	1.1
Calcio	mg	32
Hierro	mg	2.7
Fósforo	mg	194
Caroteno	mg	0.26
Tiamina B1	mg	0.35
Riboflavina B2	mg	0.22
Niacina B3	mg	1.93
Vitamina C	mg	31

FUENTE: Instituto Nacional de Nutrición Quito-Ecuador [6]

1.2 Proceso de Secado

El secado de los alimentos es uno de los métodos más antiguos utilizados para su conservación, ya que reduce la posibilidad de su deterioro, aumentando la eficacia de los procesos de transporte y almacenaje.

El secado se describe como un proceso de eliminación de sustancias volátiles (humedad) para producir un producto sólido y seco mediante un procedimiento térmico. La humedad se presenta como una solución líquida dentro del sólido es decir; en la microestructura del mismo. Cuando un sólido húmedo es sometido a secado térmico, dos procesos ocurrirán simultáneamente:

1. La transferencia de energía (comúnmente como calor) de los alrededores para evaporar la humedad de la superficie.
2. La transferencia de la humedad interna hacia la superficie del sólido.

La velocidad a la cual el secado es realizado, está determinada por la velocidad a la cual los dos procesos, mencionados anteriormente, se llevan a cabo. La transferencia de energía, en forma de calor, de los alrededores hacia el sólido húmedo puede ocurrir como resultado de convección, conducción y/o radiación y en algunos casos se puede presentar una combinación de estos efectos.

Etapas del secado

El secado ha llevado a la división formal de dos períodos de secado:

a) Velocidad constante.

b) Velocidad decreciente de secado.

El contenido de humedad en el punto de transición entre estos periodos, se llama punto crítico. También se conoce como humedad crítica. Debido a que en raras ocasiones la tasa de secado en la primera etapa es realmente constante se prefiere el nombre de período inicial.

Velocidad de secado

La velocidad de secado es la cantidad de agua que se consigue eliminar por unidad de tiempo, en muchas ocasiones esta velocidad es una velocidad específica, referida a la unidad de masa de sólido seco o a la superficie de producto. La figura 1.1 muestra la representación gráfica de la velocidad de secado frente a la humedad del producto o frente al tiempo, la cual se denomina “curva de secado” y serán diferentes según sea el tipo de producto a deshidratar [7].

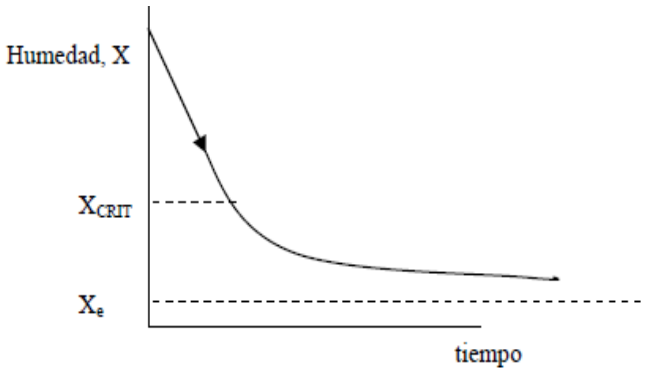

Figura 1.1 CURVA DE HUMEDAD VS TIEMPO DURANTE EL PROCESO DE SECADO.

Para calcular la Velocidad de secado, se determina primero el peso de sólidos secos por medio de la siguiente relación:

$$Ws = m\ (\%s.s.) \qquad \text{(Ecuación 1.1)}$$

Donde:

Ws = Peso de sólidos secos

m = Masa inicial de la muestra

%ss= Porcentaje de sólidos secos en la muestra

Luego, se realizan los cálculos para obtener la humedad en base seca, mediante la siguiente fórmula, considerando que Ws es constante:

$$Xt = \frac{W - Ws}{Ws} \qquad \text{(Ecuación 1.2)}$$

Donde:

Xt = Humedad en base seca de la muestra

W= Peso de la muestra

Ws= Peso de sólidos secos

Adicionalmente, para determinar la velocidad de secado, se debe calcular el parámetro de humedad libre, el cual se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$X = Xt - X^* \qquad \text{(Ecuación 1.3)}$$

Donde:

X = Humedad Libre

Xt = Humedad en base seca de la muestra

X*= Humedad de equilibrio de la muestra

La determinación de la x* (humedad de equilibrio) que alcanzará el producto, está en función de la HR del ambiente de trabajo y se obtiene de la isoterma.

1.3 Sopas instantáneas

1.3.1 Tipos y características

Las sopas instantáneas son productos líquidos claros y poco espesos que se obtienen cociendo con agua sustancias adecuadas ricas en proteínas o sus extractos y/o hidrolizados, con o sin la adición de aderezos y/o sustancias aromatizantes, grasas comestibles, cloruro de sodio (sal), especias y sus extractos o destilados naturales, u otros productos alimenticios para mejorar su sabor, y los aditivos que se permiten, o por reconstitución de una mezcla equivalente de ingredientes deshidratados con arreglo a las instrucciones de empleo [8].

Las sopas y cremas se clasifican de acuerdo con su forma de presentación en:

a) Sopas o cremas deshidratadas, instantáneas

Son productos que no requieren cocción y para su ingestión sólo requieren la adición de agua de acuerdo con las instrucciones para su uso.

b) Sopas o cremas condensadas o concentradas

Hacen referencia a productos líquidos, semilíquidos o pastosos que después de la adición de agua, producen preparaciones alimenticias.

c) Sopas o cremas deshidratadas

Hacen referencia a productos secos que después de su reconstitución y cocción, de acuerdo con las instrucciones para su uso, producen preparaciones alimenticias.

d) Sopas o cremas listas para consumo

Son productos que no necesitan cocción y para su ingestión solo se requiere de calentamiento, si está indicado en las instrucciones de uso.

1.3.2 Ingredientes y especificaciones

Según la NTC (Norma Técnica Colombiana) define las sopas y cremas como: productos elaborados a base de mezclas de cereales y sus derivados, leguminosas, verduras, pastas, carnes en general incluyendo las de aves, pescados y mariscos, leche y sus derivados, y/o ingredientes característicos de su nombre (vegetales, especias, condimentos), con la adición o no de condimentos y/o sustancias saborizantes, grasas comestibles, cloruro de sodio, especias y sus extractos naturales o destilados u otros productos alimenticios que mejoran su sabor, y aditivos tales como los que se encuentran permitidos, o por la reconstitución y cocción de una mezcla equivalente de ingredientes, de acuerdo con las instrucciones para su uso.

Las especificaciones que deben cumplir las sopas y cremas permite máximo 14.0 g de sodio por litro de producto preparado, también las que son elaboradas con base en granos de cereales y leguminosas secos, se permite un contenido de humedad hasta de 11% m/m [8].

1.3.3 Proceso de Elaboración

En el proceso de elaboración de sopas instantáneas como se muestra en la figura 1.2, inicia con la recepción de la materia prima donde se procede a la selección y pesado, si la materia prima requiere de un proceso de pelado, lo realizará. Se tritura para reducir el tamaño de la materia prima que se procederá a secar. Una vez terminada la etapa de secado es llevada al molino y se tamiza para convertirla en la harina base de la sopa instantánea, que junto con los demás ingredientes serán fraccionados y pesados para proceder a elaborar las sopas deshidratadas [9].

SOPA DE HABA

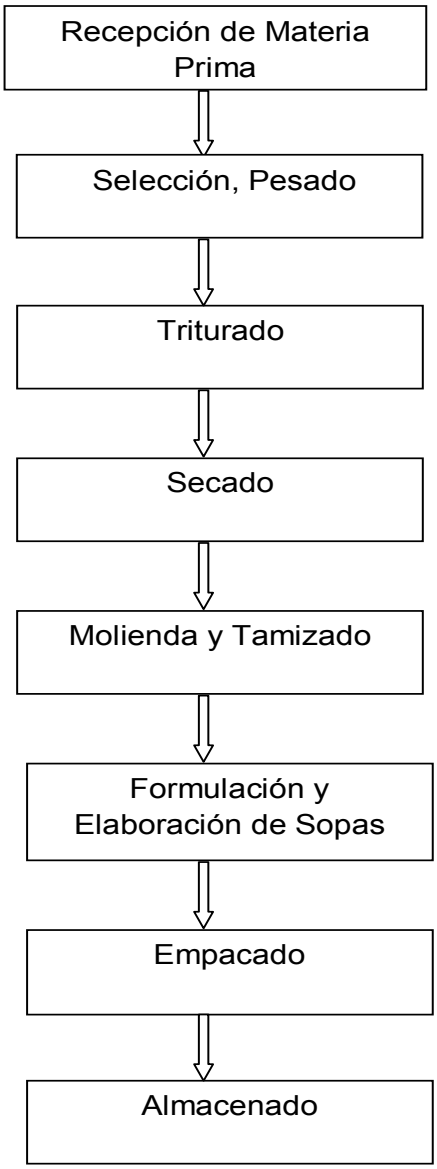

Figura 1.2 DIAGRAMA DE FLUJO DE ELABORACIÓN DE SOPAS DESHIDRATADAS

1.3.4 Principales Alteraciones

Las condiciones que producen las principales alteraciones de los productos con buena fuente de hidratos de carbono se pueden citar las siguientes: los excesos de temperatura, la humedad, la luz, el oxígeno o simplemente el tiempo. Todos estos factores provocan diversos cambios físicos y químicos, que se manifiestan por alteraciones del color, olor, sabor, consistencia o textura de los alimentos. Es por ello, la necesidad de conocer hasta qué grado las alteraciones limitan el consumo del producto. Debido a que este tipo de producto, atraviesa por el proceso de secado por aire caliente, la temperatura del aire, influye no sólo en el tiempo de secado sino en las reacciones degradativas que afectan las propiedades organolépticas y el valor nutricional [10].

1.4 Rehidratación de polvos

Algunos alimentos deshidratados enteros, en trozos o pulverizados, deben ser rehidratados para su consumo o uso posterior en diferentes procesos. Por este motivo, el estudio de la transferencia de materia ocurrida durante el fenómeno de rehidratación es importante. Por ejemplo, para el caso de la leche en polvo, ésta no

solo debe disolverse rápidamente, sino que también se debe formar una solución uniforme de características lo más parecida posible a la leche fresca.

Es importante considerar que la rehidratación no es el proceso inverso a la deshidratación, ya que ambos fenómenos tienen diferentes mecanismos de transferencia de materia y dependen de factores distintos. Hay dos tipos de factores que influyen sobre el proceso de rehidratación:

- Factores extrínsecos
- Factores intrínsecos

En cuanto al primero se puede encontrar que el pre tratamiento al secado, el método de secado, la temperatura y velocidad de secado además de la temperatura de almacenamiento marcan una tendencia en el comportamiento de los alimentos en el proceso de rehidratación. De acuerdo a lo que tiene que ver con los agentes internos se puede mencionar el líquido de rehidratación, la temperatura de la solución y las características del producto.

Los autores, Vega- Mercado (2000) [10] ; Barbosa-Cánovas (2000) [10] y Hogekamp (2003) [11], consideran que la rehidratación se la puede considerar como una medida del daño en el alimento

ocurrido durante la deshidratación, considerándose como un proceso complejo que ayuda a restaurar las propiedades del alimento fresco, anteriormente deshidratado con o sin pre tratamientos al secado.

Dentro del fenómeno de la rehidratación existen tres procesos simultáneos:

a) la absorción del agua dentro del material deshidratado
b) la lixiviación de solutos
c) el hinchamiento del material

Donde el cambio de volumen del producto deshidratado es proporcional a la cantidad de agua absorbida, aumentando o recuperando su tamaño o volumen inicial [11].

CAPÍTULO 2

2. PROCESO DE OBTENCIÓN DE LA HARINA

2.1 Características de Materia Prima

Para el proceso de obtención de la harina, se utilizó el grano del haba (*Vicia Faba, L.*), mostrada en la figura 2.1. El cual, fue adquirido en un mercado local de la ciudad de Guayaquil.

El color de la semilla es verde claro, el índice de madurez de la semilla de la gama de colores del Pantone es de: 372U y 379U. La figura 2.2, muestra la coloración seleccionada del Pantone[1].

[1] Guía Pantone - .Colores Sólidos. Edición 2005

Figura 2.1 GRANO DE HABA

Figura 2.2 COLOR 372U Y 379U PANTONE DEL HABA

Para la obtención de la harina de haba, se escogieron habas con la madurez correspondiente a los colores del Pantone mostrados en la figura 2.2, ya que estos proveen una harina con características idóneas para la elaboración de la sopa deshidratada.

2.2 Metodología de trabajo

2.2.1 Ensayos Físico-Químicos

Para determinar las características físicas y químicas de la materia prima, se realizaron ensayos para determinar pH, acidez, humedad, y actividad de agua. Mediante un procesamiento de las muestras, usando el procesador de alimentos ALTON MC – 3000 que permite hacer una reducción en el tamaño de muestra, el cual facilita la determinación de los análisis que se detallan a continuación en la tabla 2.

TABLA 2

ENSAYOS FÍSICO- QUÍMICOS DE LA MATERIA PRIMA

ANÁLISIS	EQUIPO	RESULTADO
pH	pH metro QW090	6,835 +/- 1
Humedad	Humidímetro Kern M1B 50-3	68,81 +/- 2%
Actividad de agua	Analizador de Aw AquaLab Series 3	0,9920 +/- 0,033
Acidez titulable	AACC Method 02-31.01	0,01531 +/- 0,0002 g/ml

Elaborado por: Johanna Macías y Rita Vinces, 2011

2.2.2 Secado

La materia prima debe estar previamente triturada para realizar el proceso de secado; es decir, una reducción adecuada del tamaño. La cantidad de habas procesadas fue de 1 kilogramo. Se colocó una fina capa de de la misma en cada una de las cuatro bandejas que ingresaron al secador de cabina tipo bandeja marca Gunt modelo CE 130.

Los parámetros de trabajo fueron: temperatura 55 ± 5 ºC, con una velocidad del aire de 0,5854 +/- 0,2 m/s.

La materia prima se secó en forma de hojuelas de maíz, sobre las 4 respectivas bandejas, y se tomó el peso cada 5 minutos además la temperatura, velocidad del aire, y humedad relativa.

El tiempo requerido para que la materia prima llegara a peso constante fue de 7 horas.

Después de culminar este proceso de secado, se colocó la materia prima seca en recipientes asépticos para su posterior análisis físico-químico.

2.3 Isotermas de Sorción

La humedad y la actividad de agua inicial de la materia prima se determinó mediante el medidor de Humedad Kern & Sohn GmbH y por el medidor de actividad de agua AquaLab respectivamente. Luego, por medio del método isopiéstico con sílica gel como material absorbente, se obtuvieron los datos de humedad y actividad de agua.

Para calcular las humedades libres (x) correspondientes a cada una de las humedades en base seca determinadas experimentalmente, se empleó la ecuación 1.3. Para ello, en primer lugar, se halló la isoterma de sorción mediante el software CurveExpert 1.3 y utilizando el modelo de GAB, se determinó que el valor de la monocapa de BET fue de 0.0107 g H_2O/ g s.s. y con un R^2 de 0,96. El cual indica un nivel de confianza razonable, de semejanza al modelo requerido. La isoterma de desorción del haba se muestra en la figura 2.3.

Los datos para realizar la isoterma, se los obtuvo a una temperatura constante de 25°C y las pruebas por triplicados.

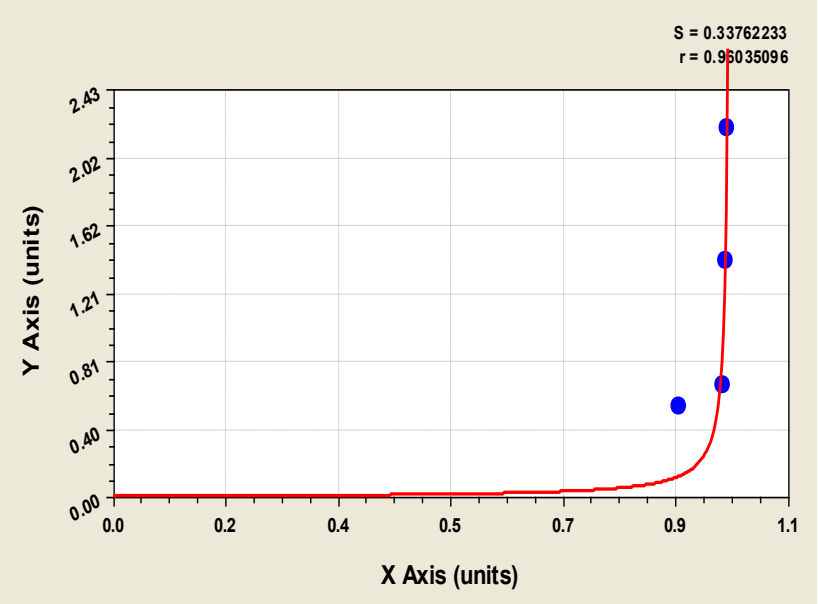

Figura 2.3 ISOTERMA DE DESORCIÓN DEL HABA A 25ºC

2.4 Proceso de secado

El proceso de secado se llevó a cabo utilizando un secador de cabina tipo bandeja marca Gunt. La materia prima triturada fue colocada en una fina capa en las bandejas de aluminio. Adicionalmente, durante el proceso de secado se obtuvieron datos de temperatura, la velocidad del aire y humedad relativa del aire de salida, los cuales se muestran en la tabla 3.

TABLA 3
PARÁMETROS DE SECADO

Área de secado (m^2)	0,504
T de Trabajo (^0C) A_w	55±2
Humedad relativa (%)	17±3
Velocidad del aire (m/s)	0,59±0,01

Elaborado por: Johanna Macías y Rita Vinces,2011

2.4.1 Curvas de secado

Para la elaboración de las curvas de secado, se determinaron los parámetros de peso de sólido seco (Ws), humedad en base seca (Xt) y humedad libre, con ayuda de las ecuaciones 1.1, 1.2 y 1.3 señaladas en el capítulo 1.

En la figura 2.4, se puede observar la pérdida significativa de humedad libre durante los 70 minutos del producto.

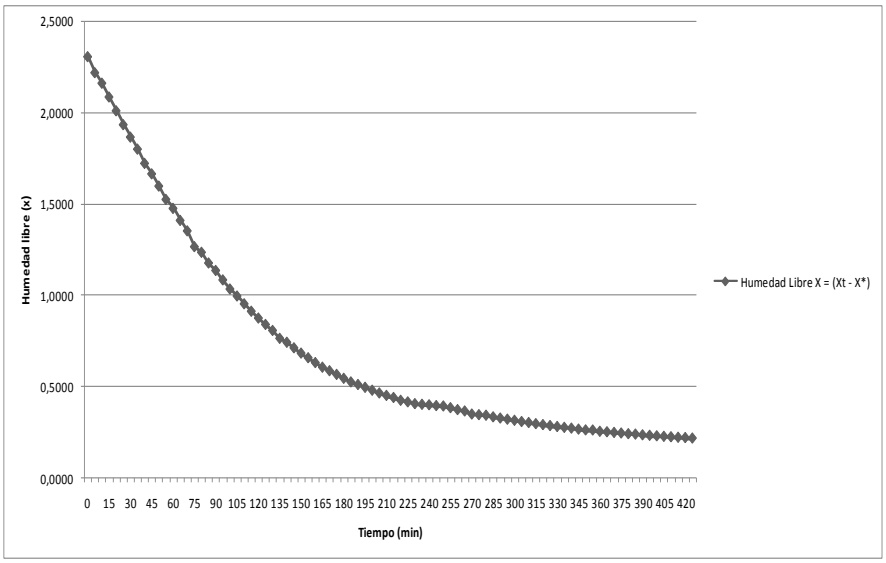

Figura 2.4 HUMEDAD LIBRE VS TIEMPO

Los cambios de la velocidad de secado de acuerdo a la humedad libre del sólido se observa en la figura 2.5.

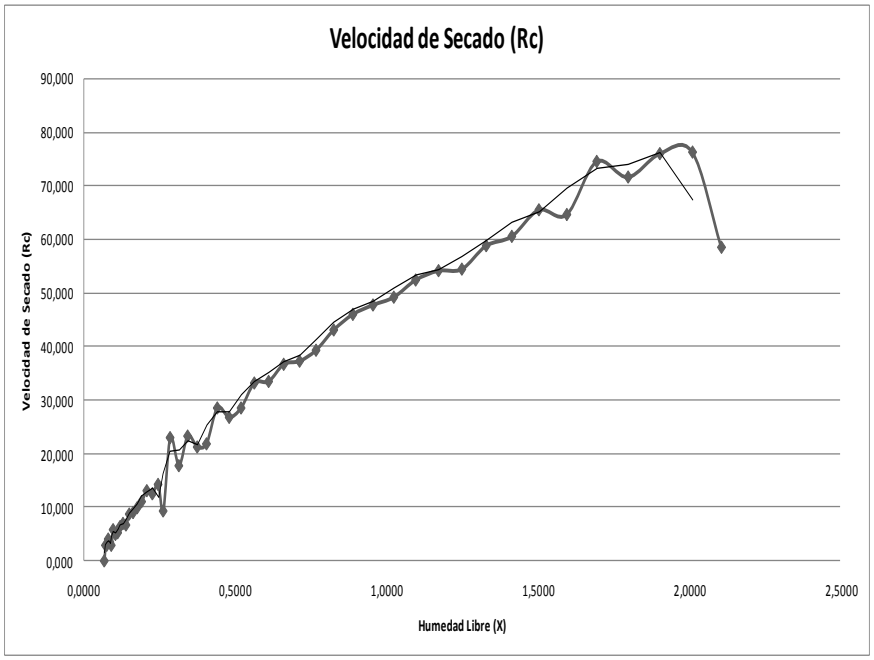

Figura 2.5 VELOCIDAD DE SECADO VS HUMEDAD LIBRE

Por medio de las curvas de velocidad de secado realizadas en las pruebas, se obtiene la humedad crítica de secado cuyo valor obtenido fue de 1,25 +/- 0,2 g de agua/ g s.s. Los datos utilizados para elaborar las curvas de secado se encuentran en el apéndice A.

2.5 Caracterización de la Harina

La harina de Haba (*Vicia Faba, L.*), tiene una coloración verde amarillento[2], como se puede apreciar en la figura 2.6, de la gama de colores Pantone 372U y 379U.

Figura. 2.6 COLOR 372U Y 379U PANTONE DE LA HARINA

En la tabla 4 se muestra los resultados de los ensayos físico – químicos realizados a la harina de haba obtenida.

[2] Guía Pantone - .Colores Sólidos. Edición 2005

TABLA 4
ENSAYOS FÍSICO- QUÍMICOS DE LA HARINA

ANÁLISIS	EQUIPO	RESULTADO
pH	pH metro QW090	6,55 +/- 0,3
Humedad de la Harina	Humidímetro kern MIB 50-3	8,40 +/- 0,4%
Actividad de agua (25°C)	Medidor de Aw AquaLab Serie 3	0,5597 +/- 0,2
Acidez titulable	AACC Method 02-31.01	0,1737 +/- 0,3 g/ml
Cenizas	AACC 08-01	3,54 +/- 0,3%

Elaborado por: Johanna Macías y Rita Vinces, 2011

Granulometría

Para determinar la granulometría de la harina de haba, se utiliza una serie de tamices, marca Tyler, con diferentes diámetros que son ensamblados en una columna, el peso de la masa inicial fue de 150 g de harina.

En la parte superior del equipo, donde se encuentra el tamiz de mayor diámetro, se agrega la harina de haba y la columna de

tamices se somete a vibración por 15 minutos, en cada malla se retiene diferentes cantidades de harina.

En la tabla 5 se muestra el porcentaje de masa retenida y la malla utilizada.

TABLA 5
DATOS DE MASA RETENIDA DE LA HARINA

MALLA	MASA RETENIDA %
50	2,63
70	5,06
100	10,05
140	45,01
200	17,61

Elaborado por: Johanna Macías y Rita Vinces, 2011

En la tabla 6, se registran los resultados del análisis granulométrico realizado a la harina obtenida.

TABLA 6
RESULTADOS DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LA HARINA

Clase	Malla	Masa Retenida (g)	▲Xi	Xi	Yi	Diámetro superior (mm)	Dpi	▲Xi/ Dpi	D Reboux
1	50	3,9	0,026	1	0	0,297	0,254	0,104	
2	70	7,5	0,051	0,974	0,026	0,21	0,180	0,282	
3	100	14,9	0,101	0,923	0,077	0,149	0,127	0,792	
4	140	66,7	0,450	0,823	0,177	0,105	0,090	5,029	0,16
5	200	26,1	0,176	0,372	0,628	0,074		-	
Fondo		29,1	0,196						
Total		148,2						6,206	

Elaborado por: Johanna Macías y Rita Vinces, 2011

CAPÍTULO 3

3. OBTENCIÓN DE SOPAS INSTANTÁNEAS A BASE DE HARINA HABA (*Vicia Faba, L.*)

3.1 Ingredientes

Para la elaboración de la sopa instantánea se utilizó como materia prima la harina de haba, sal, leche descremada en polvo, cebolla en polvo, salvia y glutamato monosódico. A continuación se detalla la función que cumple cada ingrediente:

Harina de haba: El ingrediente primordial en la elaboración del producto.

Sal: Condimento para realzar el sabor, la sal de cocinar es una combinación de cloro y sodio.

Leche descremada en polvo: Las proteínas de la leche en polvo pueden interactuar en interfaces agua/aceite para formar y estabilizar emulsiones.

Cebolla en polvo: Condimento para sazonar, mejorar o realzar el gusto de los alimentos, haciéndolos más apetitosos, más digeribles, para conservarlos mejor o aún, para complementar o lograr armonía entre todos los ingredientes de la preparación sin alterar el sabor natural de lo que se cocina.

Salvia: Es una especia aromática, con un sutil gusto a alcanfor.

Glutamato monosódico: Es un potenciador de sabor. Estas sustancias prácticamente no tienen sabor, pero acentúan el sabor natural de los alimentos. Por lo general, se usan cuando hay muy pocos o ningún ingrediente natural presente [12].

3.2 Formulaciones

Con el objetivo de elaborar un producto a base de la harina de haba agradable a los consumidores, se realizaron varias formulaciones, a las mismas que se les variaron las proporciones de harina de haba y de los demás ingredientes.

Las formulaciones propuestas para nuestro proyecto se muestran en la tabla 7.

TABLA 7
FÓRMULAS PROPUESTAS PARA LA ELABORACIÓN DE LA SOPA

INGREDIENTES	FÓRMULA 1 (%)	FÓRMULA 2 (%)	FÓRMULA 3 (%)
Agua	94.26	93.19	91.12
Harina de haba	4.71	5.59	7.29
Sal	0.79	0.93	1.22
Leche en polvo descremada	0.17	0.20	0.27
Salvia	0.03	0.04	0.05
Cebolla en polvo	0.02	0.03	0.04
Glutamato	0.01	0.02	0.02
TOTAL	100	100	100

Elaborado por: Johanna Macías y Rita Vinces, 2011

Se realizaron 3 formulaciones para la elaboración de la sopa de haba, la harina de haba no tuvo alteración de color y no perdió su aroma característico de las leguminosas. Los cuales no fueron inconvenientes para desarrollar las fórmulas.

En las formulaciones se buscaba la consistencia acorde para una sopa similar a la de un producto casero.

Por lo cual, estas formulaciones fueron sometidas a una evaluación sensorial para determinar cuál es la más aceptada por los consumidores.

3.2.1 Evaluación Sensorial

Las tres formulaciones desarrolladas, fueron sometidas a evaluación sensorial, con el objetivo de encontrar diferencias significativas entre las muestras que resulten del análisis estadístico y obtener la fórmula adecuada que le agrade al consumidor.

Para realizar la prueba de evaluación sensorial, se aplicó la escala hedónica de nueve puntos, donde el punto uno indica, me disgusta extremadamente y el punto nueve indica, me gusta extremadamente. Esta prueba fue realizada con 29 panelistas no entrenados, con edades comprendidas entre 18-26 años.

La ficha para la evaluación sensorial entregada a los panelistas se muestra en el Apéndice B. Los datos obtenidos fueron analizados mediante el análisis de varianza para la determinación de diferencias significativas entre muestras con un nivel de significancia de 5%.

Los resultados del análisis estadístico de los datos, indica que no existe diferencia significativa entre las formulaciones de las muestras. Por lo tanto la fórmula 2, fue la que se escogió debido a que su consistencia es similar a una sopa casera. Los valores obtenidos se lo muestran en el Apéndice C.

3.2.2 Aporte Nutricional y Energético

Según Consumer Eroski, el diario del consumidor español, en el que participan un grupo de científicos y otros profesionales, publicaron estudios sobre el haba. En la tabla 8 se muestra la comparación de las propiedades nutricionales entre habas frescas y secas.

TABLA 8
COMPARACIÓN NUTRICIONAL

COMPUESTO	HABA SECA	HABA FRESCA
Kcal	317.0	54.25
Proteína (g)	19.40	4.60
Grasa (g)	5.0	0.40
Hidratos de carbono (g)	55.0	8.60
Fibra (g)	15.0	4.20
Potasio (mg)	760	320
Hierro (mg)	9.5	1.70
Fósforo (mg)	380.0	37.8
Magnesio (mg)	160	28.0
Vit. B1 (mg)	0.35	0.17
Niacina (mg)	5.40	2.80
Folatos (mcg)	140.0	78.0

Fuente: EROSKI,2009

Su valor nutritivo depende si el haba es fresca o seca. Aporta hidratos de carbono, proteínas, fósforo, magnesio y hierro, siendo estos valores más altos en el haba seca que en la fresca. [13].

La legumbre seca es una de las de mayor contenido proteico, pudiendo superar al de la carne (de 19 a 25 g de cada 100 g), aunque cabe señalar que la calidad nutricional de esta proteína es inferior. Se trata de proteínas incompletas ya que son deficitarias en un aminoácido esencial denominado metionina. Este aminoácido se encuentra en buena proporción en los cereales y tubérculos, por ello, cuando coinciden ambos alimentos como ingrediente de un

mismo plato (habas con arroz o con patata), aumenta la calidad de la proteína del plato.

El aporte de hidratos de carbono oscila entre un 55 ó 60%, siendo normalmente el almidón el componente mayoritario. Además, destaca su elevado aporte de fibra (celulosa, hemicelulosa y pectina). El contenido en grasa (de tipo insaturado "grasa buena") de las habas es bajo (1-6%).

Se admite que es buena fuente de vitaminas del complejo B, en concreto de tiamina, niacina y folatos. En cuanto a los minerales, destacan el potasio, fósforo, magnesio y zinc; además de una cantidad apreciable de hierro.

El aporte energético se muestra en la tabla 9, cuyos datos fueron calculados de acuerdo a la tabla de composición de los alimentos ecuatorianos como se muestra en el apéndice D.

TABLA 9
INFORMACIÓN NUTRICIONAL DE LA SOPA DESHIDRATADA

Información Nutricional
Tamaño por porción: 17 g (200ml)
Porciones por envase: 5
Cantidad por porción
Energía 54,23 Kcal
Energías de la grasa 2,60 Kcal
Grasa Total 0,29 g
Carbohidrato Total 9,23 g
Fibra Total 5g
Proteína 3,68 g

Elaborado por: Johanna Macías y Rita Vinces, 2011

3.2.3 Rehidratación

Para el proceso de rehidratación de la harina, se realizaron 3 pruebas, utilizando diferentes relaciones harina- agua (p/v). Se agita y se deja un tiempo de reposo de 5 minutos, luego se procede a calentamiento durante 10 minutos y se deja enfriar, para observar la temperatura en la cual el producto se gelatiniza. En la tabla 10, se muestran los datos de las

temperaturas y las características del producto correspondiente.

TABLA 10

CAPACIDAD ABSORCIÓN DE H_2O y ^0T DE GELATINIZACIÓN

MUESTRA	RELACIÓN HARINA: AGUA (P/V)	CAPACIDAD ABSORCIÓN H_20 (27^0C)	^0T INICIAL GELATINIZACIÓN	CAPACIDAD ABSORCIÓN H_20 (93^0C)	USOS
1	1:10	Total	41.5±1	Total	Compota Dips
2	1:20	Separación Parcial	31.4±2	Total	Sopa
3	1:24	Separación Parcial	33±2	Separación Parcial	Muy fluido

Elaborado por: Johanna Macías y Rita Vinces, 2011

Como resultado a la transferencia de materia ocurrida durante la rehidratación se puede mencionar que el agua (o solución hidratante) es absorbida más rápidamente al inicio del proceso, luego disminuye gradualmente la absorción hasta que el contenido de humedad alcanza su equilibrio, esto es cuando todos los espacios queden saturados con agua o con solución hidratante.

Por lo tanto, la proporción harina: agua idónea es 1:20, debido a que tiene la consistencia a la de una sopa la cual se quiere lograr obtener.

3.3 Estabilidad

3.3.1 Determinación de humedad crítica

Las pruebas de determinación de humedad crítica, fueron determinadas por la cantidad de humedad que absorbe el producto sin modificar su funcionabilidad y sus características organolépticas. Por lo tanto, se define como humedad crítica, el punto en el cual el alimento pierde calidad nutricional, microbiológica o sensorial.

Las muestras de sopa deshidratada fueron colocadas en el equipo de baño maría a 100°C, por lapsos de tiempo determinados, inmediatamente se pesa la muestra y se observa la apariencia del producto, hasta determinar que el producto no es aceptable sensorialmente.

El producto cuando presentó mayor apelmazamiento y pérdida de aromas, se lo definió como inaceptable por su contenido de humedad. La tabla 11 muestra el porcentaje de humedad en base seca de las muestras seleccionadas.

TABLA 11
CONTENIDO DE HUMEDAD PARA DETERMINACIÓN DE HUMEDAD CRÍTICA

MUESTRAS	PORCENTAJE DE HUMEDAD	HUMEDAD EN BASE SECA
Patrón	8.40	0.0917
A	8.93	0.0981
B	9.37	0.1034
C	9.96	0.1106
D	11.03	0.1240
E (Inaceptable)	31.81	0.4665

Elaborado por: Johanna Macías y Rita Vinces, 2011

La apariencia de las primeras dos muestras, es similar a la muestra original. A partir de la muestra C se empieza a observar ligeramente la grumosidad y llegando a notarse más en la muestra D, ya que tiene una apariencia más desagradable y grumosa comparada con las otras muestras. Se puede indicar que a partir de la muestra C se define la humedad crítica. De acuerdo a lo anterior se define a la humedad crítica en Guayaquil en 0.1106 g/g s.s. con una actividad de agua de 0.56.

Para determinación de los efectos ganados por la cantidad de humedad en la consistencia del producto, se utilizó el consistómetro de marca Bostwick. Para determinar la consistencia recorrida por la sopa en 20 segundos a 40°C, la

consistencia fue evaluada en cm. Los resultados se muestran en la tabla 12.

TABLA 12
CONSISTENCIA DE LA SOPA A 40°C

MUESTRA	CONSISTENCIA (cm/20s)	A_w
Patrón	12.0±0.02	0.53
A	12.06±0.01	0.54
B	12.0±0.05	0.55
C	8.8±0.02	0.57
D	6.9±0.04	0.65
E	3.2±0.03	0.90

Elaborado por: Johanna Macías y Rita Vinces, 2011

Las muestras A y B, con poco contenido de absorción de agua la muestra tienen una consistencia ligera.

Mientras que las muestras C, D y E con una mayor absorción de agua, muestra una mayor viscosidad debido al nivel de espesamiento o gelatinización que proporcionan los almidones al producto.

3.3.2 Elaboración de Isoterma del producto terminado

Mediante de la ecuación de GAB, obtenida por el contenido de humedad (g/g en base seca) del producto y actividades de agua definidas por la exposición de la muestra al vapor de

agua en el baño maría, mediante el programa Water Analyzer, se puede elaborar las isotermas de absorción.

La isoterma proporciona información que permite seleccionar el material de empaque y determinar la vida útil del producto.

La isoterma se muestra en la figura 3.1, tiene una apariencia de una “s alargada”, debido a la estructura porosa del alimento, característico de productos que contienen almidón en su estructura. El valor de la monocapa de BET en la sopa de haba es de 0.0371 g H_2O/g s.s, con un R^2 de 0.93.

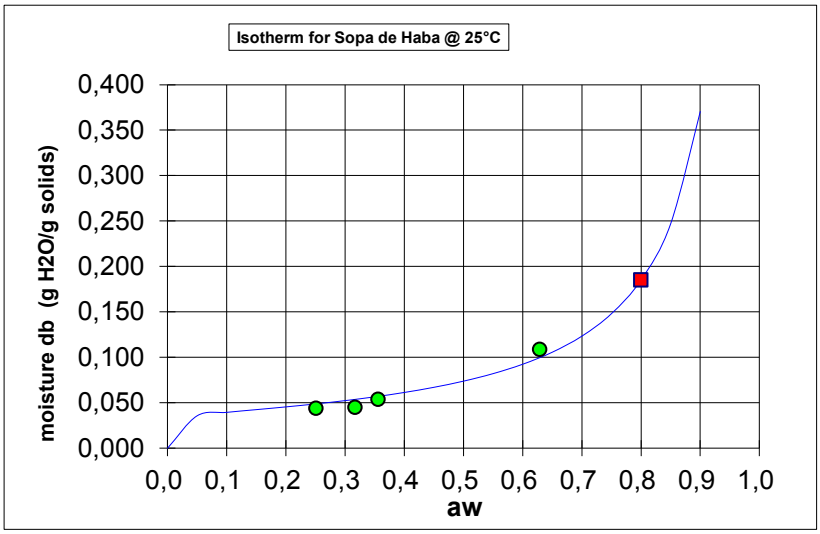

FIGURA 3.1 ISOTERMA DE ADSORCIÓN DE LA SOPA

3.3.3 Cálculo de Permeabilidad al vapor de agua en empaque

El envasado de los alimentos es una técnica fundamental para conservar la calidad de los alimentos, reducir al mínimo su deterioro y limitar el uso de aditivos. El envase cumple diversas funciones de gran importancia: contener los alimentos, protegerlos del deterioro químico y físico, y proporcionar un medio práctico para informar a los consumidores sobre los productos [14].

En la tabla 13 se indica los datos para el cálculo de permeabilidad que fueron tomados en condiciones ambientales (30^0C, 85%HR).

El área del empaque se la tomo de referencia de a los empaques de marcas comerciales existentes en el mercado.

TABLA 13
DATOS PARA EL CÁLCULO DE PERMEABILIDAD

H inicial	6.79 g H_2O/g s.s
H crítica	8.93 g H_2O/g s.s
H equilibrio	0.45 g H_2O/g s.s
Presión (25°C)	23.75 mm Hg
Área del empaque	0.017 m^2
Ws (sólidos secos)	16 g
Pendiente	0.42
Tiempo vida útil	90 días

Elaborado por: Johanna Macías y Rita Vinces, 2011

Para determinar la permeabilidad a la transmisión de vapor de agua del producto (k/x) se emplea la ecuación 3.1

$$\ln \tau = \ln\left(\frac{me-mi}{me-mc}\right) = \frac{k}{x}\,\frac{A}{Ws}\,\frac{Po}{b}\,\theta \qquad \text{Ecuación 3.1}$$

Donde se utiliza el tiempo de vida útil, el área de los empaques de prueba (A), (la determinación de la relación Volumen producto versus Empaque se encuentra en el Apéndice E). El volumen del producto dentro del empaque es del 75% o 75 cc., el peso seco del producto contenido (Ws), la presión de vapor de agua a la temperatura °T (Po), b es la tangente entre la Humedad crítica y la humedad inicial de la isoterma de adsorción, con sus respectivas actividades de agua. Estos cálculos se encuentran en el apéndice F.

El valor de permeabilidad (k/x) es de 3,80 $\times 10^{-5}$. Lo cual indica que el producto requiere de un empaque con alta barrera al vapor de agua.

Por lo tanto, se recomienda un empaque tipo laminado 1, que está conformado por los siguientes materiales: polietileno, adhesivo, aluminio, adhesivo, tinta, polipropileno, esto le proporciona una mayor barrera de protección a la transmisión de vapor de agua [15].

CAPÍTULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Se concluye en esta investigación que para el proceso de obtención de la harina de haba se debe seleccionar el índice de madurez de la semilla de la gama de colores del Pantone de 372U y 379U ya que nos proveen una harina con características idóneas para la elaboración de la sopa deshidratada. En este proyecto se utilizó, para el proceso de secado, 1000g de habas frescas, la humedad inicial fue de 68.81% en base húmeda un pH de 6.83 con actividad de agua de 0.99. El valor de la monocapa de BET fue de 0.0107 kg H_20/kg s.s.

2. El rendimiento de la harina obtenida del haba fresca fue del 34%, debido que en el proceso de molienda y tamizado quedan residuos de la materia prima disminuyendo el rendimiento. El contenido de humedad de la harina fue 8.40%, pH de 6.55, contenido de cenizas de 3.54% y

tamaño de partícula de 0.16mm. De acuerdo a la isoterma de absorción del haba, la humedad crítica es de 1.25 kg H_20/kg s.s.

3. En el proceso térmico, la harina no presentó ninguna alteración correspondiente al color, facilitando la elaboración de la sopa; y además de ser la materia prima con alto valor nutritivo.

4. En el proceso de rehidratación, la proporción harina: agua idónea es 1:20, debido a que la consistencia es similar a la de las sopas. Mediante la determinación de la humedad crítica del producto, se estableció que en la ciudad de Guayaquil la humedad crítica es 0.1106 g/g s.s. con actividad de agua de 0.56.

5. No fue necesario utilizar espesantes debido a que el haba es una de las legumbres con mayor contenido de almidón; por eso es muy recomendado como coadyuvante tecnológica en la industria alimentaria para preparar diferentes alimentos en especial en panadería.

6. Es importante tener en cuenta el lugar de almacenamiento del producto, ya que al contener almidón la materia prima, la humedad del medio afecta la estructura del almidón formando el apelmazamiento del producto difícil de disolver y alterando sus características organolépticas.

APÉNDICES

APÉNDICE A

DATOS CURVA DE SECADO DE HABA

DATOS CURVA DE SECADO										
Tiempo (min)	Peso	Peso de la muestra W (Kg)	%SS	Ws	Humedad en Base Seca Xt = (W -Ws)/W [Kg H_2O/Kg s.s]	Humedad Libre X = (Xt - X*)	X media	ΔX	Δt (horas)	Velocidad de Secado Rc = - (Ws/A)(ΔX/Δt) [Kg H_2O/h*m^2]
0	3236,1	0,7628	31,73%	0,2420	2,1516	2,1493	2,1078	-0,0830	0,083	58,447
5	3216	0,7427	32,59%	0,2420	2,0685	2,0662	2,0121	-0,1082	0,083	76,185
10	3189,8	0,7165	33,78%	0,2420	1,9603	1,9580	1,9041	-0,1078	0,083	75,894
15	3163,7	0,6904	35,06%	0,2420	1,8525	1,8502	1,7993	-0,1016	0,083	71,532
20	3139,1	0,6658	36,35%	0,2420	1,7508	1,7485	1,6956	-0,1058	0,083	74,440
25	3113,5	0,6402	37,81%	0,2420	1,6451	1,6428	1,5969	-0,0917	0,083	64,554
30	3091,3	0,618	39,16%	0,2420	1,5533	1,5510	1,5046	-0,0930	0,083	65,426
35	3068,8	0,5955	40,64%	0,2420	1,4604	1,4581	1,4151	-0,0859	0,083	60,483
40	3048	0,5747	42,12%	0,2420	1,3744	1,3721	1,3304	-0,0835	0,083	58,738
45	3027,8	0,5545	43,65%	0,2420	1,2910	1,2887	1,2500	-0,0773	0,083	54,376
50	3009,1	0,5358	45,17%	0,2420	1,2137	1,2114	1,1730	-0,0768	0,083	54,085
55	2990,5	0,5172	46,80%	0,2420	1,1369	1,1346	1,0974	-0,0744	0,083	52,341
60	2972,5	0,4992	48,48%	0,2420	1,0625	1,0602	1,0253	-0,0698	0,083	49,142
65	2955,6	0,4823	50,18%	0,2420	0,9927	0,9904	0,9565	-0,0678	0,083	47,688
70	2939,2	0,4659	51,95%	0,2420	0,9249	0,9226	0,8900	-0,0653	0,083	45,944
75	2923,4	0,4501	53,77%	0,2420	0,8596	0,8573	0,8268	-0,0611	0,083	43,036
80	2908,6	0,4353	55,60%	0,2420	0,7985	0,7962	0,7683	-0,0558	0,083	39,256
85	2895,1	0,4218	57,38%	0,2420	0,7427	0,7404	0,7140	-0,0529	0,083	37,220
90	2882,3	0,409	59,18%	0,2420	0,6898	0,6875	0,6615	-0,0521	0,083	36,639
95	2869,7	0,3964	61,06%	0,2420	0,6378	0,6355	0,6117	-0,0475	0,083	33,440
100	2858,2	0,3849	62,88%	0,2420	0,5903	0,5880	0,5644	-0,0471	0,083	33,149
105	2846,8	0,3735	64,80%	0,2420	0,5432	0,5409	0,5206	-0,0405	0,083	28,497
110	2837	0,3637	66,55%	0,2420	0,5027	0,5004	0,4814	-0,0380	0,083	26,752
115	2827,8	0,3545	68,28%	0,2420	0,4647	0,4624	0,4421	-0,0405	0,083	28,497
120	2818	0,3447	70,22%	0,2420	0,4242	0,4219	0,4064	-0,0310	0,083	21,809
125	2810,5	0,3372	71,78%	0,2420	0,3932	0,3909	0,3758	-0,0302	0,083	21,227
130	2803,2	0,3299	73,37%	0,2420	0,3630	0,3607	0,3442	-0,0331	0,083	23,263
135	2795,2	0,3219	75,19%	0,2420	0,3300	0,3277	0,3151	-0,0252	0,083	17,738
140	2789,1	0,3158	76,64%	0,2420	0,3048	0,3025	0,2861	-0,0326	0,083	22,972

145	2781,2	0,3079	78,61%	0,2420	0,2721	0,2698	0,2632	-0,0132	0,083	9,305
150	2778	0,3047	79,43%	0,2420	0,2589	0,2566	0,2465	-0,0202	0,083	14,248
155	2773,1	0,2998	80,73%	0,2420	0,2387	0,2364	0,2275	-0,0178	0,083	12,504
160	2768,8	0,2955	81,91%	0,2420	0,2209	0,2186	0,2093	-0,0186	0,083	13,085
165	2764,3	0,291	83,17%	0,2420	0,2023	0,2000	0,1921	-0,0157	0,083	11,050
170	2760,5	0,2872	84,27%	0,2420	0,1866	0,1843	0,1773	-0,0140	0,083	9,887
175	2757,1	0,2838	85,28%	0,2420	0,1726	0,1703	0,1638	-0,0128	0,083	9,014
180	2754	0,2807	86,23%	0,2420	0,1597	0,1574	0,1512	-0,0124	0,083	8,723
185	2751	0,2777	87,16%	0,2420	0,1473	0,1450	0,1403	-0,0095	0,083	6,688
190	2748,7	0,2754	87,89%	0,2420	0,1378	0,1355	0,1306	-0,0099	0,083	6,979
195	2746,3	0,273	88,66%	0,2420	0,1279	0,1256	0,1211	-0,0091	0,083	6,397
200	2744,1	0,2708	89,38%	0,2420	0,1188	0,1165	0,1128	-0,0074	0,083	5,234
205	2742,3	0,269	89,98%	0,2420	0,1114	0,1091	0,1056	-0,0070	0,083	4,943
210	2740,6	0,2673	90,55%	0,2420	0,1044	0,1021	0,0979	-0,0083	0,083	5,816
215	2738,6	0,2653	91,23%	0,2420	0,0961	0,0938	0,0918	-0,0041	0,083	2,908
220	2737,6	0,2643	91,58%	0,2420	0,0920	0,0897	0,0872	-0,0050	0,083	3,489
225	2736,4	0,2631	91,99%	0,2420	0,0870	0,0847	0,0818	-0,0058	0,083	4,071
230	2735	0,2617	92,49%	0,2420	0,0812	0,0789	0,0769	-0,0041	0,083	2,908
235	2734	0,2607	92,84%	0,2420	0,0771	0,0748	0,0727	-0,0041	0,083	2,908
240	2733	0,2597	93,20%	0,2420	0,0730	0,0707	0,0686		0,083	0,000
245	2732	0,2587	93,56%	0,2420	0,0688	0,0665				

A	36,2*28,5	0,0041268
X*	0,0023	

APÉNDICE B

FICHA PARA LA EVALUACIÓN SENSORIAL

ESCALA HEDÓNICA DE 9 PUNTOS

Modelo de Ficha

Tipo: Preferencia..... **Nombre:** .....

Test: Escala Hedónica..... **Fecha:** .....

Producto: ..... **Hora:** .....

Por favor, pruebe las muestras en el orden que se le dan, e indique su nivel agrado con cada muestra marcando con una (X) en la escala que mejor describe su sentir con el código de la muestra.

	Código de las muestras		
	121	**232**	**343**
1 = me disgusta extremadamente			
2 = me disgusta mucho			
3 = me disgusta moderadamente			
4 = me disgusta levemente			
5 = no me gusta ni me disgusta			
6 = me gusta levemente			
7 = me gusta moderadamente			
8 = me gusta mucho			
9 = me gusta extremadamente			

Comentarios: GRACIAS

APÉNDICE C

CÁLCULOS ESTADÍSTICOS Tabulación de datos

Jueces	Muestras			Totales
	Muestra#1	Muestra#2	Muestra#3	
1	6	5	7	18
2	3	7	8	18
3	7	8	7	22
4	4	7	3	14
5	6	7	6	19
6	5	5	6	16
7	5	6	2	13
8	5	6	5	16
9	7	6	7	20
10	6	3	3	12
11	6	5	3	14
12	5	4	2	11
13	4	3	3	10
14	5	9	8	22
15	4	4	7	15
16	6	7	4	17
17	5	4	5	14
18	4	7	8	19
19	5	5	5	15
20	6	5	7	18
21	4	5	5	14
22	7	6	4	17
23	4	7	6	17
24	7	7	8	22
25	4	6	5	15
26	5	7	8	20
27	5	4	3	12
28	4	2	3	9
29	3	4	5	12
Total	147	161	153	461
Promedio	5,07	5,55	5,27	

GLv = m-1 = 3-1= 2

GLv= 2

GLi = n-1 = 29-1=28

GLi = 28

GLt = (n*m)-1= (29*3)-1=

GLt= 86

GLr= GLt-GLv-GLj

GLr= 86-28-2= 56

FC = 461^2 / 87 = 2442.77

SCv= (147^2 + 161^2+ 153^2)/n – FC

SCv=70939/29 – 2442.77

SCv= 3.40

SCj = 18^2 + 18^2 + 22^2 + 14^2 + 19^2+ 16^2+…… / 3 (prod) – FC = 7687/3 – 2442.77=119.56

SCj= 119.56

SCt=(6^2+3^2+7^2……+3^2+3^2+5^2) –FC

SCt= 2669 – 2443.77 =

SCt=226.23

SCr = SCt-SCv-SCj

SCr = 226.23 – 3.40 – 119.56 =

SCr=103.27

Resultados de cálculos de Análisis de varianza.

Causas de variación	g de 1	Suma de cuadrados	Varianza	F calcul.	F tabul.(5%)
Jueces	28	119.56	4.27	2.32	2.38
Productos	2	3.40	1.7	0.92	3.73
Error	56	103.27	1.84		
Total		226.23			

Elaborado por: Johanna Macías y Rita Vinces, 2011

Como el valor de F calculado es inferior al de F tabulado, la conclusión es que este panel no establece preferencias significativas por alguno de los tratamientos.

APÉNDICE D

Tabla de composición de los alimentos ecuatorianos

Tabla de composición de Alimentos Ecuatorianos

CONTENIDO NUTRITIVO EN 100 g																
ALIMENTOS	Humedad (g)	Calorías	Proteína (g)	Extracto etéreo (g)	Carbohidratos totales (g)	Carbohidratos fibra (g)	Ceniza (g)	Calcio (mg)	Fósforo (mg)	Hierro (mg)	Caroteno (mg)	Tiamina (mg)	Riboflavina (mg)	Niacina (mg)	Ac. Ascórbico (mg)
Harina de Haba	8,3	357	24,6	2	62,6	1,4	2,5	31	345	11,4	0,02	0,38	0,16	2,09	0
Sal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Leche en polvo	7	345	33,1	0,3	51,9	0	7,7	1.357	927	2,2	0,04	0,17	1,45	1,07	0
Salvia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cebolla en polvo	85,3	34	2	0,4	11,7	0,8	0,6	29	48	0,6	0,01	0,05	0,02	0,38	8
Glutamato monosódico	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabla de Composición de la Sopa de Haba

		50 ml	200ml	PORCION COMESTIBLE /100g			En la dieta				
ALIMENTOS	PORCIÓN	PESO porción(g)		proteínas/100 g	grasas/100g	carbohidratos/100g	proteínas	kcal	grasas	kcal	carbohidratos	kcal
Harina de Haba	1	3,6	14,4	24,6	2	62,6	3,5424	14,1696	0,2880	2,5920	9,0144	36,0576
Sal	1	0,5	2	0	0	0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Leche en polvo	1	0,1	0,4	33,1	0,3	51,9	0,1324	0,5296	0,0012	0,0108	0,2076	0,8304
Salvia	1	0,02	0,08	0	0	0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Cebolla en polvo	1	0,015	0,06	2	0,4	11,7	0,0012	0,0048	0,0002	0,0022	0,0070	0,0281
Glutamato monosódico	1	0,0089	0,0356	0	0	0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
			16,9756			TOTAL Kcal	3,6760	14,70	0,2894	2,60	9,2290	36,92

TOTAL Kcal 54,23

Porcentaje de kcal

PROT	27,1%	GRASAS	4,80%	CHO	68,08%

APÉNDICE E

Determinación de la relación Volumen producto versus Empaque

1. Con los diferentes tipos de películas plásticas sencillas y laminadas, se elabora empaques de prueba, de menor volumen que el original.

2. Se determina la densidad de cada producto a ocupar dentro del empaque de la siguiente manera, con una probeta se llena hasta un volumen de 50 centímetros cúbicos y se registra el valor de masa en ese determinado volumen.

3. Una vez registrada su masa y el volumen se aplica la fórmula gravimétrica:

$$\boldsymbol{Densidad} = \frac{Masa}{Volumen}$$

4. El volumen del producto, dentro del empaque es del 75% o 75 cc. Se cuantifica la masa de cada producto en el empaque de la siguiente manera:

Masa = Densidad * Volumen

La densidad de cada producto, determinada en el paso 3 para un volumen de 75 centímetros cúbicos.

5. Se llena cada empaque con la cantidad de producto determinada en el paso 4, y se sella.

APÉNDICE F

Datos de permeabilidad

			% Humedad	Aw
	H.Inicial	Mi	0,049	0,476
	H.crítica	mc	0,098	0,593
	H.equilibrio	Me	0,45	1
ln τ	**(me-mi/me-mc)**		0,0692	
Pendiente	**(awc-awi/mc-me)**		0,42	
	Ws secos		16	
	Tiempo vida útil		90	Días
	Área		0,01	m^2
	Presión		23,756	mmHg
k/x	**lnτ/(A/Ws*Po/b*Ɵ)**		3,80E-05	

BIBLIOGRAFÍA

1. Bascur Gabriel. 1997. Adaptación de la Variedad de Haba *(Vicia Faba L.)* Portuguesa-Inia para Producción En Grano Seco Y Uso Agroindustrial en la Zona Centro Norte de Chile. Agricultura Técnica. 57(1):70-76.

2. Tratado de Botánica. 8a. Ed. Castellana. Ed. Omega S.A. Strasburger, E. Y Col.1994.

3. INIAP. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias.

4. Habas de huerta - Juan Cano Barón, Publicaciones de Extensión Agraria ISBN 84-341-0119-X.

5. Chancusig Edwin, 1997, Sistemas Agrícolas Andinos, Cultivos en Relevos Papa-haba-pasotos-animales, FEPP, Quito, Ecuador. 135p.

6. Tabla de Composición de los Alimentos Ecuatorianos. Instituto Nacional de Nutrición, Quito-Ecuador.

7. Treybal Robert F, Operaciones de Transferencia de Masa, Editorial Mc Graw Hill, México 1990, Segunda Edición.

8. Norma del Codex para los “Bouillons” y Consomés (Codex Stan 117-1981, Rev. 2-2001).

9. Norma Técnica Colombiana NTC 4482 Industrias Alimentarias Sopas y Cremas, 1998-09-23, Icontec.

10. G. V Barbosa y H. Vega-Mercado, Deshydration of Foods, Capítulo 2, Editorial Acribia, autorizado por Aspen Publishers 2000.

11. Hogekamp S. Schubert H. Rehydration of food powders, J Food Science and Technol Internat 2003.

12. Aditivos en los Productos Comestibles Funciones, Origen y Efectos Secundarios, Prof. Joaquín Velázquez Álvarez, 2010.

13. Comparación de las Propiedades Nutricionales entre Habas Frescas y Secas.

http://www.consumer.es/web/es/alimentacion/guia-alimentos/legumbres-y-tuberculos/2001/04/10/35019.php

14. Briggs DR and Lennard LB. Recent Developments in Food Technologies in "Food and Nutrition, Wahlqvist (Ed) 1997.

http://www.eufic.org/article/es/tecnologia-alimentaria/elaboracion-alimentos/artid/novedades-envasado-alimentos/

15. Coloma J. Álvarez V. Rigail A. Cornejo F., Determinación de la Permeabilidad de Vapor de Agua Máxima Requerida para el Empaque de Productos Secos.