

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

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

**“DESARROLLO DE UNA FORMULA PARA SOPA INSTANTÁNEA  
CON VALOR NUTRICIONAL A PARTIR DE HARINA DE ZANAHORIA  
BLANCA (ARRACACIA XANTHORRIZA BANCROFT)”**

**INFORME DE PROYECTO DE GRADUACIÓN**

Previo a la obtención del Título de:

**INGENIERAS DE ALIMENTOS**

Presentada por:

Juana Carolina Gutiérrez Barragán

Verónica Paola Reinoso Villacrés

**GUAYAQUIL – ECUADOR**

Año 2011

## AGRADECIMIENTO

*A la Ing. Grace Vásquez y a la MSc. Fabiola Cornejo Zúñiga, por su apoyo, guía y paciencia a lo largo de este proyecto. Al Ing. Xavier Chávez por su valiosa colaboración.*

*A la ESPOL, FIMCP y todos nuestros profesores, por entregarnos durante estos años los conocimientos y herramientas necesarias para el desarrollo de nuestra carrera profesional.*

*Carolina Gutiérrez Barragán*

*Verónica Reinoso Villacrés*

# DEDICATORIA

*A MI MADRE PORQUE NUNCA  
DEJÓ DE PERDER LA FE EN MI Y  
POR SER MI GUIA Y FORTALEZA,  
SIN TI ESTO NO SERÍA POSIBLE.*

*A MI PADRE POR SU  
ORIENTACIÓN Y APOYO.*

*A LA PERSONA QUE LLENÓ DE  
AMOR Y ALEGRIA MI CORAZÓN  
DESDE EL DIA QUE LO CONOCI.*

*A MI AMIGA Y COMPAÑERA  
VERONICA POR SU ESFUERZO  
CONSTANTE.*

*A TODOS LOS QUE  
CONTRIBUYERON A MI  
CRECIMIENTO COMO PERSONA  
Y COMO PROFESIONAL.*

*Juana Carolina Gutiérrez Barragán*

# DEDICATORIA

A MI HIJA, VALENTINA POR  
DARME FUERZAS DIARIAS CON  
TAN SOLO SONREIR Y  
COMPRENDER QUE MAMI TENÍA  
QUE IR A LA ESCUELITA,  
SACRIFICANDO ASÍ TIEMPO  
JUNTAS.

A MIS PADRES, POR SU APOYO  
CONSTANTE Y EJEMPLO DE  
SUPERACIÓN. LOS AMO.

A CHIQUI, MI EJEMPLO A  
SEGUIR. GRACIAS POR TU  
AYUDA Y CONFIANZA. TE  
QUIERO HERMANA.

A NENA POR SER MÁS QUE UNA  
TÍA Y NIÑERA, UNA SEGUNDA  
MADRE PARA MI HIJA. GRACIAS  
POR TODO HERMANA, TE  
QUIERO.

A CARITO, QUIEN DURANTE LA  
REALIZACIÓN DE ESTE  
PROYECTO SE CONVIRTIÓ EN  
MÍ AMIGA.

A EDISON, TE QUIERO AMIGO,  
GRACIAS POR COMPARTIR “TU  
SECRETO”.

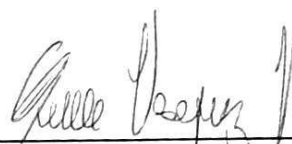
A KEEPWALKING, GRACIAS POR  
TU AYUDA CULINARIA Y TU  
AMISTAD.

Verónica Paola Reinoso Villacrés

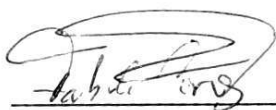
## TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



Ing. Francisco Andrade S.  
Decano de la FIMCP  
PRESIDENTE



Ing. Grace Vásquez V.  
DIRECTOR DE TESIS



MSc. Fabiola Cornejo Z.  
VOCAL

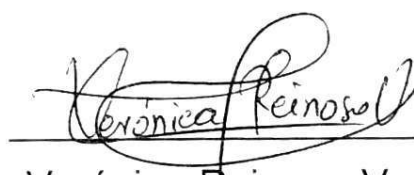
## DECLARACIÓN EXPRESA

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

(Reglamento de Graduación de la ESPOL)



Carolina Gutiérrez B.



Verónica Reinoso V.

## RESUMEN

Al realizar este proyecto, el objetivo principal fue el de elaborar una sopa instantánea a base de harina de zanahoria blanca (*Arracacia Xanthorrhiza* Bancroft), tubérculo producido en la serranía ecuatoriana, siendo escogida por su contribución de vitaminas A, E, D y K, además de su alta digestibilidad y agradable sabor.

En primer lugar, se realizó la caracterización Físico-Química de la materia prima, incluyéndose aquí el estudio del estado de madurez que debe tener la zanahoria blanca para el proceso de secado; dentro de los parámetros físicos se determinó el peso, diámetro, alto, porcentajes de desperdicio y de pulpa de la zanahoria blanca; los parámetros químicos que se analizó fueron el pH, aw, humedad relativa y acidez. Se determinó que la zanahoria blanca presenta un problema de pardeamiento enzimático, que es el color café que se forma al cortar y/o maltratar los tubérculos, ya que las reacciones iniciales que intervienen en este fenómeno están catalizadas por enzimas polifenol oxidasas (ppo), las cuales catalizan la oxidación de compuestos fenólicos a quinonas, con la consecuente transformación a pigmentos oscuros no deseables para la calidad industrial. Para lo cual se decidió realizar un pretratamiento en la pulpa de zanahoria blanca y lograr controlar este pardeamiento. Paralelamente se realizó la respectiva isoterma de sorción para zanahoria blanca pretratada, con el fin de establecer los parámetros adecuados que se deben tener durante el secado.

Al finalizar esta caracterización se llevó a cabo el estudio y proceso de secado, se determinó que la temperatura de secado debe ser de  $55,17 \pm 5,206^{\circ}\text{C}$  para un proceso de secado que dura aproximadamente 7 horas 30 minutos con lo que se logra pasar de una humedad relativa de

68,62% a una de 15,32%, esto con el fin de obtener una harina inocua y de buena calidad; a la cual se le realizó análisis Químicos y de granulometría. Dentro de los parámetros Químicos que se analizó están el pH, aw, humedad relativa, cenizas y acidez. En la granulometría se estableció la medida del diámetro de la partícula de harina, lo cual es sumamente importante al momento de realizar las pruebas de rehidratación. Al mismo tiempo, se enviaron muestras al Laboratorio Acreditado PROTAL para el respectivo análisis de proteínas, grasas y fibra necesario para el cálculo del aporte nutricional de la sopa.

Luego de haber obtenido una harina con los parámetros deseados, se procedió a realizar las respectivas formulaciones para obtener una mezcla de sopa instantánea, teniendo como base tres macro elementos; harina de zanahoria blanca, leche descremada en polvo y sal. Se seleccionó dos fórmulas para ser sometidas a pruebas sensoriales, las cuales se realizaron con un panel de 30 jueces en donde se escogió la fórmula más adecuada evaluando características sensoriales como el sabor y color, los resultados obtenidos fueron analizados estadísticamente por medio del programa MINITAB. Teniendo la fórmula con mayor aceptación se procedió a calcular el aporte energético y nutricional, además se la sometió a pruebas de rehidratación, teniendo que la mejor proporción para la rehidratación de la harina es de 0.111 harina: 1 agua.

En último lugar se realizó el estudio de estabilidad, se determinó los principales parámetros que deben ser controlados para mantener intactas el mayor tiempo posible las características sensoriales y físico-químicas de la sopa instantánea. Se analizó la propiedad física de los líquidos como es la viscosidad y los cambios sensoriales que presenta la mezcla en polvo al ser sometida a una alta humedad, además se

estableció la humedad crítica del producto, punto en el cual se empiezan a dar los primeros cambios en la sopa instantánea. Con los datos obtenidos de estas pruebas se construyó la isoterma de producto terminado, la cual fue necesaria al momento de realizar los cálculos de permeabilidad al vapor de agua en empaque.

Al finalizar este proyecto se obtuvo una fórmula para zanahoria blanca con características sensoriales adecuadas para su comercialización; de esta manera se pretende que este cultivo andino subexplotado pueda ser industrializado, ayudando así a la economía de pequeños agricultores.

| INDICE GENERAL                                     |      |
|----------------------------------------------------|------|
| RESUMEN.....                                       | II   |
| ÍNDICE GENERAL.....                                | V    |
| ABREVIATURAS.....                                  | VII  |
| SIMBOLOGÍA.....                                    | VIII |
| ÍNDICE DE FIGURAS.....                             | IX   |
| ÍNDICE DE TABLAS.....                              | X    |
| INDICE DE GRÁFICAS.....                            | XII  |
| INTRODUCCIÓN.....                                  | 1    |
| CAPÍTULO 1 GENERALIDADES.....                      | 3    |
| 1.1 Materia Prima.....                             | 4    |
| 1.1.1 Origen y Botánica.....                       | 5    |
| 1.1.2 Cultivos y disponibilidad.....               | 6    |
| 1.1.3 Composición química y Valor Nutricional..... | 8    |
| 1.2 Proceso de Secado.....                         | 11   |
| 1.3 Sopas Instantáneas.....                        | 16   |
| 1.3.1 Tipos y características.....                 | 17   |
| 1.3.2 Ingredientes y especificaciones.....         | 18   |
| 1.3.3 Proceso de Elaboración.....                  | 19   |
| 1.3.4 Principales Alteraciones.....                | 20   |
| 1.4 Rehidratación de polvos.....                   | 21   |
|                                                    |      |
| CAPÍTULO 2 PROCESO DE OBTENCIÓN DE LA HARINA.....  | 23   |
| 2.1 Características de Materia Prima.....          | 23   |
| 2.2 Metodología de trabajo.....                    | 24   |
| 2.2.1 Ensayos Físico – Químicos.....               | 28   |
| 2.2.2 Secado.....                                  | 28   |
| 2.3 Isotermas de desorción.....                    | 32   |
| 2.4 Proceso de secado.....                         | 33   |

|                                                                                                            |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.4.1 Curvas de secado.....                                                                                | 34 |
| 2.5 Caracterización de la harina.....                                                                      | 36 |
|                                                                                                            |    |
| CAPÍTULO 3                                                                                                 |    |
| OBTENCIÓN DE SOPAS INSTANTÁNEA A BASE DE HARINA DE ZANAHORIA BLANCA (Arracacia xanthorrhiza Bancroft)..... | 41 |
| 3.1 Ingredientes.....                                                                                      | 41 |
| 3.2 Formulaciones.....                                                                                     | 42 |
| 3.2.1 Evaluación sensorial.....                                                                            | 43 |
| 3.2.2 Aporte nutricional y energético.....                                                                 | 46 |
| 3.2.3 Rehidratación.....                                                                                   | 47 |
| 3.3 Estabilidad.....                                                                                       | 48 |
| 3.3.1 Determinación de Humedad crítica en función de la viscosidad.....                                    | 48 |
| 3.3.2 Elaboración de Isoterma del producto terminado.....                                                  | 52 |
| 3.3.3 Cálculos de permeabilidad al vapor de agua en empaque.....                                           | 53 |
|                                                                                                            |    |
| CAPITULO 4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....                                                             | 57 |
|                                                                                                            |    |
| APÉNDICES                                                                                                  |    |
|                                                                                                            |    |
| BIBLIOGRAFÍA                                                                                               |    |

## ABREVIATURAS

|                 |                       |
|-----------------|-----------------------|
| °C              | Grados Centígrados    |
| cm              | Centímetros           |
| cm <sup>2</sup> | Centímetros cuadrados |
| g               | Gramo                 |
| g/ml            | Gramo por mililitro   |
| h               | Hora                  |
| Kg              | Kilogramos            |
| m               | Metro                 |
| m <sup>2</sup>  | Metro cuadrado        |
| ml              | Mililitro             |
| mm              | Milímetro             |
| min             | Minuto                |
| s               | Segundo               |
| μm              | micrómetros           |
| %               | Por ciento            |

## SIMBOLOGIA

|                  |                                                    |
|------------------|----------------------------------------------------|
| A                | Área                                               |
| aw               | Actividad de agua                                  |
| b.h.             | Base húmeda                                        |
| $D_p$            | Diámetro promedio                                  |
| $D_{psup}$       | Diámetro superior                                  |
| ERH              | Humedad relativa en equilibrio                     |
| H <sub>2</sub> O | Agua                                               |
| HR               | Humedad relativa                                   |
| m                | Masa inicial                                       |
| me               | Humedad de equilibrio del alimento con el ambiente |
| mc               | Humedad crítica para el empaque                    |
| mo               | Humedad inicial                                    |
| pH               | Potencial de Hidrógeno                             |
| R                | Velocidad de Secado                                |
| s.s.             | Sólido seco                                        |
| T                | Temperatura                                        |
| t                | Tiempo                                             |
| $\Delta t$       | Diferencial de tiempo                              |
| $\Delta x$       | Diferencial de Humedad libre                       |
| x                | Humedad Libre                                      |
| xc               | Humedad crítica                                    |
| xt               | Humedad en base seca                               |
| $x^*$            | Humedad en equilibrio                              |
| W                | Peso de la muestra                                 |
| Ws               | Peso de sólidos secos                              |

## INDICE DE FIGURAS

|                                                                                                                    | <b>Pág.</b> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| Figura 1.2 Razones para el secado de alimentos.....                                                                | 11          |
| Figura 1.3.3 Proceso para la elaboración de sopa instantánea a base de harina de zanahoria blanca.....             | 19          |
| Figura 2.2 Cambios fisiológicos de la zanahoria blanca a través del tiempo.....                                    | 27          |
| Figura 2.2.2 Proceso para la elaboración de harina de zanahoria blanca por el método de secado por convección..... | 31          |
| Figura 2.3 Isotherma de desorción para zanahoria blanca.....                                                       | 32          |
| Figura 2.5 Equipo de tamizado.....                                                                                 | 38          |
| Figura 3.5.1 Viscosidad vs. Humedad para sopa de zanahoria blanca                                                  | 52          |
| Figura 3.5.2 Isotherma del producto terminado                                                                      | 53          |

## ÍNDICE DE TABLAS

|          | <b>Pág.</b>                                                                                                                        |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tabla 1  | Nominaciones de zanahoria blanca en otros países..... 4                                                                            |
| Tabla 2  | Condiciones de desarrollo de cultivo de la zanahoria blanca..... 5                                                                 |
| Tabla 3  | Composición químico proximal de la zanahoria blanca..... 9                                                                         |
| Tabla 4  | Composición de aminoácidos esenciales de las proteínas de zanahoria blanca comparadas con las proteínas de la FAO/OMC-1973..... 10 |
| Tabla 5  | Valores aproximados de las principales vitaminas presentes en la zanahoria blanca..... 10                                          |
| Tabla 6  | Promedio obtenido de peso, diámetro y alto de la zanahoria blanca..... 24                                                          |
| Tabla 7  | Rendimientos de la zanahoria blanca..... 25                                                                                        |
| Tabla 8  | Características físicas de la zanahoria blanca..... 25                                                                             |
| Tabla 9  | Diferentes estados fisiológicos de la zanahoria blanca... 26                                                                       |
| Tabla 10 | Características químicas de la zanahoria blanca..... 28                                                                            |
| Tabla 11 | Condiciones de operación durante el secado..... 33                                                                                 |
| Tabla 12 | Parámetros de secado..... 34                                                                                                       |
| Tabla 13 | Caracterización física de la harina de zanahoria blanca.... 37                                                                     |
| Tabla 14 | Caracterización química de la harina de zanahoria blanca..... 37                                                                   |
| Tabla 15 | Granulometría de la harina de zanahoria blanca..... 38                                                                             |
| Tabla 16 | Composición nutricional de harina de zanahoria blanca/100g 39                                                                      |
| Tabla 17 | Fórmulas iniciales propuestas para sopa de zanahoria blanca..... 42                                                                |
| Tabla 18 | Resultados prueba sensorial..... 44                                                                                                |
| Tabla 19 | Aporte nutricional y energético de la fórmula final para sopa instantánea de zanahoria blanca..... 46                              |
| Tabla 20 | Relación Harina de Zanahoria Blanca – Agua 47                                                                                      |
| Tabla 21 | Resultados obtenidos para determinar el intervalo de Humedad Crítica..... 49                                                       |

|          |                                                     |    |
|----------|-----------------------------------------------------|----|
| Tabla 22 | Datos obtenidos de las pruebas de consistencia..... | 51 |
| Tabla 23 | Contenidos de Humedad en Base Seca.....             | 55 |

## INDICE DE GRÁFICAS

|                                                                                                                                              | <b>Pág.</b> |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| Gráfica 1.1.2 Zanahoria blanca, evolución de la producción <sup>TM</sup> , superficie cosechada (Has) y rendimientos (TM/Ha), 1998-2003..... | 6           |
| Gráfica 1.1.3 Zanahoria blanca, principales zonas de producción, 2000.....                                                                   | 8           |
| Gráfica 2.4.1 Humedad en base seca (Xt) vs. Tiempo (t).....                                                                                  | 35          |
| Gráfica 2.4.2 Humedad libre (X) vs. Tiempo (T).....                                                                                          | 35          |
| Gráfica 2.4.3 Curva de velocidad de secado.....                                                                                              | 36          |
| Gráfica 3.3 Composición porcentual de Fórmulas.....                                                                                          | 44          |
| Gráfica 3.4 DOPLLOT fórmula vs. Puntaje.....                                                                                                 | 45          |

## INTRODUCCIÓN

La zanahoria blanca es un producto que se encuentra disponible todo el año, sus costos de producción son bajos y representa una alta fuente de carbohidratos, además de aportar calorías, fibra y minerales principalmente calcio, fósforo, hierro además de vitaminas como la niacina; es una raíz andina, siendo parte de la economía de los pobladores de las distintas zonas de la Cordillera Andina en los países del Sur de América, la cual no ha sido aprovechada.

Debido a las características de la harina y el almidón de la zanahoria blanca puede ser utilizada como ingrediente principal dentro de las sopas instantáneas, las cuales son actualmente un alimento que permite saciar el hambre, puede ser una buena manera de llevar a la población una propuesta alimenticia de alto valor nutritivo, además agregando a estas la utilización de harinas de tubérculos y raíces resultan como una interesante propuesta debido a los aportes de fibra dietética, almidón resistente y minerales.

Esta propuesta pretende diversificar el uso de la zanahoria blanca, planteando la formulación y elaboración de una sopa instantánea a partir de

harina de zanahoria blanca, con un alto valor nutricional y energético de fácil preparación; la cual fue sometida a una caracterización física, química, funcional y de estabilidad al almacenamiento a temperatura ambiente.

# **CAPÍTULO 1**

## **1 GENERALIDADES**

La zanahoria blanca, comercializada en Ecuador bajo este nombre, es más conocida en otros países de América del Sur por su nombre de “arracacha”, la cual no es aprovechada como cultivo para su industrialización, a pesar de ser rica en nutrientes y minerales. Se pretende en este capítulo estudiar a fondo sus características y el proceso que se debe seguir para industrializar este cultivo, estudiando para ello el secado y las generalidades en cuanto a sopas instantáneas.

## 1.1 Materia Prima

La zanahoria blanca es una raíz considerada como uno de los productos ancestrales dentro de la comunidad andina, incluyendo a Ecuador, siendo conocida en otros países con diferentes nombres, los cuales se sintetizan en la Tabla 1.

**TABLA 1**  
**NOMINACIONES DE ZANAHORÍA BLANCA EN OTROS PAISES**

| PAIS               | NOMINACIÓN                                                                                                                             |
|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Colombia</b>    | ➤ Arracacha                                                                                                                            |
| <b>Bolivia</b>     | ➤ Arracacha, Iacachu                                                                                                                   |
| <b>Venezuela</b>   | ➤ Arracacha<br>➤ Racacha<br>➤ Apio criollo<br>➤ Arrecate<br>➤ Aricachi                                                                 |
| <b>Perú</b>        | ➤ Racacha, Virraca, Ricacha                                                                                                            |
| <b>Ecuador</b>     | ➤ Zanahoria Blanca                                                                                                                     |
| <b>Puerto Rico</b> | ➤ Apio                                                                                                                                 |
| <b>Inglaterra</b>  | ➤ Arracacha Racacha<br>➤ White Carrot<br>➤ PeruvianCarrot<br>➤ PeruvianParsnip.                                                        |
| <b>Brasil</b>      | ➤ CenouraAmarela<br>➤ Batata Baroa<br>➤ Batata Fiusa<br>➤ Batata Tupenianbá<br>➤ Batata Arracacha<br>➤ Batata Jujiba<br>➤ Batata Suíça |
| <b>Francia</b>     | ➤ Panéme<br>➤ Pone De Terre Céleri                                                                                                     |

Fuente: Amaya Robles, Julca Hashimoto. "ARRACACHA" *Arracacia xanthorrhiza* Bancroft. Biodiversidad y Conservación de los Recursos Fitogenéticos Andinos. Gerencia Regional de Recursos Naturales y Conservación del Medio Ambiente, 2006. Página 4.

Elaborado por: Carolina Gutiérrez Barragán, 2010

Verónica Reinoso Villacrés

### 1.1.1 Origen y Botánica

Sin duda alguna la arracacha es la planta más antigua cultivada en América del Sur, entre Colombia, Ecuador y Perú siendo descrita en 1825 por Bancroft (18). La planta puede crecer hasta un metro o más, la altura promedio que alcanza es de 1.30 m., el tallo es un tronco cilíndrico y corto que alcanza 10 cm de alto y 10 cm de diámetro, y lleva en la parte superior numerosos brotes. Cada uno de éstos presenta hojas de pecíolos largos, divididas en 3-7 folíolos, muy recortados. Follaje de color verde o bronceado, según la variedad. Del tallo salen dos clases de raíces: finas y largas, o tuberosas y fusiformes. Estas últimas son la parte utilizable. Miden 5-25 cm de largo, tienen hasta 8 cm de diámetro.

Básicamente en la Tabla 2 se resumen las condiciones para el desarrollo de cultivo de Arracacha.

**TABLA 2**  
**CONDICIONES DE DESARROLLO DE CULTIVO DE ZANAHORIA**  
**BLANCA**

|                                   |                                                                                           |
|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>pH</b>                         | 6,3 – 6,8                                                                                 |
| <b>Temperatura (°C)</b>           | 13 – 22                                                                                   |
| <b>Precipitación Anual (m.m.)</b> | 700 – 1500                                                                                |
| <b>Altitud (m.s.m.n.)</b>         | 1200 – 2900                                                                               |
| <b>Tipo De Cultivo</b>            | Perenne                                                                                   |
| <b>Suelo</b>                      | Prefiere suelos sueltos y profundos, con un buen contenido de materia orgánica (3 – 3,5%) |
| <b>Inicio Cosecha</b>             | 9 – 11 meses                                                                              |

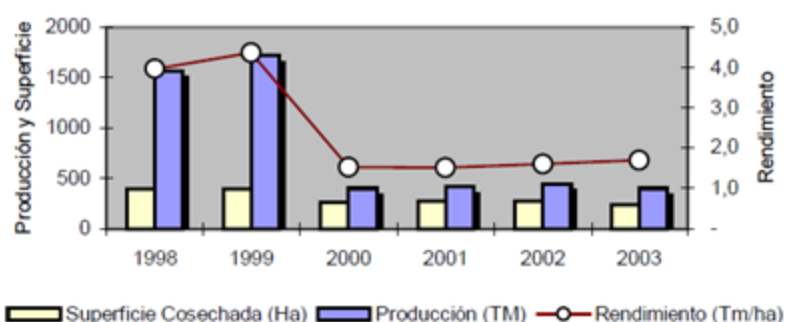
**Fuente:** Beltrán. Estudio de Prefactibilidad para la Implementación de una Granja Integral Autosuficiente en la Parroquia Gualea del Cantón Quito.(9)  
Elaborado por: Carolina Gutiérrez Barragán, 2010  
Verónica Reinoso Villacrés.

### 1.1.2 Cultivos y Disponibilidad

No existen datos actualizados sobre volumen de producción y áreas cultivadas de zanahoria blanca, no obstante acuerdo con estudios realizados en el año 2003 por instituciones como SICA, MAG Y OFIAGRO se registró que la producción de zanahoria blanca en el Ecuador tiene dos etapas perfectamente diferenciadas, la primera que abarca los años 1998 y 1999 está caracterizada por niveles de producción muy altos pasando de 1556 a 1716 TM respectivamente en los dos años, con una superficie cosechada que permaneció constante en 393 Ha, por lo que el rendimiento fue un 10% mayor en el año 1999 (Gráfica 1.1.2) (OFIAGRO 2005) (15).

**GRÁFICA 1.1.2**

**ZANAHORIA BLANCA; EVOLUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN <sup>TM</sup>, SUPERFICIE COSECHADA (Has.) Y RENDIMIENTOS (TM/Ha), 1998-2003**



Fuente: SICA, MAG, OFIAGRO

Elaborado por: OFIAGRO

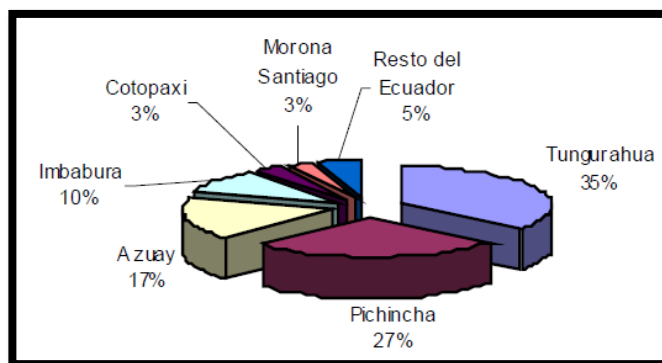
A partir del año 2000, la producción presenta una considerable disminución, la cual se ubicó en 404 TM un 76% menos que el año anterior, a pesar de que la superficie cosechada no tuvo una disminución tan sustancial (decreció un 33%). (OFIAGRO 2005) (15).

La tendencia se ha mantenido; en el 2001 la producción se incrementó en un 3% y la superficie cosechada en 4% llegando a 415 TM y 273 Ha respectivamente, cifra que no varió en el 2002 para la superficie cosechada, y para la producción alcanzó un 5% de crecimiento. (OFIAGRO 2005) (15).

En el año 2003 tanto la producción como la superficie cosechada se redujeron en un 8% y 13% equivalentes a 403 TM y 237 Ha, pero en contraste el rendimiento se incrementó en un punto porcentual alcanzando 1,7 TM/Ha. (OFIAGRO 2005) (15).

La zanahoria blanca es un tubérculo que se produce exclusivamente para el consumo interno del país, ubicándose entre sus principales zonas de producción a nivel nacional las provincias de: Tungurahua (35%), Pichincha (San José De Minas) (27%) y Azuay (17%), el restante 21% se distribuye entre Imbabura (Cotacachi), Cotopaxi, Morona Santiago y el Resto del Ecuador. (OFIAGRO 2005) (15).

**GRÁFICA 1.1.3**  
**ZANAHORIA BLANCA, PRINCIPALES ZONAS DE PRODUCCIÓN,**  
**2000**



**Fuente:** SICA, MAG, OFIAGRO (15)  
**Elaborado por:** OFIAGRO

### **1.1.3 Composición Química Y Valor Nutricional**

Dentro de la composición química un bloque interesante lo constituyen los carbohidratos totales, conformados en su mayoría por los azúcares y almidones que el organismo utiliza de un modo completo, así como fisiológicamente menos aprovechables, pentosanas, ácidos orgánicos, entre otros. (CIP, 2000) (8).

Sus raíces tienen textura y sabor agradables que combinan bien con otros alimentos. Son fáciles de digerir, producen un almidón fino y de alta calidad, tienen alto contenido de calcio, hierro, fósforo, betacaroteno y vitaminas hidrosolubles, además de las vitaminas A, E, D y K. (CIP, 2000) (8).

Su principal inconveniente es su corta vida de almacenamiento y su vulnerabilidad a sufrir daños durante el transporte. Aunque la zanahoria blanca es más conocida por sus raíces, ninguna parte de esta planta queda sin aprovecharse. Los tallos y las hojas se usan como alimento para animales y las hojas, que tienen un alto contenido de oxidantes, también se usan en muchas aplicaciones medicinales tradicionales, por sus propiedades curativas contra el reumatismo. (CIP, 2000) (8).

La Tabla 3 detalla la composición química y valor nutricional de la Zanahoria Blanca.

**TABLA 3**  
**COMPOSICIÓN QUÍMICO PROXIMAL DE LA ZANAHORIA BLANCA**

- Para 100 gramos de producto comestible –

| COMPONENTES      | g/100g de materia fresca |               |
|------------------|--------------------------|---------------|
|                  | Promedio                 | Variación     |
| Humedad          | 74,00                    | 64,12 – 61,37 |
| Sólidos totales  | 26,00                    | 16,83 – 34,14 |
| Carbohidratos    | 24,91                    | 19,25 – 29,87 |
| Proteínas        | 0,96                     | 0,60 - 1,85   |
| Lípidos          | 0,26                     | 0,19 – 0,35   |
| Cenizas          | 1,30                     | 1,05 -1,38    |
| Fibras           | 0,85                     | 0,60 – 1,24   |
| Almidón          | 23,51                    | 16,91 – 25,49 |
| Azúcares totales | 1,66                     | 0,65 – 1,98   |
| Calorías         | 104                      | 96 – 126      |

Fuente: (AMAYA J., JULCA J., 2006) (1)

**TABLA 4**

**COMPOSICIÓN DE AMINOÁCIDOS ESENCIALES DE LAS  
PROTEÍNAS DE LAZANAHORIA BLANCA COMPARADAS CON LAS  
PROTEÍNAS DE LA FAO/OMS-1973**

| AMINOACIDOS        | mg de aminoácidos/g de nitrógeno |                                       |
|--------------------|----------------------------------|---------------------------------------|
|                    | Arracacha                        | Proteína padrón de la FAO/OMS<br>1973 |
| Isoleucina         | 83                               | 250                                   |
| Leucina            | 237                              | 440                                   |
| Lysina             | 203                              | 340                                   |
| Metionina + Lysina | 179                              | 220                                   |
| Fenilalanina       | 386                              | 380                                   |
| Tirosina           | 186                              | 250                                   |
| Treonina           | 144                              | 60                                    |
| Triptofano         | 191                              | 310                                   |
| Valina             | 33.2                             | 100                                   |
| Valor<br>(E/T%)    | 22.6                             | 36                                    |

Fuente: (AMAYA J., JULCA J., 2006) (1)

**TABLA 5**

**VALORES APROXIMADOS DE LAS PRINCIPALES VITAMINAS  
PRESENTES EN LA ZANAHORIA BLANCA**

| Vitaminas   | 100 gr. De material fresco |
|-------------|----------------------------|
| Vitamina A  | 1.759                      |
| Tiamina     | 0.08                       |
| Riboflavina | 0.04                       |
| Niacina*    | 4.5                        |
| Piridoxina  | 0.03                       |

Fuente: (AMAYA J., JULCA J., 2006) (1)

De las vitaminas presentes en las raíces de arracacha (TABLA 5), la más importante es la Niacina, cuyos valores varían de 1.0 a 4.5 mg en 100g de raíces frescas y la Vitamina A, que puede alcanzar niveles de

hasta 6.800 U.I. (2.040  $\mu\text{mg}$  de carotenoides en 10 g.). (AMAYA J., JULCA J., 2006) (1)

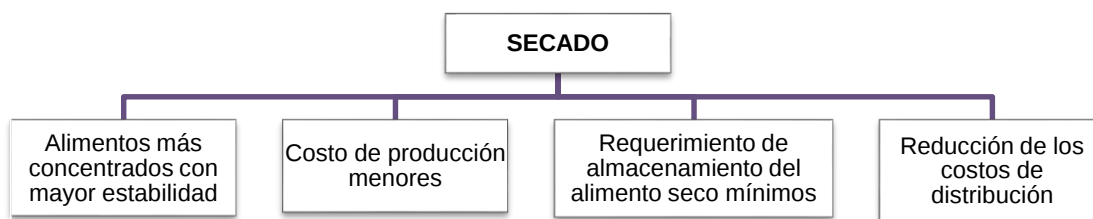
## 1.2 Proceso de Secado

Una de las formas de conservación más antiguas de alimentos perecederos ha sido el secado de alimentos, proceso que el hombre ha emulado de la naturaleza. Según Desrosier (1995), el secado natural de los alimentos por el sol da materiales bastante concentrados de calidad durable, a pesar de esto, el secado solar presenta limitaciones en cuanto al control de las condiciones climáticas, ya que éste está a merced de los elementos, de la misma manera no se podría tener un producto inocuo y la calidad del mismo sería menor que al ser secado artificialmente. (4).

De acuerdo con Barbosa, Lima y Barletta(1997), el principio del secado es el de disminuir la disponibilidad del agua del agua para las reacciones enzimáticas y de crecimiento microbiano mediante la eliminación del agua libre de los productos alimenticios.

Otras razones por las cuales se secan los alimentos se presentan en la Figura 1.2.

**FIGURA 1.2**  
**RAZONES PARA EL SECADO DE ALIMENTOS**



**Fuente:** (Desrosier 1995)

**Elaborado por:** Carolina Gutiérrez, 2010

Verónica Reinoso Villacrés

A pesar de que la reducción del contenido de agua ayuda a prolongar la vida útil del alimento, también pone en riesgo la calidad nutricional y organoléptica del mismo y estos parámetros deben ser controlados y estimados para que el producto que se va a obtener sea óptimo.

Al hablar de eliminación de agua se hace necesario repasar ciertos conceptos como:

- **Actividad de Agua:** En los alimentos el agua que se encuentra contenido en ellos puede estar más o menos “disponible” para ser participe dentro de reacciones físicas, químicas y microbiológicas. La mejor forma de expresar esta “disponibilidad”, es decir el “grado de libertad” del agua de un producto, es la relación entre la presión parcial de agua en el alimento ( $p$ ) y la presión de vapor del agua pura ( $p_o$ ) a la misma temperatura. (Casp,Abril, 2003) (3).

$$a_w = \frac{p}{p_o}$$

Durante el proceso de deshidratación, se elimina primero las moléculas de agua menos ligadas, la fracción que se extrae en último lugar corresponde a las moléculas de agua de estructura,

fuertemente ligadas por uniones electrostáticas a macromoléculas orgánicas del extracto seco. (Casp, Abril, 2003) (3).

- **Isoterma de Equilibrio:** A temperatura constante y bajo condiciones de equilibrio, existe una única relación entre el contenido de humedad y la actividad de agua de un alimento, dependiendo de que el equilibrio se alcance por adsorción o por desorción. Esta relación se conoce como *isoterma de equilibrio*. La actividad de agua,  $a_w$ , disminuye al mismo tiempo que lo hace el contenido de agua, la curva es generalmente sigmoideal. (Casp, Abril, 2003) (3).
- **Curva de Secado:** Una forma común de analizar los datos de secado es mediante una gráfica de la velocidad de secado frente al tiempo. Para obtener la curva de secado, se debe representar gráficamente la humedad libre frente al tiempo, la humedad libre estará expresada en kg de agua/kg de sólidos secos, donde el valor inicial se obtiene a partir de la determinación de humedad en una estufa a vacío y los otros valores de los datos del peso de la muestra. (Barbosa, Lima, Barletta, 1997) (2).

Según Casp y Abril (2003) el proceso de secado está normalmente dividido en tres fases: una fase inicial de precalentamiento, seguido de otra de velocidad de secado constante y una o más fases de velocidad de secado decreciente. Añadiendo a esto Barbosa, Lima y Barletta (1997), hacen mención a que existen ciertos materiales con una etapa de velocidad decreciente donde la velocidad de la curva de secado pasa por el origen, para estos materiales se muestra una velocidad de secado constante desde un contenido de humedad inicial hasta la humedad crítica; mientras que otros materiales muestran más de una etapa de velocidad decreciente.

Para calcular la Velocidad de secado, se determina primero el peso de sólidos secos por medio de la siguiente relación:(Alvarado, 2009). <sup>(1)</sup>

$$W_s = m (\%s.s.) \quad (\text{Ecuación 1.1})$$

Donde:

$W_s$  = 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 enbase seca, mediante la siguiente fórmula, considerando que Wses constante: (Alvarado, 2009). (1)

$$X_t = \frac{W - W_s}{W_s} \quad (\text{Ecuación 1.2})$$

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, sedebe calcular el parámetro de humedad libre, el cual seobtiene mediante la siguiente fórmula: (Alvarado, 2009). (1)

$$X = X_t - X^* \quad (\text{Ecuación 1.3})$$

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. (Alvarado, 2009). <sup>(1)</sup>

Posteriormente se calcula la Humedad media, promediando los valores de humedad libre previamente obtenidos. Finalmente la velocidad de secado se obtiene relacionando la cantidad de agua que se elimina durante un tiempo determinado en el área de secado definida. (Alvarado, 2009). <sup>(1)</sup>

Es decir, se calcula un diferencial de  $x$  media y del tiempo para calcular la velocidad de secado mediante la siguiente fórmula: (Alvarado, 2009). <sup>(1)</sup>

$$R = \frac{W_s}{A} x \left( \frac{\Delta X}{\Delta t} \right) \quad (\text{Ecuación 1.4})$$

Donde:

$W_s$  = Peso de sólidos secos

$A$  = Área superficial de la muestra

$\Delta x$  = Diferencial de humedad libre media

$\Delta t$  = Diferencial de intervalos de tiempo

### 1.3 Sopas Instantáneas

De acuerdo con la ICONTEC (1998), para Industrias Alimentarias referente a Sopas y Cremas, se define:

Sopas y cremas: son 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 permitidos, ó por la reconstitución y cocción de una mezcla equivalente de ingredientes, de acuerdo con las instrucciones de uso. (ICONTEC, 1998) (12).

#### **1.3.1 Tipos y características**

##### 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 y cumplen con lo definido en la definición de sopas y cremas de la presente norma.(ICONTEC, 1998) (12).

##### 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 que cumplen con la definición de sopas y cremas de la presente norma. Las sopas y cremas deshidratadas listos para el consumo deben tener un contenido de humedad máximo de 8% m/m. En las sopas y cremas elaboradas con base en granos de cereales y leguminosas secos, se permite un contenido de humedad máximo de 11% m/m. (ICONTEC, 1998) (12).

### **1.3.2 Ingredientes y especificaciones**

Basándonos en la experiencia de García, Pacheco, Tovar y Pérez (2007) el polvo de vegetales se utilizará como saborizante natural, siendo los más importantes la cebolla (*Allium cepa*), ajo porro (*Alliumporrum*), perejil (*Petroselinumcrispum*). (9).

En el capítulo dos se expondrá con mayor detalle las características de los ingredientes y las posibles fórmulas para el desarrollo de la sopa.

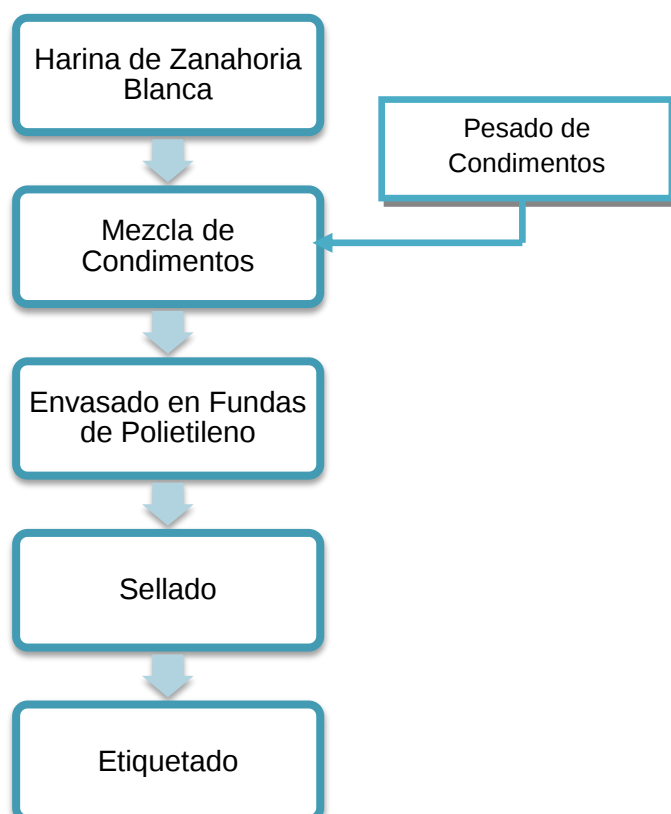
Dentro de las especificaciones en cuanto a los ingredientes, de acuerdo con la ICONTEC (1998), para Industrias Alimentarias

referente a Sopas y Cremas las cantidades de polvos de vegetales utilizados para las fórmulas de sopas están sujetas a las Buenas Prácticas de Fabricación y los límites máximos establecidos para diferentes aditivos se puede observar con más detalle en el Apéndice A.

### **1.3.3 Proceso de Elaboración**

En cuanto a la elaboración de la sopa la harina obtenida se mezclará homogéneamente con las respectivas proporciones de los ingredientes determinados, luego será empacada en fundas de polietileno (Herrera G. 2008). En la Figura 1.3.3 se esquematiza el procedimiento para la elaboración de sopa instantánea a base de harina de zanahoria blanca.

**FIGURA 1.3.3**  
**PROCESO PARA LA ELABORACIÓN DE SOPA INSTANTÁNEA A**  
**BASE DE HARINA DE ZANAHORIA BLANCA**



Fuente: (Bolaḡay D. 2004) (7).

Elaborado por: Carolina Gutiérrez Barragán, 2010  
Verónica Reinoso Villacrés

#### 1.3.4 Principales Alteraciones

Los valores bajos de  $a_w$  contribuyen a minimizar las posibles reacciones de deterioro de origen químico o microbiano que deterioran la calidad física y sensorial del producto. Si se controla el empaque, este puede extender la vida útil y comercial del producto a temperatura ambiente, produciendo un equilibrio termodinámico en la sorción de humedad (García A., Pacheco E., Tovar J., Pérez E. 2007) (9)

Con relación a algunas propiedades de los gránulos de almidón en zanahoria blanca y la importancia de estos en el desarrollo

de productos tipo sopa instantáneas, se menciona que por presentar un mayor contenido de amilopectina que de amilosa, alcanzan la temperatura de gelatinización en menos tiempo, con una tendencia menor a retrodegradar, lo cual representa una influencia favorable en la estabilidad de los geles en los productos finales (García A., Pacheco E., Tovar J., Pérez E. 2007) (9)

En cuanto a la influencia del secado sobre los microorganismos, se conoce que los mohos pueden crecer en los sustratos alimenticios con una humedad tan baja como el 12% mientras que otros con menos del 5%. Arriba del 2% de humedad puede ser anticipado el crecimiento del moho si las condiciones del medio circundante son favorables. En cambio para las enzimas, cuando son expuestas al calor seco, tal como se usa en el secado, estas son notablemente insensibles al efecto de la energía. Es importante, por lo tanto, controlar la actividad enzimática ya sea sujetando el material alimenticio a condiciones de calor húmedo o inactivando químicamente las enzimas (Desrosier 1995) (4).

#### **1.4Rehidratación De Polvos**

En la rehidratación de alimentos es de suma importancia analizar los fenómenos de transferencia de materia, los cambios en las propiedades nutricionales y sensoriales, así como los factores que influyen en este proceso.(Marín E., Lemus R., Flores B., Vega A. 2006) (13).

La rehidratación se puede considerar como una medida del daño en el alimento ocurrido durante la deshidratación, considerándose como un complejo proceso que ayuda a restaurar las propiedades del alimento fresco, anteriormente deshidratado con o sin pre tratamientos al secado. En algunos casos la velocidad de rehidratación sirve como medida de la calidad del producto deshidratado, siendo los alimentos deshidratados en condiciones óptimas, los que se deterioran menos y se rehidratan de forma normal.(Marín E., Lemus R., Flores B., Vega A. 2006) (13).

En resumen, en el fenómeno de la rehidratación existen tres procesos simultáneos: a) la absorción de agua dentro del material deshidratado, b) la lixiviación de solutos y c) el hinchamiento del material, donde el cambio de volumen del producto deshidratado es proporcional a la cantidad del agua absorbida, aumentando o recuperando su tamaño y volumen inicial. Las variables operacionales del secado (temperatura, velocidad de aire, humedad relativa y tiempo) afectan

significativamente la calidad final del producto rehidratado, por lo que es común utilizar índices numéricos para observar este efecto, entre estos indicadores destacan la capacidad de rehidratación y la capacidad de retención de agua, que tienen que ver con la estructura, el tejido y la capacidad de mantener el agua absorbida por el alimento (17).

Estos índices pueden disminuir o aumentar, ya sea por una desnaturalización y/o agregación de proteínas bajo el efecto calor, concentración de sales, desorción de agua, destrucción de pectinas y membranas celulares (17).

# **CAPÍTULO 2**

## **2. PROCESO DE OBTENCIÓN DE LA HARINA**

Para poder obtener una harina de zanahoria blanca con las mejores características organolépticas es necesario conocer y caracterizar la materia prima, obteniendo de estos análisis parámetros que nos permitan realizar un mejor proceso de secado. Para esto, este capítulo recopila toda la información obtenida durante todo el proceso para la obtención de la harina, incluyendo metodología y resultados.

### **2.1 Características de Materia Prima**

Para la caracterización de la materia prima se utilizaron raíces de zanahoria blanca, procedentes de la principal zona de producción ubicada en Quito, comercializada en el mercado “Juan Pueblo” de la ciudad de Guayaquil. Además cada uno de los análisis se hizo por duplicado.

## 2.2 Metodología de trabajo

Primeramente se determinó las características físicas, en cuanto a color, dimensiones y rendimiento con respecto a la porción comestible de la zanahoria blanca.

### Color

La prueba de determinación de color consistió en pelar la zanahoria blanca y observarla internamente, comparando su color con la tabla Pantone que sirve como referencia.

### Dimensiones

Aleatoriamente 20 unidades de zanahoria blanca fueron pesadas en una balanza analítica marca KERN, midiéndose además sus diámetros y altura, obteniendo el peso, diámetro y alto promedio que se muestran en la Tabla 6, todos los datos obtenidos se los presenta en el Apéndice A.

**TABLA 6**  
**PROMEDIO OBTENIDO DE PESO, DIÁMETRO Y ALTO DE LA**  
**ZANAHORIA BLANCA**

| PARAMETRO       | PESO (g)            | DIAMETRO (cm)     | ALTO (cm)         |
|-----------------|---------------------|-------------------|-------------------|
| <b>PROMEDIO</b> | <b>170,78±84,35</b> | <b>16,11±3,19</b> | <b>14,12±3,15</b> |

Elaborado por: Carolina Gutiérrez Barragán, 2010  
Verónica Reinoso Villacrés.

### Rendimiento

Se lo obtuvo al relacionar los pesos de la cáscara de cada zanahoria blanca y su pulpa. Los resultados se muestran en la TABLA 7.

**TABLA 7**

#### RENDIMIENTOS DE LA ZANAHORIA BLANCA

| <b>Peso (g)</b> | <b>Peso Cáscara (g)</b> | <b>Peso Pulpa (g)</b> | <b>% Desperdicios</b> | <b>% Pulpa</b> |
|-----------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|----------------|
| 138,4           | 13,5                    | 124,9                 | 9,754                 | 90,246         |

Elaborado por: Carolina Gutiérrez Barragán, 2010  
Verónica Reinoso Villacrés.

En la Tabla 8 se recopilan los resultados obtenidos de las pruebas físicas realizadas a la materia prima.

**TABLA 8**

#### CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA ZANAHORIA BLANCA

| <b>Pruebas</b>         |               | <b>Zanahoria Blanca</b> |
|------------------------|---------------|-------------------------|
| <b>Color</b>           |               | Pantone 1205 U          |
| <b>Dimensiones</b>     | Peso (g)      | 170,78±84,35            |
|                        | Diámetro (cm) | 16,11±3,19              |
|                        | Alto (cm)     | 14,12±3,15              |
| <b>Desperdicio (%)</b> |               | 9,754%                  |

Elaborado por: Carolina Gutiérrez Barragán, 2010  
Verónica Reinoso Villacrés.

Además de éstas, se trata de determinar el estado fisiológico óptimo en el cual debe encontrarse la zanahoria blanca para el proceso de secado. Se estableció una relación entre los días después de la cosecha y el color interno y externo de la zanahoria blanca,

comprobándose luego de una comparación entre los cortes internos de las zanahorias con diferentes estados de madurez que a partir de la cosecha se debe esperar como máximo 4 días para secar el producto, si este se encuentra al ambiente con una T° de 28°C y una HR de 85% a 95%, caso contrario el pre tratamiento aplicado a la zanahoria no surgirá efecto ya que internamente esta ya comienza a pardear debido al envejecimiento de los tejidos. Se puede observar esto en la Tabla 9 donde se muestran los diferentes estados de la zanahoria con sus días y los colores que presentan.

**TABLA 9**

**DIFERENTES ESTADOS FISIOLÓGICOS DE LA ZANAHORIA BLANCA**

| # DÍA    | CARACTERÍSTICAS DE LA ZANAHORIA BLANCA               | FOTOGRAFÍA                                                                           |
|----------|------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>1</b> | Color brillante interno y externo adecuado           |  |
| <b>3</b> | Color brillante interno y externo adecuado           |  |
| <b>4</b> | Empieza oscurecimiento interno en algunas zanahorias |  |

|          |                                         |  |                                                                                    |  |
|----------|-----------------------------------------|--|------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <b>5</b> | Presenta color y olor desagradable      |  |  |  |
| <b>7</b> | Podredumbre en casi toda las zanahorias |  |  |  |

Elaborado por: Carolina Gutiérrez Barragán, 2010  
Verónica Reinoso Villacrés.

Se determinó los siguientes estados en el primero, cuarto y séptimo día, pudiéndose notar en la Figura 2.2 1 el cambio de coloración de la zanahoria.

**FIGURA2.2**

**CAMBIOS FISIOLÓGICOS DE LA ZANAHORIA A TRAVÉS DEL TIEMPO**



**Elaborado por:** Carolina Gutiérrez Barragán, 2010  
Verónica Reinoso Villacrés.

### 2.2.1 Ensayos Físico – Químicos

En la tabla 10 se muestran resumidos los ensayos físicos químicos realizados en la materia prima.

**TABLA 10**  
**CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DE LA ZANAHORIA BLANCA**

| # DE MUESTRA   | 1     | 2     | PROMEDIO     | MÉTODO       | EQUIPO                     |
|----------------|-------|-------|--------------|--------------|----------------------------|
| <b>pH</b>      | 6,67  | 6,571 | 6,622±0,070  | AOAC 945.10  | Potenciómetro de electrodo |
| <b>Humedad</b> | 75,85 | 78,59 | 77,22±1,937  | AOAC         | Termobalanza               |
| <b>aw</b>      | 0,996 | 0,998 | 0,997±0,001  | AOAC         | AqualabWaterActivity Meter |
| <b>Acidez</b>  | 0,21% | 0,24% | 0,225%±0,021 | AOAC 942.15B | Equipo de titulación       |

**Elaborado por:** Carolina Gutiérrez Barragán, 2010  
Verónica Reinoso Villacrés.

### 2.2.2 Secado

Para la obtención de la harina de zanahoria blanca se aplicarán las siguientes operaciones:

**Recepción:** Se inspeccionará la materia prima para verificar que el estado fisiológico sea el adecuado para obtener una harina con buena calidad organoléptica.

**Lavado:** operación necesaria para eliminar impurezas de la materia prima.

**Pelado:** manualmente se eliminará la cáscara por medio de cuchillos.

**Rebanado:** Las zanahorias ya limpias se cortarán en rebanadas de 5 mm de espesor, con el objetivo de incrementar su área superficial, optimizando así el pre-tratamiento.

**Pre-cocción:** para evitar un pardeamiento enzimático durante el secado y el desarrollo de sustancias amargas en el sabor de la zanahoria blanca se procede a realizar una pre-cocción durante dos minutos.

**Escurrido:** realizado en un recipiente con orificios, a fin de eliminar el agua en exceso, esta fase se llevará a cabo durante 5 minutos.

**Triturado:** esta operación se la realiza con el fin de aumentar la superficie expuesta al aire caliente y el proceso de secado sea más rápido.

**Secado:** El proceso de deshidratación permitirá la estabilidad de la harina de zanahoria blanca (4,79% de humedad). Este se llevará a cabo en un secador de bandeja cuyas especificaciones se encuentran detalladas en el Apéndice B, los parámetros de secado se encuentran detallados en el apartado 2.4 del capítulo dos.

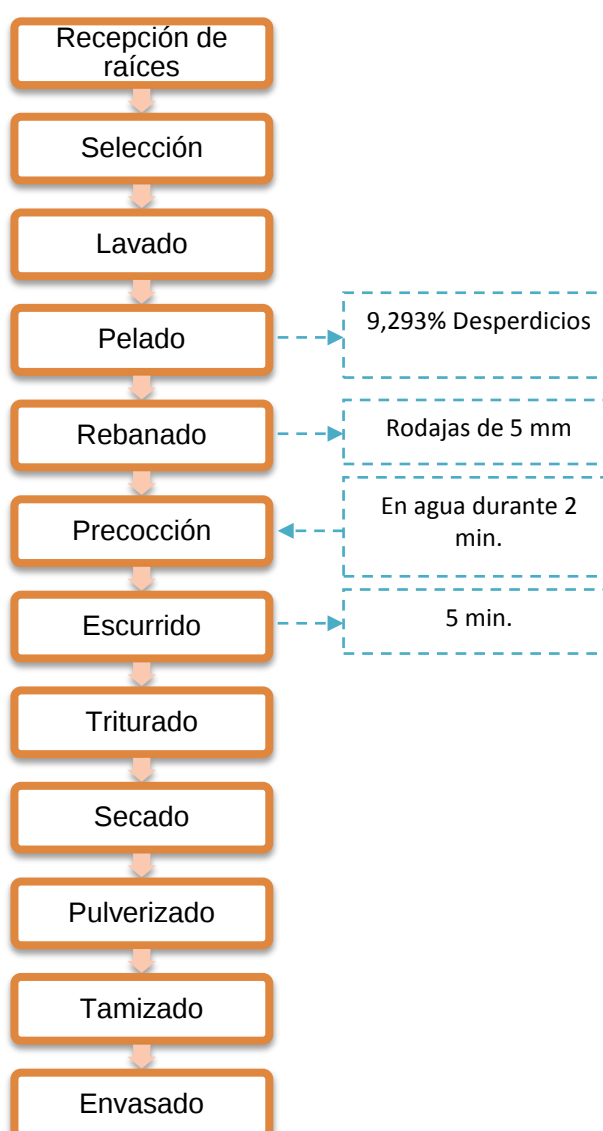
**Pulverizado:** Los trozos de zanahoria enfriados previamente serán sometidos a una pulverización a velocidad constante en un molino de martillos.

**Tamizado:** Las harinas obtenidas serán pasadas a través de diversos tamices con tamaño de poro 420, 297 y 250  $\mu\text{m}$ , para observar una mejor hidratación de la fibra y por consiguiente una mejor palatabilidad.

**Envasado:** La harina obtenida se envasa en fundas de polietileno recubiertas de aluminio en congelación ( $-10^{\circ}$ ) para su conservación hasta el momento de su uso. (García A., Pacheco E. 2007) (9).

El proceso para la elaboración de harina de zanahoria blanca por el método de secado por convección se resume en la Figura 2.2.2

**FIGURA 2.2.2**  
**PROCESO PARA LA ELABORACIÓN DE HARINA DE ZANAHORIA BLANCA POR EL MÉTODO DE SECADO POR CONVECCIÓN**



**Elaborado por:** Carolina Gutiérrez Barragán, 2010  
Verónica Reinoso Villacrés

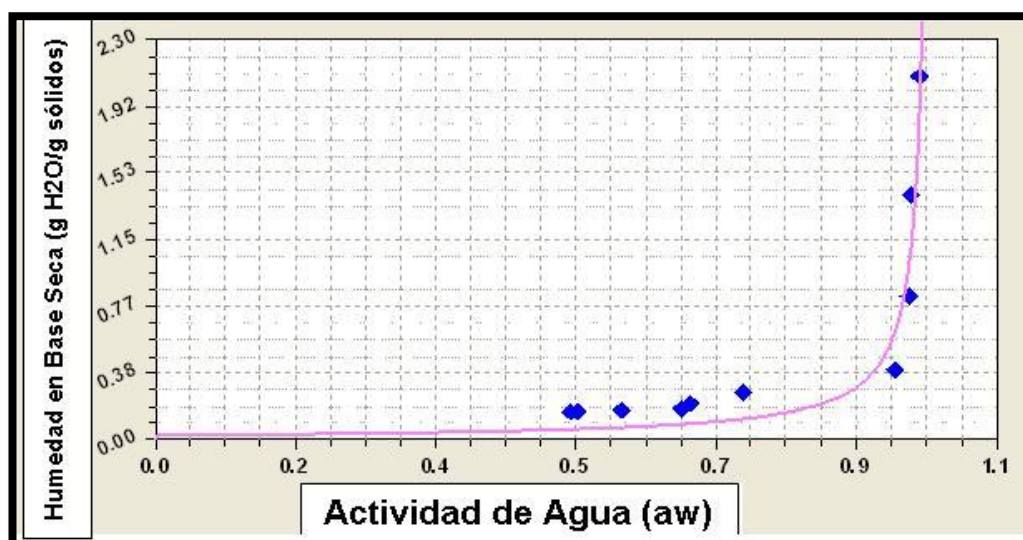
### 2.3 Isotermas de desorción

Para realizar las isotermas de desorción se siguió el procedimiento detallado en el Apéndice C.

Se determinó la Isoterma para el producto pre tratado ya que con este se trabajará para el secado. Los datos obtenidos luego de la experimentación se consignan en el Apéndice D.

Con estos datos se halló la isoterma de desorción mediante el programa CurveExpertVersion 1.34, y utilizando el modelo de GAB, se determinó que el valor de la monocapa es de 0,9728 g de H<sub>2</sub>O/g sólidos. La isoterma de desorción de la zanahoria blanca se muestra en la Figura 2.3.

**FIGURA 2.3**  
**ISOTERMA DE DESORCIÓN PARA ZANAHORIA BLANCA**



ELABORADO POR: Carolina Gutiérrez Barragán, 2010  
Verónica Reinoso Villacrés

## 2.4 Proceso de secado

Para el proceso de secado se utilizará un secador de bandeja, cuyas especificaciones se encuentran en el Apéndice B, en el cual se controlarán los parámetros de secado: velocidad de aire, temperatura de proceso, humedad relativa y peso del producto; datos que se registraran cada cierto tiempo con el fin de elaborar la curva de secado. Se realizaron mediciones de peso cada 5 minutos hasta peso constante.

La tabla 11 se presenta las condiciones de operación durante el secado como la temperatura de trabajo, humedad relativa del aire y velocidad de aire.

**TABLA 11**  
**CONDICIONES DE OPERACIÓN DURANTE EL SECADO**

|                                  |                 |
|----------------------------------|-----------------|
| <b>T° TRABAJO</b>                | 55,17°C±5,206°C |
| <b>HUMEDAD RELATIVA DEL AIRE</b> | 15,73%±2,64     |
| <b>VELOCIDAD DEL AIRE</b>        | 0,589m/s±0,028  |

**ELABORADO POR:** Carolina Gutiérrez Barragán, 2010  
Verónica Reinoso Villacrés

Las dimensiones de la bandeja se determinaron para conocer el área de secado. De acuerdo a la tabla 12, estas fueron:

**TABLA 12**  
**PARÁMETROS DE SECADO**

|                                       |         |
|---------------------------------------|---------|
| <b>LARGO (cm)</b>                     | 36,2    |
| <b>ANCHO (cm)</b>                     | 28,5    |
| <b>ESPESOR DE LA MUESTRA (cm)</b>     | 1       |
| <b># DE BANDEJAS</b>                  | 4       |
| <b>ÁREA DE SECADO (m<sup>2</sup>)</b> | 0,41268 |

ELABORADO POR: Carolina Gutiérrez Barragán, 2010  
Verónica Reinoso Villacrés

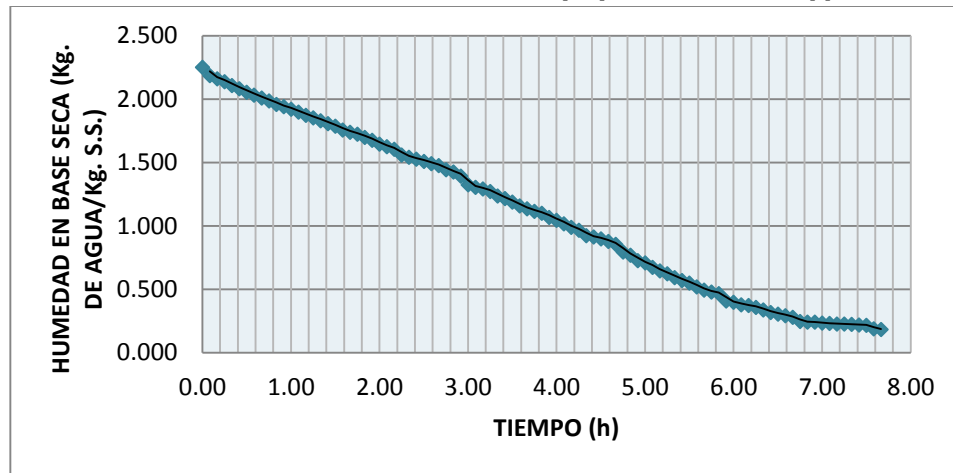
#### **2.4.1 Curvas de secado**

Durante el proceso de secado se tomaron datos de temperatura, humedad relativa, velocidad de secado, tiempo y peso del producto necesarios para poder establecer la curva de secado, todos estos datos se encuentran consignados en el Apéndice E.

Para la construcción de la curva de secado se sigue la metodología planteada en el capítulo 1 apartado 1.2, se presentan a continuación las respectivas curvas obtenidas del proceso de secado de zanahoria blanca.

En la gráfica 2.4.1 se presentan los valores de humedad del sólido en base seca (kg H<sub>2</sub>O/kgSS) a lo largo del tiempo (h) en el proceso de secado en bandeja de zanahoria blanca a  $55,17 \pm 5,206^{\circ}\text{C}$ .

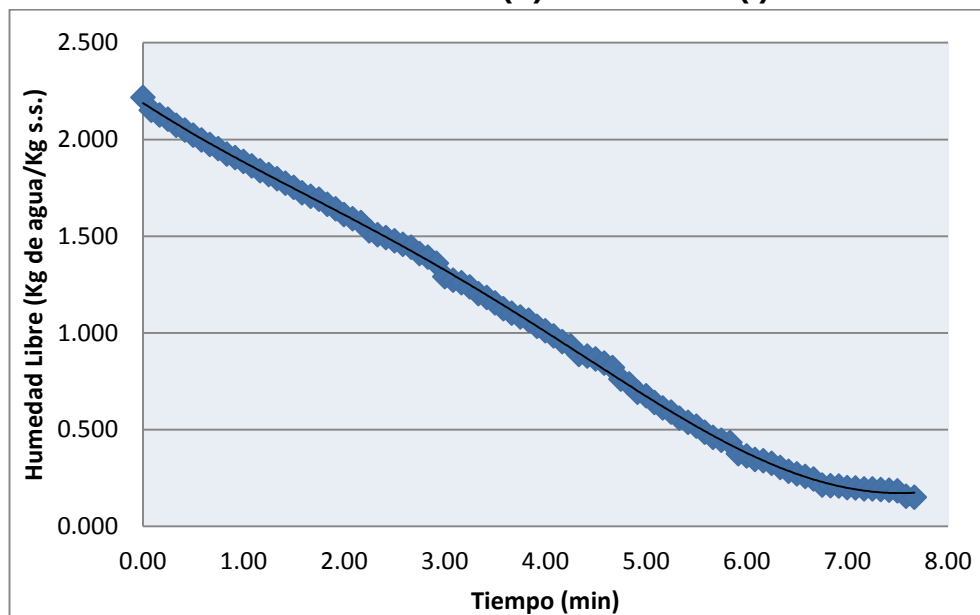
**GRAFICA 2.4.1**  
**HUMEDAD EN BASE SECA ( $X_t$ ) vs. TIEMPO (t)**



Elaborado por: Carolina Gutiérrez Barragán, 2010  
 Verónica Reinoso Villacrés

En la gráfica 2.4.2 se muestra la curva de Humedad libre en función del tiempo (min).

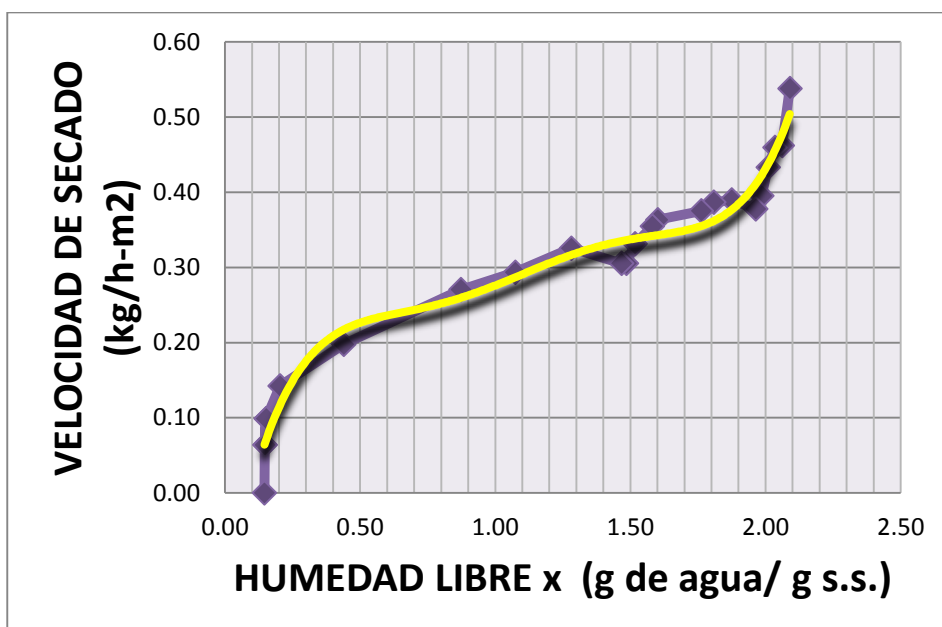
**GRAFICA 2.4.2**  
**HUMEDAD LIBRE (X) vs. TIEMPO (t)**



Elaborado por: Carolina Gutiérrez Barragán, 2010  
 Verónica Reinoso Villacrés

En la gráfica 2.4.3 se observa el comportamiento que experimenta la velocidad de secado en función de la humedad libre del sólido, durante el proceso de secado de zanahoria blanca. En la gráfica obtenida se pueden diferenciar los periodos característicos de un secado.

**GRAFICA 2.4.3**  
**CURVA DE VELOCIDAD DE SECADO**



Elaborado por: Carolina Gutiérrez Barragán, 2010  
Verónica Reinoso Villacrés

## 2.5 Caracterización de la harina.

La determinación de los parámetros de pH, humedad y cenizas de la harina de zanahoria blanca fue realizada por los mismos métodos de la materia prima, se resumen a continuación en las siguientes tablas 13 y 14

**TABLA 13**  
**CARACTERIZACIÓN FÍSICA DE LA HARINA DE ZANAHORIA**  
**BLANCA**

| <b>Características Organolépticas</b> | <b>Harina Zanahoria Blanca</b>      |
|---------------------------------------|-------------------------------------|
| <b>Color</b>                          | Pantone 7401 U                      |
| <b>Olor</b>                           | Característico                      |
| <b>Sabor</b>                          | Ligeramente dulce                   |
| <b>Aspecto</b>                        | Ligeramente fino con algunos grumos |
| <b>Consistencia</b>                   | Partículas sólidas                  |

**Elaborado por:** Carolina Gutiérrez Barragán, 2010  
Verónica Reinoso Villacrés

**TABLA 14**  
**CARACTERIZACIÓN QUÍMICA DE LA HARINA DE**  
**ZANAHORIA BLANCA**

| <b>Análisis</b> | <b>pH</b> | <b>Humedad</b> | <b>aw</b>  | <b>Ceniza</b> | <b>Acidez</b> |
|-----------------|-----------|----------------|------------|---------------|---------------|
| <b>Promedio</b> | 5,59±0,06 | 4,79±1,95      | 0,442±0,06 | 3,39±0,36     | 2,1%±0,200    |
| <b>Método</b>   | AOAC      | AOAC           | AOAC       | AOAC          | AOAC          |

**Elaborado por:** Carolina Gutiérrez Barragán, 2010  
Verónica Reinoso Villacrés

### **Granulometría**

El tamizado se realizó por medio de un juego de tamices marca Tyler de varios micrajes, el cual se muestra en la Figura 2.5.

**FIGURA 2.5**  
**EQUIPO DE TAMIZADO**



**Elaborado por:** Carolina Gutiérrez Barragán, 2010  
Verónica Reinoso Villacrés.

La granulometría debe estar de acuerdo al parámetro que exige la norma INEN 517 (Ver Apéndice F). (Alvarado, 2009). <sup>(1)</sup>

En la Tabla 15 se muestra los resultados de las pruebas realizadas a la harina de zanahoria blanca.

**TABLA 15**  
**GRANULOMETRÍA DE LA HARINA DE ZANAHORIA BLANCA**

| Clase        | Malla | Masa Retenida (g) | % de Retenidos ( $\Delta X_i$ ) | $D_{p_{sup}}$ (mm) | $\overline{D_p}$ (mm) | $X_i$ | $Y_i$ |
|--------------|-------|-------------------|---------------------------------|--------------------|-----------------------|-------|-------|
| 1            | 70    | 35,8              | 35,87%                          | 0,21               | 0,18                  | 1     | 0     |
| 2            | 100   | 4,4               | 4,40%                           | 0,15               | 0,127                 | 0,65  | 0,35  |
| 3            | 140   | 37,4              | 37,47%                          | 0,105              | 0,09                  | 0,606 | 0,394 |
| 4            | 200   | 12,5              | 12,52%                          | 0,074              | 0,037                 | 0,3   | 0,7   |
| <b>Fondo</b> |       | 9,7               | 9,72%                           | 0                  | 0                     | 0     | 0     |
| <b>TOTAL</b> |       | 99,8              | 99,98%                          |                    |                       |       |       |

**Elaborado por:** Carolina Gutiérrez Barragán, 2010  
Verónica Reinoso Villacrés

Para determinar el diámetro de partícula se emplea la ecuación de Reboux que se muestra en la ecuación 1.5 a continuación:

$$D_p = \frac{1}{\sum \frac{\Delta X_i}{D_p}}$$

(Ecuación 1.5)

Luego de aplicada se obtuvo un diámetro de partícula de 0.101 mm.

### **Análisis del contenido nutricional**

Con la finalidad de analizar el contenido nutricional de la harina de zanahoria blanca, se envió la misma al Laboratorio Acreditado de PROTAL (ESPOL) para realizar análisis de grasa total, proteína y fibra cruda.

El análisis completo se encuentra en el Apéndice G, el resumen se encuentra detallado en la Tabla 16.

**TABLA 16**

**COMPOSICION NUTRICIONAL HARINA DE ZANAHORIA  
BLANCA/100 g**

| <b>COMPOSICION NUTRICIONAL HARINA DE<br/>ZANAHORIA BLANCA/100 g</b> |                   |
|---------------------------------------------------------------------|-------------------|
| <b>COMPONENTE</b>                                                   | <b>PORCENTAJE</b> |
| CARBOHIDRATOS                                                       | 84,76             |
| PROTEINA                                                            | 6,62              |

|                              |            |
|------------------------------|------------|
| GRASA                        | 0,15       |
| FIBRA                        | 1,34       |
| AGUA                         | 7,13       |
| <b>TOTAL</b>                 | <b>100</b> |
| <b>Minerales y Vitaminas</b> | <b>mg</b>  |
| Calcio                       | 1,9        |
| Fosforo                      | 55         |
| Hierro                       | 0,9        |
| Niacina                      | 3,67       |

**Elaborado por:** Carolina Gutiérrez Barragán, 2010  
Verónica Reinoso Villacrés

Los valores de minerales y vitaminas fueron obtenidos de la tabla de composición de los alimentos ecuatorianos.(21)

# **CAPÍTULO 3**

## **3. OBTENCIÓN DE SOPA INSTANTÁNEA A BASE DE HARINA DE ZANAHORIA BLANCA (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft)**

Finalizada la caracterización de la materia prima y harina; además de concluido el análisis de los parámetros de secado se puede dar inicio a la formulación de la sopa instantánea a base de harina de zanahoria blanca, valiéndonos para este fin de diversas herramientas como la evaluación sensorial para determinar la fórmula ideal teniendo en cuenta también la estabilidad de la misma y el aporte nutricional y energético requerido.

### **3.1 Ingredientes**

Es muy importante utilizar cada hierba aromática en su punto óptimo de frescura o la medida adecuada en cada plato a preparar. La sal, es el condimento más polémico en lo que a nutrición se refiere. Se debe

conocer que el nivel recomendado es de 2,5 gramos diarios, lo que es difícil de conseguir es no sobrepasar esa cantidad en un día.(Heredia, 2004). (14)

**Sal.-** es el condimento por excelencia, presente en todo tipo de platos y parte de numerosos tipos de especias. Contribuye a la preservación de los alimentos, tanto en aspecto como en sabor. Puedes encontrarla fina y gorda, ésta última muy utilizada para platos al horno. (Heredia, 2004). (14)

**Ajo.-** el ajo es rico en proteínas, minerales, azúcares y oligoelementos, habitualmente se lo considera de bajo valor nutritivo debido a la escasa dosis que de él se incorpora en la dieta diaria.(Heredia, 2004). (14)

**Cebolla.-** La cebolla seca puede agregarse directamente a líquidos, pero debe ser rehidratada antes de ser agregada a platillos. Al rehidratarlas también se incrementa su potencia. La cebolla hace la base perfecta para carnes, aves, sopas, ensaladas y estofados. La cebolla seca saca su sabor más rápidamente que la cebolla fresca cuando se agregan a una receta. (Heredia, 2004). (14)

**Perejil.**-cuando está fresco se le reconocen propiedades medicinales. Su aroma y sabor son únicos y es muy recurrente en la gastronomía española. Su presencia es frecuente en platos al horno, albóndigas, carnes, salsas, pescados. (Heredia, 2004). <sup>(14)</sup>

### 3.2 Formulaciones

Como se mencionó en el apartado 1.3.2 de Ingredientes y Especificaciones se utilizará los polvos de vegetales teniendo como base 83,300g de harina de zanahoria blanca por cada 100g de fórmula final. Luego de varios intentos se obtuvieron dos fórmulas que se muestran en la tabla 17.

**TABLA 17**  
**FORMULAS INICIALES PROPUESTAS PARA SOPA DE**  
**ZANAHORIA BLANCA**

| FORMULA 1           |         |            |        | FORMULA 2           |         |            |        |
|---------------------|---------|------------|--------|---------------------|---------|------------|--------|
| Ingredientes        |         | Porcentaje |        | Ingredientes        |         | Porcentaje |        |
| Harina de Zanahoria |         | 83,300%    |        | Harina de Zanahoria |         | 83,300%    |        |
| Leche descremada    |         | 5,000%     |        | Leche descremada    |         | 5,000%     |        |
| Sal                 |         | 10,000%    |        | Sal                 |         | 10,000%    |        |
| Especias            | Cebolla | 1,70%      | 1,200% | Especias            | Cebolla | 1,80%      | 1,200% |
|                     | Perejil |            | 0,200% |                     | perejil |            | 0,200% |
|                     | Ajo     |            | 0,300% |                     | Orégano |            | 0,100% |
|                     |         |            |        |                     |         |            |        |
| TOTAL               |         | 100%       |        | TOTAL               |         | 100%       |        |

Elaborado por: Carolina Gutiérrez Barragán, 2010  
Verónica Reinoso Villacrés

### **3.2.1 Evaluación sensorial**

Se realizó la evaluación sensorial con un panel de 30 jueces a los cuales se les aplicó una prueba de medición del grado de satisfacción, para llevar a cabo esto se utilizó una escala hedónica de cinco puntos la cual puede verse en el Apéndice H.

Las escalas hedónicas son instrumentos de medición de las sensaciones placenteras o desagradables producidas por un alimento a quienes lo prueban. (Anzaldúa. 1994). (2).

Para esta prueba se tomó como parámetro a evaluar el sabor ya que el objetivo era aceptar o rechazar las fórmulas propuestas de acuerdo a los criterios obtenidos por parte de los jueces. Se codificó las muestras para así evitar la influencia en los juicios por parte de los jueces, siendo la muestra 9724 la fórmula 1 y la muestra 3913 la fórmula 2.

Luego de aplicada la prueba sensorial, se determinó que la muestra 3913 es la de mayor aceptación por parte de los jueces, el resumen se lo presenta en la Tabla 18.

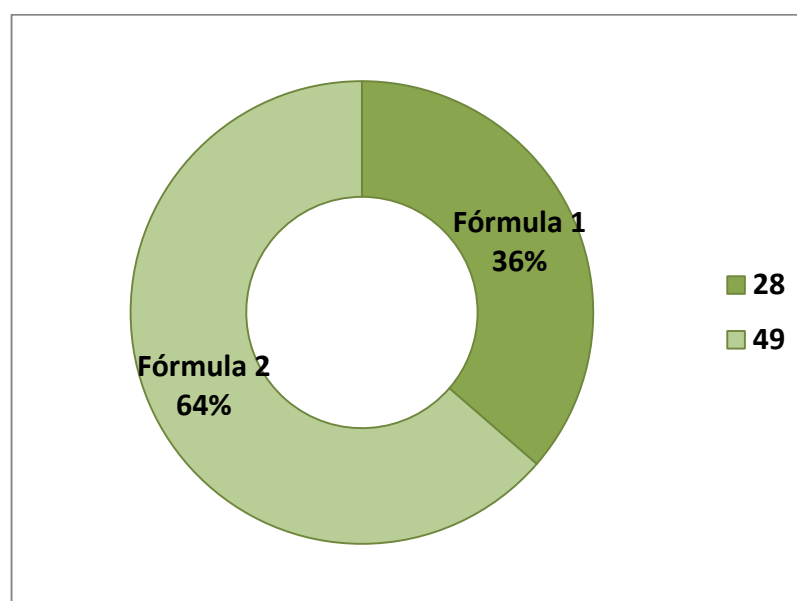
**TABLA 18**  
**RESULTADOS PRUEBA SENSORIAL**

| Juicio \ Código            | 9724 | 3913 | ESCALA | PUNTAJE 9724 | PUNTAJE 3913 |
|----------------------------|------|------|--------|--------------|--------------|
| me gusta bastante          | 3    | 7    | 3      | 9            | 21           |
| me gusta ligeramente       | 11   | 14   | 2      | 22           | 28           |
| ni me gusta ni me disgusta | 10   | 6    | 1      | 10           | 6            |
| me disgusta ligeramente    | 5    | 3    | -2     | -10          | -6           |
| me disgusta bastante       | 1    | 0    | -3     | -3           | 0            |
| # DE JUICIOS               | 30   | 30   | 1      | 28           | 49           |

Elaborado por: Carolina Gutiérrez Barragán, 2010

Verónica Reinoso Villacrés

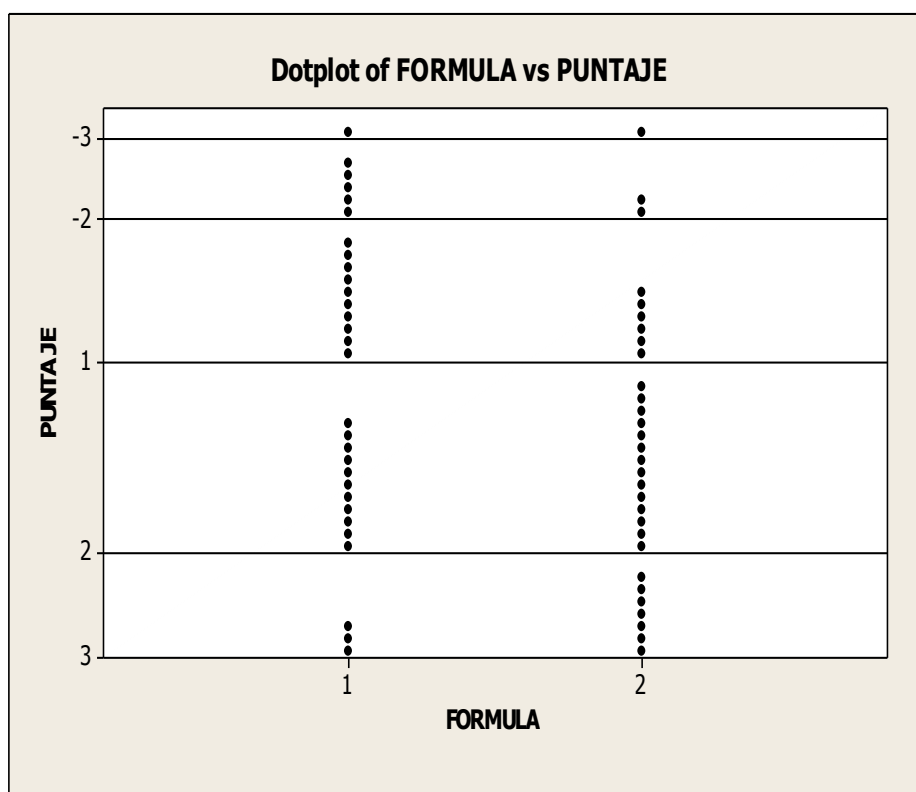
**GRAFICA 3.3**  
**COMPARACIÓN PORCENTUAL DE FORMULAS**



Elaborado por: Carolina Gutiérrez Barragán, 2010

Verónica Reinoso Villacrés

**GRÁFICA 3.4**  
**DOPLOT FORMULA vs PUNTAJE**



**Elaborado por:** Carolina Gutiérrez Barragán, 2010

Verónica Reinoso Villacrés

El análisis estadístico se lo llevó a cabo mediante el programa MINITAB 14, usando la función ANOVA, obteniéndose un valor de  $p$  mayor a  $\alpha$ , lo que indica que si existe una diferencia entre las muestras y que los jueces pueden percibirla, marcando una clara tendencia de preferencia por parte de ellos a la fórmula 2.

Se realizó una gráfica de Dotplot para mostrar esta tendencia, se la presenta en la gráfica 3.4.

### 3.2.2 Aporte nutricional y energético

Luego de haber determinado la fórmula ganadora se procedió al cálculo del aporte nutricional y energético que posee la mezcla final para la sopa instantánea. Teniendo como base el análisis nutricional de la harina de zanahoria blanca se agregaron los aportes de los demás ingredientes, en la tabla 19 se muestra el resumen del aporte nutricional y energético de la fórmula final. En el Apéndice I se muestran los valores detallados.

**TABLA 19**

**APORTE NUTRICIONAL Y ENERGÉTICO DE LA FÓRMULA FINAL  
PARA SOPA INSTANTÁNEA DE ZANAHORIA BLANCA**

| <b>COMPOSICION NUTRICIONAL DE LA SOPA DE ZANAHORIA BLANCA/100 g</b> |                |
|---------------------------------------------------------------------|----------------|
| <b>COMPONENTE</b>                                                   | <b>GRAMOS</b>  |
| CARBOHIDRATOS                                                       | 82,622         |
| PROTEINA                                                            | 8,001          |
| GRASA                                                               | 0,142          |
| FIBRA                                                               | 1,264          |
| AGUA                                                                | 7,972          |
| <b>Minerales y Vitaminas</b>                                        | <b>mg</b>      |
| Calcio                                                              | 1,860          |
| Fósforo                                                             | 104,377        |
| Hierro                                                              | 0,974          |
| Niacina                                                             | 3,523          |
| <b>CALCULO ENERGÉTICO DE LA SOPA DE ZANAHORIA BLANCA/ 100 g</b>     |                |
| <b>COMPONENTE</b>                                                   | <b>GRAMOS</b>  |
| CARBOHIDRATOS                                                       | 330,487        |
| PROTEINA                                                            | 32,002         |
| GRASA                                                               | 1,274          |
| <b>TOTAL Kcal</b>                                                   | <b>363,763</b> |

**Elaborado por:** Carolina Gutiérrez Barragán, 2010

Verónica Reinoso Villacrés

### 3.2.3Rehidratación

Una vez obtenida la harina de zanahoria blanca, es de suma importancia determinar su correcta rehidratación, ya que posteriormente esa relación de agua-harina servirá para comenzar con las respectivas formulaciones de sopa.

Básicamente se observó los parámetros de temperatura, velocidad de agitación, lo cual se resume en la Tabla 20, a continuación:

**TABLA 20**

#### **RELACION HARINA DE ZANAHORIA BLANCA - AGUA**

| <b>HARINA<br/>(g)</b> | <b>AGUA<br/>(ml)</b> | <b>TEMPERATURA<br/>(°C)</b> | <b>OBSERVACIONES</b>                     |
|-----------------------|----------------------|-----------------------------|------------------------------------------|
| 8,33                  | 90                   | 45                          | Presencia de varias fases en la solución |
| 8,33                  | 85                   | 45                          | Persiste la separación de fases          |
| 8,33                  | 80                   | 45                          | Disminuye la separación de las fases     |
| 8,33                  | 75                   | 45                          | Uniformidad en la solución               |
| 8,33                  | 70                   | 45                          | La solución se presenta saturada         |

**Elaborado por:** Carolina Gutiérrez Barragán, 2010

Verónica Reinoso Villacrés

Se puede determinar que la mejor relación para la rehidratación de la harina es que cada 8,33 g de harina deben ser disueltos en 75 ml de agua, que corresponde a 0.111 harina: 1 agua.

### **3.3 Estabilidad**

Para obtener un producto de buena calidad es necesario conocer los factores que puedan afectarlo durante su vida útil en percha, para esto se hace necesario determinar los principales parámetros que deben ser controlados para mantener intactas el mayor tiempo posible las características sensoriales y físico-químicas del mismo. A continuación se presenta el estudio de los factores que afectan en mayor medida a la mezcla en polvo para preparar sopa instantánea de zanahoria blanca.

#### **3.3.1 Determinación de Humedad crítica en función de la viscosidad**

Se entiende como contenido crítico de humedad ( $X_c$ ) el contenido de humedad promedio cuando concluye el periodo de velocidad constante, y para determinarla nos basaremos en la propiedad física de los líquidos como es la viscosidad, además

de observar los cambios que presenta la mezcla en polvo destinada para la elaboración de la sopa instantánea.

El procedimiento para la determinación de la humedad crítica en función de la viscosidad para sopa instantánea de zanahoria blanca que se llevó a cabo se encuentra resumido en el apéndice J. Los resultados obtenidos de las pruebas se presentan de manera clara en la Tabla 21.

**TABLA 21**  
**RESULTADOS OBTENIDOS PARA DETERMINAR EL**  
**INTERVALO DE HUMEDAD CRITICA**

| NUMERO DE MUESTRA | % DE HUMEDAD | OBSERVACIONES           | FOTOGRAFIAS                                                                           |
|-------------------|--------------|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>1</b>          | 5,89%        | Sin presencia de grumos |  |
| <b>2</b>          | 8,44%        | Sin presencia de grumos |  |
| <b>3</b>          | 10,10%       | Sin presencia de grumos |  |

|          |        |                                            |                                                                                      |
|----------|--------|--------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>4</b> | 13,75% | Presenta apelmazamiento                    |   |
| <b>5</b> | 14,93% | Presencia clara de grumos y apelmazamiento |   |
| <b>6</b> | 16,98% | Formación de costras y grumos              |  |

**Elaborado por:** Carolina Gutiérrez Barragán, 2010

Verónica Reinoso Villacrés

Como se puede observar en la tabla 21, a una humedad de 13,75%, correspondiente a una humedad en base seca de 0,1594 gH<sub>2</sub>O/g de sólido, es donde ya se puede apreciar los primeros cambios en la apariencia de la mezcla en polvo para sopa instantánea, por lo cual, se considera a este intervalo el punto en donde se encuentra la Humedad crítica ( $X_c$ ) de la mezcla.

Para concluir con el análisis se debe determinar la consistencia o viscosidad de las suspensiones, esta metodología se encuentra detallada en el Apéndice K. Los resultados de esta

prueba se muestran en la tabla 22. Para el cálculo de la viscosidad fue necesario determinar la densidad de la sopa, se realizó midiendo el volumen que ocupa una determinada masa al ser compactada en un beaker, obteniéndose un valor de 0,459 g/ml.

**TABLA 22**  
**DATOS OBTENIDOS DE LAS PRUEBAS DE CONSISTENCIA**

| % DE HUMEDAD | MUESTRA  | DISTANCIA (cm)    | TIEMPO (s) | VISCOSIDAD $10^{-2}\text{g/cm}^*\text{s}$ |
|--------------|----------|-------------------|------------|-------------------------------------------|
| 5,89%        | <b>1</b> | $13,75 \pm 0,354$ | 40         | $0,05009 \pm 0,001$                       |
| 8,44%        | <b>2</b> | $14,00 \pm 0,000$ | 40         | $0,04918 \pm 0,000$                       |
| 10,10%       | <b>3</b> | $14,25 \pm 0,354$ | 40         | $0,04833 \pm 0,001$                       |
| 13,75%       | <b>4</b> | $15,25 \pm 0,354$ | 40         | $0,04516 \pm 0,001$                       |
| 14,93%       | <b>5</b> | $17,25 \pm 0,354$ | 40         | $0,03992 \pm 0,001$                       |
| 16,98%       | <b>6</b> | $18,00 \pm 0,000$ | 40         | $0,03825 \pm 0,000$                       |

**Elaborado por:** Carolina Gutiérrez Barragán, 2010

Verónica Reinoso Villacrés

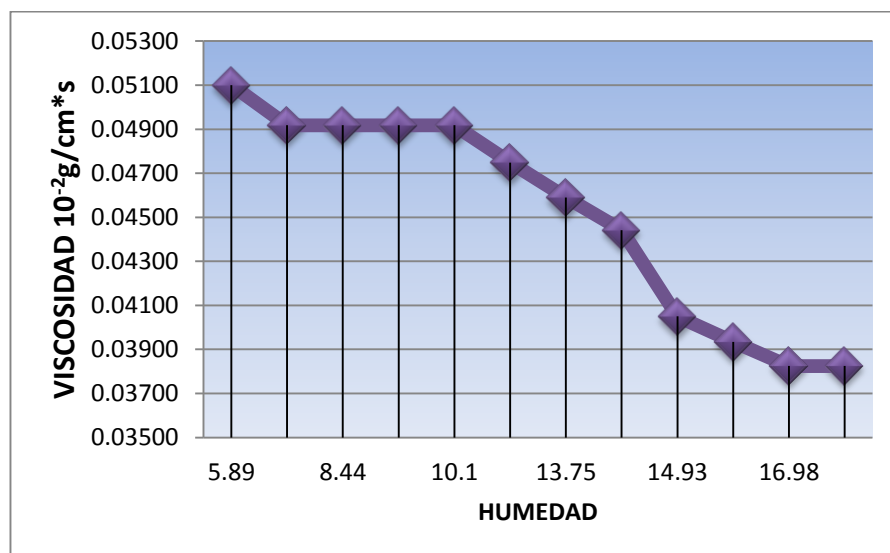
En cuanto a la viscosidad de la sopa se demuestra que esta disminuye a medida que aumenta el tiempo de exposición de la mezcla en polvo a la humedad, yendo desde una viscosidad de  $0,05100 \times 10^{-2}\text{g/cm}^*\text{s}$  a una de  $0,03825 \times 10^{-2}\text{g/cm}^*\text{s}$ .

Quedando demostrado una vez más que el intervalo donde se presenta una humedad crítica corresponde al de una viscosidad

$0,04516 \pm 0,001 \text{ } 10^{-2}\text{g/cm}\cdot\text{s}$ . Donde la muestra presenta una humedad final de 13,75% y una  $a_w$  de 0,638.

En la figura 3.5.1 se muestra la tendencia de la viscosidad de la sopa a medida que aumenta la humedad.

**FIGURA 3.5.1**  
**VISCOSIDAD vs HUMEDAD PARA LA SOPA DE**  
**ZANAHORIA BLANCA**



**Elaborado por:** Carolina Gutiérrez Barragán, 2010

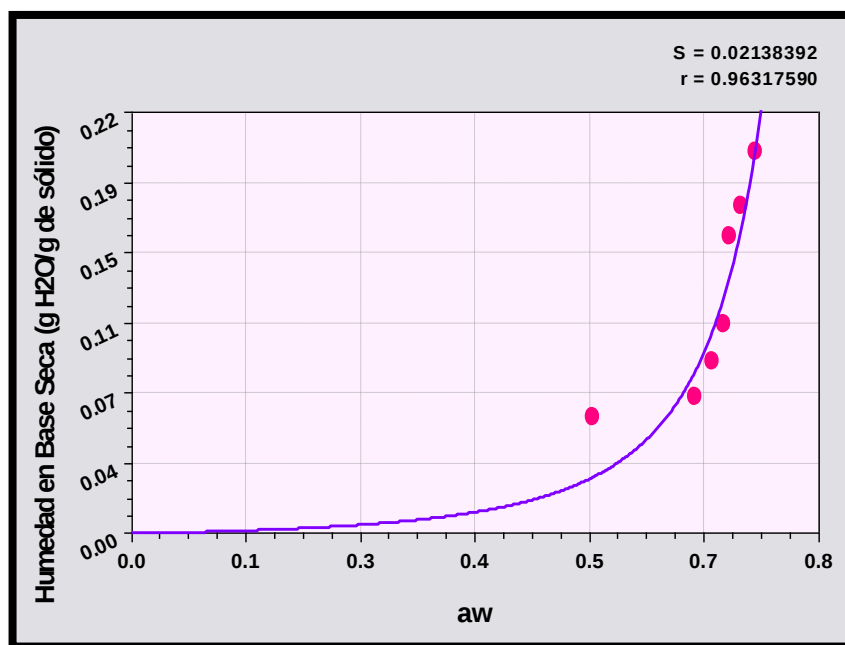
Verónica Reinoso Villacrés

### 3.3.2 Elaboración de Isoterma del producto terminado

Para construir la isoterma del producto terminado el procedimiento fue el mismo que se empleó para determinar la humedad crítica y la viscosidad de la sopa, estos datos se encuentran en el Apéndice L. Se utilizaron para elaborar la

isoterma de la mezcla en polvo para sopa instantánea de zanahoria blanca, mediante el programa CurveExpertVersion 1.34, y utilizando el modelo de GAB, se determinó que el valor de la monocapa es de 0,9631 la cual se muestra en la figura 3.5.2

**FIGURA 3.5.2**  
**ISOTERMA DEL PRODUCTO TERMINADO**



**Elaborado por:** Carolina Gutiérrez Barragán, 2010

Verónica Reinoso Villacrés

### 3.3.3 Cálculos de permeabilidad al vapor de agua en empaque

El empaque debe ser seleccionado en función de las condiciones ambientales en que el producto será almacenado.

Se calculó que el área del empaque necesaria para 100g de producto, es de 0,018125 m<sup>2</sup>. Para determinar la permeabilidad a la transmisión de vapor de agua en empaque, se aplica la siguiente ecuación:

$$\frac{k}{x} = \frac{\ln \tau w_s b}{P_o \theta A} \quad (1.6)$$

Donde:

**Ln $\tau$**  = Contenido de humedad no completado (tendencia de permeabilidad del empaque)

$\frac{k}{x}$  = Permeabilidad máx.del alimento en gH<sub>2</sub>O/día m<sup>2</sup>mmHg

**A** = Área del empaque (m<sup>2</sup>)

**W<sub>s</sub>** = Peso de sólidos secos (g)

**P<sub>o</sub>** = Presión de vapor de agua a la temperatura T (mmHg)

**b** = Pendiente de la isoterma (tangente entre la humedad crítica e inicial).

El Ln $\tau$  fue determinado por la siguiente ecuación (1.6)

$$\ln \tau = \ln \left( \frac{m_e - m_i}{m_e - m} \right) \quad (1.7)$$

Donde:

**me** = contenido de humedad en la isoterma que está en equilibrio con la temperatura y humedad externa.

**mi** = contenido de humedad inicial en base seca.

**m** = contenido de humedad a un determinado tiempo, humedad crítica.

El valor de b (pendiente de la isoterma) se obtiene mediante la ecuación 1.7:

$$b = \frac{m_c - m_o}{aw_c - aw_o} \quad (1.8)$$

Para este cálculo debemos conocer los contenidos de humedad en base seca de la mezcla en polvo, estos se muestran en la tabla 23 a continuación:

**TABLA 23**  
**CONTENIDOS DE HUMEDAD EN BASE SECA**  
**(g agua /g de s.s.)**

|                                              |         |
|----------------------------------------------|---------|
| <b>Humedad inicial (m<sub>o</sub>)</b>       | 0,0625  |
| <b>Humedad crítica (m<sub>c</sub>)</b>       | 0,15942 |
| <b>Humedad de equilibrio (m<sub>e</sub>)</b> | 0,725   |

**Elaborado por:** Carolina Gutiérrez Barragán, 2010

Verónica Reinoso Villacrés

El valor de  $\ln \tau$  se calculó con los datos de las humedades ya obtenidos mediante la isoterma de adsorción, aplicando la ecuación 1.6.

$$\ln \tau = \ln \left( \frac{0,725 - 0,0625}{0,725 - 0,1594} \right)$$

Reemplazando en la fórmula se obtiene que el valor de  $\ln \tau$  es de 0,1583. Luego, se calculó el valor  $b$  cuyo resultado fue de 0,6034 usando la ecuación 1.7.

$$b = \frac{0,15942 - 0,0625}{0,7023 - 0,5417}$$

Finalmente, aplicando la ecuación 1.5 se tiene que para conservar por 7 meses la mezcla para sopa es necesario un empaque con una permeabilidad de  $6,369 \times 10^{-4}$  gH<sub>2</sub>O/día.m<sup>2</sup>.mmHg.

# CAPÍTULO 4

## 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo a la experiencia obtenida y como resultado de esta investigación, se concluye que para la obtención de harina de zanahoria blanca, se debe seleccionar zanahoria blanca que cumpla con los parámetros de calidad de materia prima. El estado fisiológico óptimo se da entre el tercer y cuarto día luego de haber sido cosechada. Esta zanahoria blanca presenta una humedad de 77,22% en base húmeda. El valor de la monocapa fue de 0,9728 g H<sub>2</sub>O/ g s.s., su humedad de equilibrio es de 0,035 g H<sub>2</sub>O/ g s.s en base a la isoterma de desorción.

El proceso de secado tiene varios factores que resultan muy importantes y que pueden variar durante el mismo, se ve influenciado por un conjunto de parámetros que son interdependientes, como lo son la humedad

relativa del ambiente, la humedad inicial de la materia prima, la  $a_w$  de la materia prima, pero son esenciales la temperatura y la velocidad del aire, ya que estos marcan la forma, calidad y tiempo en que se llevara a cabo el secado.

Se recomienda que las temperaturas a las que se lleva a cabo el proceso de secado no sea superior a 75 Centígrados, ya que es factible que se produzca el fenómeno denominado acortezamiento, se produce ya que a medida que se va eliminando agua, los solutos se desplazan a la superficie del alimento. A temperaturas elevadas se produce en la superficie una capa dura e impenetrable, lo que reduce la velocidad de deshidratación dando lugar a un alimento que se encuentra húmedo en el interior pero aparentemente seco en la superficie.

Luego del proceso de secado se recomienda hacer un tamizado de la harina obtenida para así conseguir un tamaño de partícula adecuado para la rehidratación de la harina, para así evitar la presencia de grumos, en este caso se pudo obtener una harina con un diámetro de partícula de 0,101 mm, de un color crema con un contenido de humedad de 4,79%, una  $a_w$  de 0,442, un pH de 5,59, un contenido de cenizas de 3,39% y una acidez de 2,1%. Según la isoterma de absorción de la harina de zanahoria blanca, el valor de la humedad de equilibrio para este producto

fue de 0,725 g H<sub>2</sub>O/ g s.s y el valor de la monocapa fue de 0,9631g H<sub>2</sub>O/ g s.s.

La aceptación por parte del panel de jueces, expresada mediante las evaluaciones sensoriales demostraron que la mezcla en polvo para sopa instantánea de zanahoria blanca, se muestra como una propuesta comercial interesante, además el estudio realizado para la obtención de la harina puede servir de base para desarrollar diferentes productos a base de harina de zanahoria blanca.

La zanahoria blanca, considerada un cultivo autóctono del Ecuador, presenta un gran potencial para ser utilizado en la elaboración de sopas instantáneas, con un porcentaje de pulpa del 90,246% y un rendimiento al momento de secar del 36,43%, se obtiene la harina de zanahoria blanca, que es rica en carbohidratos y niacina, con sólo 83,3 gramos se obtienen 100 gramos de mezcla suficientes para la preparación de un litro de sopa, que representan 363,763 Calorías. Representa una oportunidad para rescatar el cultivo de zanahoria blanca y desarrollar trabajo para los agricultores y productores de la Región Sierra de donde es originario esta raíz.

## APÉNDICE A

### PESO, DIÁMETRO Y ALTO DE ZANAHORIA BLANCA

| # de muestra    | PESO (g)            | DIAMETRO (cm)     | ALTO (cm)         |
|-----------------|---------------------|-------------------|-------------------|
| 1               | 110,0               | 20,0              | 12,5              |
| 2               | 135,9               | 13,5              | 11,5              |
| 3               | 132,8               | 20,0              | 12,0              |
| 4               | 119,7               | 13,5              | 11,5              |
| 5               | 310,9               | 20,5              | 18,0              |
| 6               | 283,6               | 14,0              | 12,5              |
| 7               | 117,9               | 18,5              | 13,0              |
| 8               | 184,9               | 15,5              | 21,0              |
| 9               | 87,5                | 19,0              | 14,0              |
| 10              | 148,5               | 21,0              | 15,5              |
| 11              | 102,1               | 14,2              | 10,5              |
| 12              | 283,4               | 16,0              | 20,2              |
| 13              | 381,6               | 15,5              | 16,0              |
| 14              | 109,5               | 17,0              | 12,3              |
| 15              | 203,3               | 15,5              | 16,0              |
| 16              | 231,1               | 17,0              | 12,3              |
| 17              | 84,7                | 10,0              | 16,0              |
| 18              | 140,4               | 14,0              | 10,0              |
| 19              | 109,4               | 10,0              | 16,5              |
| 20              | 138,4               | 17,5              | 11,0              |
| <b>PROMEDIO</b> | <b>170,78±84,35</b> | <b>16,11±3,19</b> | <b>14,12±3,15</b> |

Elaborado por: Carolina Gutiérrez Barragán, 2010  
Verónica Reinoso Villacrés.

## **APENDICE B**

### **ESPECIFICACIONES DEL EQUIPO DE SECADO**

#### **SECADOR HORIZONTAL (Tipo cabina) FIMCP-Laboratorio de Termofluidos**

Modelo No.: Prototipo

Hertz: 60

Velocidad del aire: T= 4.19 m/s

Voltios: 220

Watts: 5600

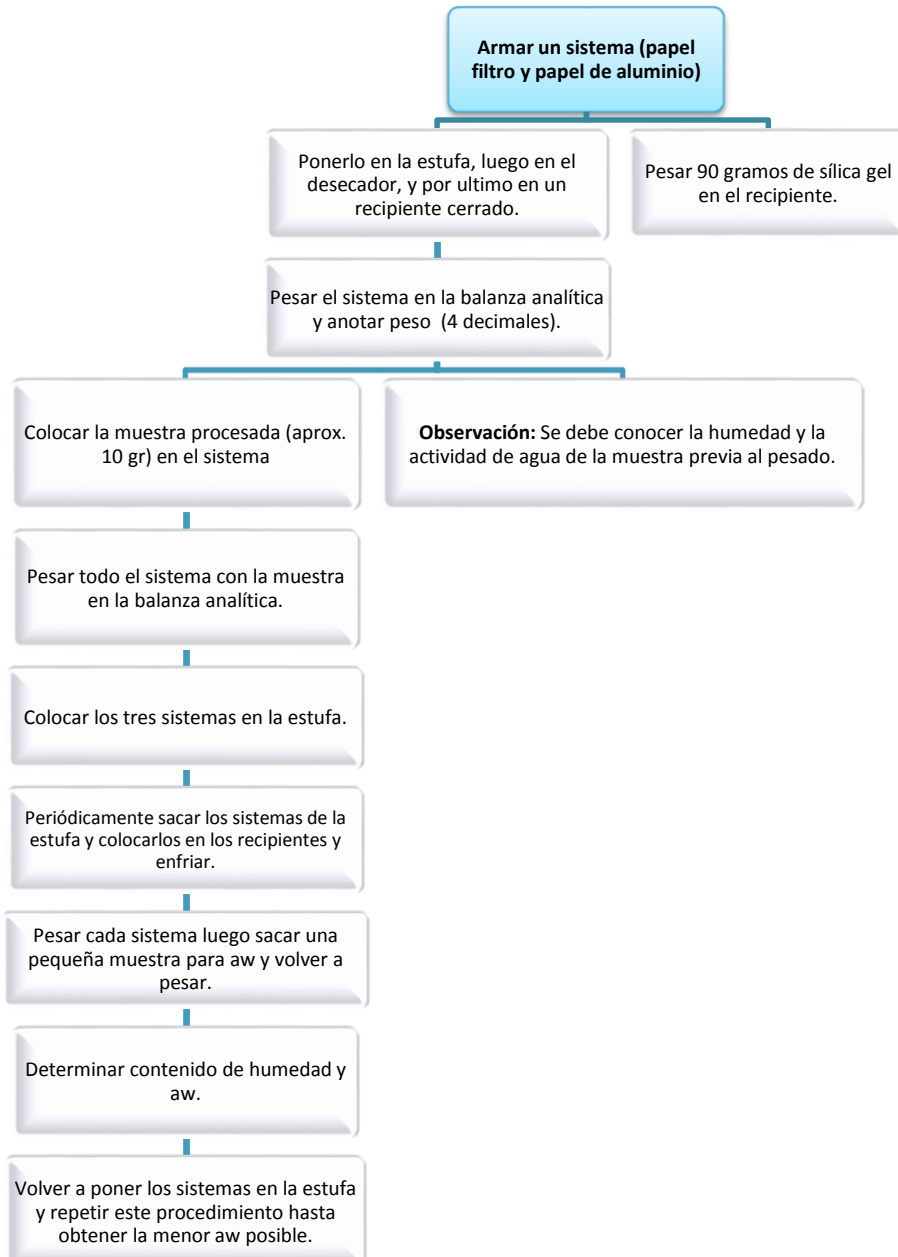
Amperios: 25.5

Fase: Simple

**Tomado de: (Alvarado, 2009) (1)**

## ANEXO C

### PROCEDIMIENTO PARA LA ELABORACIÓN DE ISOTERMAS DE DESORCIÓN



**Elaborado por:** Carolina Gutiérrez Barragán, 2010  
Verónica Reinoso Villacrés

## ANEXO D

### DATOS OBTENIDOS PARA LA ELABORACIÓN DE LA ISOTERMA DE DESORCIÓN

| PUNTO | MUESTRAS | PESO INICIAL<br>SIN SISTEMA | PESO FINAL<br>SIN SISTEMA | AW     | AW<br>PROMEDIO | HI     | HF<br>PROMEDIO | MCDB<br>PROMEDIO<br>(g H <sub>2</sub> O/g sólido) | TIEMPO DE<br>SECADO |
|-------|----------|-----------------------------|---------------------------|--------|----------------|--------|----------------|---------------------------------------------------|---------------------|
| 1     | ZB1      | 10,3120                     | 7,8660                    | 0,9720 | 0,9800         | 74,74% | 74,74%         | 2,0922                                            | 30 MINUTOS          |
|       | ZB2      | 10,1689                     | 8,2744                    | 0,9870 |                |        |                |                                                   |                     |
|       | ZB3      | 10,1833                     | 7,8085                    | 0,9810 |                |        |                |                                                   |                     |
| 2     | ZB1      | 7,8318                      | 5,9965                    | 0,9670 | 0,9683         | 66,89% | 58,37%         | 1,4107                                            | 30 MINUTOS          |
|       | ZB2      | 8,2233                      | 6,6811                    | 0,9720 |                | 68,96% |                |                                                   |                     |
|       | ZB3      | 7,7771                      | 5,8998                    | 0,9660 |                | 67,06% |                |                                                   |                     |
| 3     | ZB1      | 5,9721                      | 4,4213                    | 0,9650 | 0,9653         | 56,75% | 44,90%         | 0,8289                                            | 30 MINUTOS          |
|       | ZB2      | 6,6626                      | 5,2519                    | 0,9660 |                | 61,79% |                |                                                   |                     |
|       | ZB3      | 5,8344                      | 4,3372                    | 0,9650 |                | 56,58% |                |                                                   |                     |
| 4     | ZB1      | 4,4099                      | 3,3717                    | 0,9550 | 0,9470         | 41,58% | 28,06%         | 0,4051                                            | 30 MINUTOS          |
|       | ZB2      | 5,2219                      | 4,0939                    | 0,9560 |                | 51,53% |                |                                                   |                     |
|       | ZB3      | 4,3273                      | 3,2585                    | 0,9300 |                | 41,59% |                |                                                   |                     |
| 5     | ZB1      | 3,4020                      | 3,1381                    | 0,6850 | 0,7530         | 23,59% | 21,18%         | 0,2716                                            | 30 MINUTOS          |
|       | ZB2      | 3,6980                      | 3,0980                    | 0,8200 |                | 38,17% |                |                                                   |                     |
|       | ZB3      | 3,2140                      | 3,1232                    | 0,7540 |                | 22,43% |                |                                                   |                     |
| 6     | ZB1      | 3,0622                      | 2,9955                    | 0,673  | 0,6870         | 17,17% | 17,29%         | 0,2095                                            | 30 MINUTOS          |
|       | ZB2      | 3,4099                      | 3,0584                    | 0,711  |                | 26,20% |                |                                                   |                     |
|       | ZB3      | 2,9903                      | 2,9415                    | 0,677  |                | 20,17% |                |                                                   |                     |
| 7     | ZB1      | 2,9926                      | 2,9544                    | 0,671  | 0,6743         | 15,32% | 15,46%         | 0,1834                                            | 20 MINUTOS          |
|       | ZB2      | 3,0558                      | 2,9295                    | 0,679  |                | 17,72% |                |                                                   |                     |
|       | ZB3      | 2,9392                      | 2,9082                    | 0,673  |                | 18,85% |                |                                                   |                     |
| 8     | ZB1      | 2,9507                      | 2,9338                    | 0,609  | 0,5980         | 14,23% | 14,57%         | 0,1711                                            | 20 MINUTOS          |
|       | ZB2      | 2,9101                      | 2,8737                    | 0,615  |                | 14,17% |                |                                                   |                     |
|       | ZB3      | 2,8913                      | 2,854                     | 0,57   |                | 17,98% |                |                                                   |                     |
| 9     | ZB1      | 2,9187                      | 2,8936                    | 0,524  | 0,5413         | 13,73% | 13,95%         | 0,1627                                            | 20 MINUTOS          |
|       | ZB2      | 2,8691                      | 2,8466                    | 0,565  |                | 13,08% |                |                                                   |                     |
|       | ZB3      | 2,8105                      | 2,7963                    | 0,535  |                | 16,91% |                |                                                   |                     |
| 10    | ZB1      | 2,8872                      | 2,8834                    | 0,521  | 0,5317         | 12,98% | 13,84%         | 0,1611                                            | 15 MINUTOS          |
|       | ZB2      | 2,8389                      | 2,8351                    | 0,542  |                | 12,39% |                |                                                   |                     |
|       | ZB3      | 2,7882                      | 2,7843                    | 0,532  |                | 16,49% |                |                                                   |                     |

**ELABORADO POR:** Carolina Gutiérrez Barragán, 2010  
Verónica Reinoso Villacrés

## APENDICE E

### DATOS OBTENIDOS PARA ELABORACIÓN DE LA CURVA DE SECADO PARA ZANAHORIA BLANCA

| TIEMPO<br>(h) | FLUJO<br>DE<br>AIRE<br>(M/S) | T (°C) | % HR | PESO<br>(Kg) | S.S. % | $W_s = \frac{w * \%SS}{100}$ | $X_t = \frac{w - W_s}{W_s}$ | $X = X_t - X^*$ | $\Delta X$ | $\Delta T$ | X MEDIA | Velocidad de<br>secado R (Kg<br>H2O/hm²)<br>$R = -\frac{W_s}{A} \left( \frac{\Delta x}{\Delta t} \right)^\circ$ |
|---------------|------------------------------|--------|------|--------------|--------|------------------------------|-----------------------------|-----------------|------------|------------|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0,00          | 0,6                          | 55,9   | 14,9 | 1,9612       | 30,75% | 0,603                        | 2,252                       | 2,217           | -0,07      | 0,08       | 2,1845  | 1,13987                                                                                                         |
| 0,08          | 0,54                         | 57,4   | 13,9 | 1,922        | 31,38% | 0,603                        | 2,187                       | 2,152           | -0,03      | 0,08       | 2,1391  | 0,45362                                                                                                         |
| 0,17          | 0,59                         | 54,3   | 15,9 | 1,9064       | 31,63% | 0,603                        | 2,161                       | 2,126           | -0,02      | 0,08       | 2,1156  | 0,36929                                                                                                         |
| 0,25          | 0,56                         | 56,9   | 14,3 | 1,8937       | 31,85% | 0,603                        | 2,140                       | 2,105           | -0,03      | 0,08       | 2,0898  | 0,53795                                                                                                         |
| 0,33          | 0,57                         | 56,4   | 14,4 | 1,8752       | 32,16% | 0,603                        | 2,109                       | 2,074           | -0,03      | 0,08       | 2,0612  | 0,46234                                                                                                         |
| 0,42          | 0,56                         | 55,6   | 15,3 | 1,8593       | 32,44% | 0,603                        | 2,083                       | 2,048           | -0,03      | 0,08       | 2,0350  | 0,45944                                                                                                         |
| 0,50          | 0,57                         | 54,6   | 16,2 | 1,8435       | 32,71% | 0,603                        | 2,057                       | 2,022           | -0,02      | 0,08       | 2,0095  | 0,43327                                                                                                         |
| 0,58          | 0,58                         | 53,8   | 15,4 | 1,8286       | 32,98% | 0,603                        | 2,032                       | 1,997           | -0,02      | 0,08       | 1,9859  | 0,39546                                                                                                         |
| 0,67          | 0,58                         | 54,3   | 15,2 | 1,815        | 33,23% | 0,603                        | 2,010                       | 1,975           | -0,02      | 0,08       | 1,9638  | 0,37802                                                                                                         |
| 0,75          | 0,59                         | 53,8   | 15,5 | 1,802        | 33,47% | 0,603                        | 1,988                       | 1,953           | -0,03      | 0,08       | 1,9387  | 0,50305                                                                                                         |
| 0,83          | 0,57                         | 53,1   | 15,9 | 1,7847       | 33,79% | 0,603                        | 1,959                       | 1,924           | -0,02      | 0,08       | 1,9157  | 0,30241                                                                                                         |
| 0,92          | 0,61                         | 52,6   | 16,1 | 1,7743       | 33,99% | 0,603                        | 1,942                       | 1,907           | -0,02      | 0,08       | 1,8966  | 0,36929                                                                                                         |
| 1,00          | 0,57                         | 51,5   | 16,9 | 1,7616       | 34,23% | 0,603                        | 1,921                       | 1,886           | -0,02      | 0,08       | 1,8749  | 0,38965                                                                                                         |
| 1,08          | 0,56                         | 53,7   | 15,3 | 1,7482       | 34,50% | 0,603                        | 1,899                       | 1,864           | -0,03      | 0,08       | 1,8509  | 0,45362                                                                                                         |
| 1,17          | 0,57                         | 53,1   | 15,9 | 1,7326       | 34,81% | 0,603                        | 1,873                       | 1,838           | -0,02      | 0,08       | 1,8284  | 0,33440                                                                                                         |
| 1,25          | 0,55                         | 53,4   | 15,6 | 1,7211       | 35,04% | 0,603                        | 1,854                       | 1,819           | -0,02      | 0,08       | 1,8079  | 0,38674                                                                                                         |
| 1,33          | 0,59                         | 51,6   | 17   | 1,7078       | 35,31% | 0,603                        | 1,832                       | 1,797           | -0,02      | 0,08       | 1,7851  | 0,41291                                                                                                         |
| 1,42          | 0,6                          | 50     | 18   | 1,6936       | 35,61% | 0,603                        | 1,808                       | 1,773           | -0,02      | 0,08       | 1,7626  | 0,37511                                                                                                         |
| 1,50          | 0,57                         | 51,1   | 17,3 | 1,6807       | 35,88% | 0,603                        | 1,787                       | 1,752           | -0,03      | 0,08       | 1,7378  | 0,49433                                                                                                         |

|      |      |      |      |        |        |       |       |       |       |      |        |         |
|------|------|------|------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|------|--------|---------|
| 1,58 | 0,59 | 51,6 | 16,9 | 1,6637 | 36,25% | 0,603 | 1,759 | 1,724 | -0,02 | 0,08 | 1,7150 | 0,30532 |
| 1,67 | 0,57 | 53,3 | 15,9 | 1,6532 | 36,48% | 0,603 | 1,741 | 1,706 | -0,02 | 0,08 | 1,6988 | 0,26461 |
| 1,75 | 0,57 | 52,8 | 16,3 | 1,6441 | 36,68% | 0,603 | 1,726 | 1,691 | -0,03 | 0,08 | 1,6779 | 0,46816 |
| 1,83 | 0,62 | 53,5 | 15,7 | 1,628  | 37,04% | 0,603 | 1,700 | 1,665 | -0,02 | 0,08 | 1,6534 | 0,38965 |
| 1,92 | 0,62 | 52,4 | 16,6 | 1,6146 | 37,35% | 0,603 | 1,677 | 1,642 | -0,03 | 0,08 | 1,6271 | 0,53504 |
| 2,00 | 0,6  | 51,5 | 17,3 | 1,5962 | 37,78% | 0,603 | 1,647 | 1,612 | -0,02 | 0,08 | 1,6014 | 0,36348 |
| 2,08 | 0,62 | 52   | 16,8 | 1,5837 | 38,08% | 0,603 | 1,626 | 1,591 | -0,02 | 0,08 | 1,5810 | 0,35475 |
| 2,17 | 0,59 | 49,4 | 18,4 | 1,5715 | 38,38% | 0,603 | 1,606 | 1,571 | -0,04 | 0,08 | 1,5489 | 0,77057 |
| 2,25 | 0,64 | 46   | 21,6 | 1,545  | 39,03% | 0,603 | 1,562 | 1,527 | -0,02 | 0,08 | 1,5174 | 0,33149 |
| 2,33 | 0,62 | 47,8 | 20   | 1,5336 | 39,32% | 0,603 | 1,543 | 1,508 | -0,01 | 0,08 | 1,5007 | 0,25589 |
| 2,42 | 0,59 | 49   | 19,1 | 1,5248 | 39,55% | 0,603 | 1,528 | 1,493 | -0,02 | 0,08 | 1,4847 | 0,30532 |
| 2,50 | 0,6  | 49,5 | 18,7 | 1,5143 | 39,82% | 0,603 | 1,511 | 1,476 | -0,02 | 0,08 | 1,4673 | 0,30532 |
| 2,58 | 0,62 | 49,1 | 19,2 | 1,5038 | 40,10% | 0,603 | 1,494 | 1,459 | -0,02 | 0,08 | 1,4508 | 0,27334 |
| 2,67 | 0,57 | 50,4 | 18,2 | 1,4944 | 40,36% | 0,603 | 1,478 | 1,443 | -0,03 | 0,08 | 1,4262 | 0,59029 |
| 2,75 | 0,64 | 49,4 | 18,9 | 1,4741 | 40,91% | 0,603 | 1,444 | 1,409 | -0,02 | 0,08 | 1,4008 | 0,29951 |
| 2,83 | 0,59 | 48,9 | 18,9 | 1,4638 | 41,20% | 0,603 | 1,427 | 1,392 | -0,03 | 0,08 | 1,3761 | 0,56703 |
| 2,92 | 0,59 | 49,4 | 18,6 | 1,4443 | 41,76% | 0,603 | 1,395 | 1,360 | -0,07 | 0,08 | 1,3253 | 1,21256 |
| 3,00 | 0,61 | 50,2 | 18,2 | 1,4026 | 43,00% | 0,603 | 1,326 | 1,291 | -0,02 | 0,08 | 1,2815 | 0,32568 |
| 3,08 | 0,57 | 49,6 | 18,7 | 1,3914 | 43,34% | 0,603 | 1,307 | 1,272 | -0,01 | 0,08 | 1,2657 | 0,22681 |
| 3,17 | 0,57 | 49,3 | 18,8 | 1,3836 | 43,59% | 0,603 | 1,294 | 1,259 | -0,02 | 0,08 | 1,2483 | 0,38383 |
| 3,25 | 0,62 | 50,1 | 18,4 | 1,3704 | 44,01% | 0,603 | 1,272 | 1,237 | -0,03 | 0,08 | 1,2203 | 0,59901 |
| 3,33 | 0,59 | 49,4 | 18,7 | 1,3498 | 44,68% | 0,603 | 1,238 | 1,203 | -0,02 | 0,08 | 1,1929 | 0,36057 |
| 3,42 | 0,58 | 48,3 | 19,8 | 1,3374 | 45,09% | 0,603 | 1,218 | 1,183 | -0,03 | 0,08 | 1,1684 | 0,50015 |
| 3,50 | 0,64 | 48,4 | 19,9 | 1,3202 | 45,68% | 0,603 | 1,189 | 1,154 | -0,03 | 0,08 | 1,1394 | 0,51759 |
| 3,58 | 0,61 | 49,3 | 19,2 | 1,3024 | 46,30% | 0,603 | 1,160 | 1,125 | -0,02 | 0,08 | 1,1129 | 0,41000 |
| 3,67 | 0,59 | 52,9 | 16,5 | 1,2883 | 46,81% | 0,603 | 1,136 | 1,101 | -0,02 | 0,08 | 1,0920 | 0,32568 |
| 3,75 | 0,6  | 52,6 | 16,4 | 1,2771 | 47,22% | 0,603 | 1,118 | 1,083 | -0,02 | 0,08 | 1,0743 | 0,29369 |

|      |      |      |      |        |        |       |       |       |       |      |        |         |
|------|------|------|------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|------|--------|---------|
| 3,83 | 0,58 | 53   | 16,1 | 1,267  | 47,60% | 0,603 | 1,101 | 1,066 | -0,03 | 0,08 | 1,0503 | 0,54958 |
| 3,92 | 0,59 | 53,6 | 15,7 | 1,2481 | 48,32% | 0,603 | 1,070 | 1,035 | -0,02 | 0,08 | 1,0226 | 0,42163 |
| 4,00 | 0,6  | 54   | 16   | 1,2336 | 48,89% | 0,603 | 1,046 | 1,011 | -0,03 | 0,08 | 0,9972 | 0,46816 |
| 4,08 | 0,58 | 53,8 | 16,6 | 1,2175 | 49,53% | 0,603 | 1,019 | 0,984 | -0,03 | 0,08 | 0,9691 | 0,51759 |
| 4,17 | 0,6  | 52,1 | 17,3 | 1,1997 | 50,27% | 0,603 | 0,989 | 0,954 | -0,02 | 0,08 | 0,9440 | 0,36348 |
| 4,25 | 0,58 | 52,6 | 17,5 | 1,1872 | 50,80% | 0,603 | 0,969 | 0,934 | -0,04 | 0,08 | 0,9114 | 0,77930 |
| 4,33 | 0,6  | 53,7 | 16,6 | 1,1604 | 51,97% | 0,603 | 0,924 | 0,889 | -0,01 | 0,08 | 0,8849 | 0,14830 |
| 4,42 | 0,54 | 60,8 | 12,8 | 1,1553 | 52,20% | 0,603 | 0,916 | 0,881 | -0,02 | 0,08 | 0,8730 | 0,27043 |
| 4,50 | 0,57 | 63,1 | 11,8 | 1,146  | 52,62% | 0,603 | 0,900 | 0,865 | -0,02 | 0,08 | 0,8543 | 0,38383 |
| 4,58 | 0,58 | 63,9 | 11,7 | 1,1328 | 53,24% | 0,603 | 0,878 | 0,843 | -0,02 | 0,08 | 0,8323 | 0,38965 |
| 4,67 | 0,56 | 64,2 | 11,7 | 1,1194 | 53,87% | 0,603 | 0,856 | 0,821 | -0,06 | 0,08 | 0,7911 | 1,05554 |
| 4,75 | 0,59 | 63   | 11,7 | 1,0831 | 55,68% | 0,603 | 0,796 | 0,761 | -0,02 | 0,08 | 0,7486 | 0,43327 |
| 4,83 | 0,58 | 62,9 | 11,4 | 1,0682 | 56,46% | 0,603 | 0,771 | 0,736 | -0,04 | 0,08 | 0,7146 | 0,75894 |
| 4,92 | 0,57 | 63,4 | 11,6 | 1,0421 | 57,87% | 0,603 | 0,728 | 0,693 | -0,02 | 0,08 | 0,6835 | 0,33149 |
| 5,00 | 0,52 | 63,6 | 11,5 | 1,0307 | 58,51% | 0,603 | 0,709 | 0,674 | -0,03 | 0,08 | 0,6569 | 0,60192 |
| 5,08 | 0,58 | 63,9 | 11,5 | 1,01   | 59,71% | 0,603 | 0,675 | 0,640 | -0,03 | 0,08 | 0,6256 | 0,49724 |
| 5,17 | 0,54 | 65   | 11,1 | 0,9929 | 60,74% | 0,603 | 0,646 | 0,611 | -0,02 | 0,08 | 0,6006 | 0,38092 |
| 5,25 | 0,54 | 65,1 | 11   | 0,9798 | 61,55% | 0,603 | 0,625 | 0,590 | -0,03 | 0,08 | 0,5743 | 0,54085 |
| 5,33 | 0,52 | 65,4 | 11,1 | 0,9612 | 62,74% | 0,603 | 0,594 | 0,559 | -0,02 | 0,08 | 0,5478 | 0,38674 |
| 5,42 | 0,55 | 64,5 | 11,5 | 0,9479 | 63,62% | 0,603 | 0,572 | 0,537 | -0,02 | 0,08 | 0,5271 | 0,34022 |
| 5,50 | 0,54 | 65,2 | 11,3 | 0,9362 | 64,42% | 0,603 | 0,552 | 0,517 | -0,03 | 0,08 | 0,5018 | 0,54667 |
| 5,58 | 0,59 | 62,6 | 12,2 | 0,9174 | 65,74% | 0,603 | 0,521 | 0,486 | -0,03 | 0,08 | 0,4730 | 0,46234 |
| 5,67 | 0,61 | 61,4 | 12,9 | 0,9015 | 66,90% | 0,603 | 0,495 | 0,460 | -0,01 | 0,08 | 0,4525 | 0,25880 |
| 5,75 | 0,56 | 60,9 | 12,9 | 0,8926 | 67,56% | 0,603 | 0,480 | 0,445 | -0,01 | 0,08 | 0,4395 | 0,19773 |
| 5,83 | 0,61 | 60,2 | 13,3 | 0,8858 | 68,08% | 0,603 | 0,469 | 0,434 | -0,06 | 0,08 | 0,4046 | 1,02355 |
| 5,92 | 0,63 | 60,2 | 13,3 | 0,8506 | 70,90% | 0,603 | 0,410 | 0,375 | -0,01 | 0,08 | 0,3698 | 0,19773 |
| 6,00 | 0,61 | 61,5 | 12,7 | 0,8438 | 71,47% | 0,603 | 0,399 | 0,364 | -0,02 | 0,08 | 0,3545 | 0,34022 |

|      |      |      |      |        |        |       |       |       |       |       |        |         |         |
|------|------|------|------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|---------|---------|
| 6,08 | 0,57 | 61,1 | 13   | 0,8321 | 72,48% | 0,603 | 0,380 | 0,345 | -0,01 | 0,08  | 0,3421 | 0,09305 |         |
| 6,17 | 0,63 | 60,6 | 13,1 | 0,8289 | 72,76% | 0,603 | 0,374 | 0,339 | -0,01 | 0,08  | 0,3325 | 0,24426 |         |
| 6,25 | 0,59 | 61,5 | 12,7 | 0,8205 | 73,50% | 0,603 | 0,361 | 0,326 | -0,02 | 0,08  | 0,3152 | 0,36348 |         |
| 6,33 | 0,59 | 61,9 | 12,7 | 0,808  | 74,64% | 0,603 | 0,340 | 0,305 | -0,02 | 0,08  | 0,2944 | 0,36348 |         |
| 6,42 | 0,56 | 60,5 | 13,2 | 0,7955 | 75,81% | 0,603 | 0,319 | 0,284 | -0,01 | 0,08  | 0,2779 | 0,21809 |         |
| 6,50 | 0,61 | 61,5 | 12,9 | 0,788  | 76,53% | 0,603 | 0,307 | 0,272 | -0,01 | 0,08  | 0,2651 | 0,22972 |         |
| 6,58 | 0,55 | 60,9 | 13,1 | 0,7801 | 77,31% | 0,603 | 0,294 | 0,259 | -0,01 | 0,08  | 0,2518 | 0,23844 |         |
| 6,67 | 0,66 | 59,9 | 13,5 | 0,7719 | 78,13% | 0,603 | 0,280 | 0,245 | -0,03 | 0,08  | 0,2292 | 0,55249 |         |
| 6,75 | 0,63 | 53,2 | 17,3 | 0,7529 | 80,10% | 0,603 | 0,248 | 0,213 | 0,00  | 0,08  | 0,2114 | 0,07270 |         |
| 6,83 | 0,61 | 51,9 | 18,4 | 0,7504 | 80,37% | 0,603 | 0,244 | 0,209 | 0,00  | 0,08  | 0,2086 | 0,02326 |         |
| 6,92 | 0,59 | 51,3 | 17,5 | 0,7496 | 80,45% | 0,603 | 0,243 | 0,208 | -0,01 | 0,08  | 0,2039 | 0,14248 |         |
| 7,00 | 0,6  | 54,9 | 16,3 | 0,7447 | 80,98% | 0,603 | 0,235 | 0,200 | 0,00  | 0,08  | 0,1989 | 0,03199 |         |
| 7,08 | 0,59 | 53,8 | 17   | 0,7436 | 81,10% | 0,603 | 0,233 | 0,198 | 0,00  | 0,08  | 0,1960 | 0,07270 |         |
| 7,17 | 0,62 | 53,8 | 16,8 | 0,7411 | 81,37% | 0,603 | 0,229 | 0,194 | 0,00  | 0,08  | 0,1935 | 0,01163 |         |
| 7,25 | 0,62 | 53,2 | 17,2 | 0,7407 | 81,42% | 0,603 | 0,228 | 0,193 | 0,00  | 0,08  | 0,1913 | 0,06688 |         |
| 7,33 | 0,59 | 55   | 16,1 | 0,7384 | 81,67% | 0,603 | 0,224 | 0,189 | 0,00  | 0,08  | 0,1880 | 0,04943 |         |
| 7,42 | 0,63 | 54,1 | 16,7 | 0,7367 | 81,86% | 0,603 | 0,222 | 0,187 | 0,00  | 0,08  | 0,1845 | 0,07270 |         |
| 7,50 | 0,62 | 52,3 | 17,9 | 0,7342 | 82,14% | 0,603 | 0,217 | 0,182 | -0,03 | 0,08  | 0,1688 | 0,47688 |         |
| 7,58 | 0,64 | 52   | 18,2 | 0,7178 | 84,02% | 0,603 | 0,190 | 0,155 | -0,01 | 0,08  | 0,1524 | 0,09887 |         |
| 7,67 | 0,61 | 52   | 18,2 | 0,7144 | 84,42% | 0,603 | 0,185 | 0,150 | -     | 0,004 | 0,08   | 0,1478  | 0,06397 |

| PARAMETRO                       | DESVIACION |
|---------------------------------|------------|
| TP secador                      | 5,206      |
| HRT                             | 2,64       |
| AW                              | 0,035      |
| Velocidad del aire              | 0,028      |
| Área superficial de secado (m2) | 0,41268    |

ELABORADO POR: Carolina Gutiérrez Barragán, 2010  
Verónica Reinoso Villacrés

## APENDICE F

### NORMA INEN 517

CDU 664.2:543

**INEN**

AL 02.02-301

| Norma Ecuatoriana                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | HARINAS DE ORIGEN VEGETAL<br>DETERMINACION DEL TAMAÑO DE LAS PARTICULAS | INEN 517<br>1980-12 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| <div data-bbox="462 640 641 724" style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"><b>OBIGATORIA</b></div>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                         |                     |
| <div data-bbox="836 661 933 682">1. OBJETO</div> <p data-bbox="479 703 1291 766">1.1 Esta norma establece el método para determinar el tamaño de las partículas en las harinas de origen vegetal.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                         |                     |
| <div data-bbox="828 798 941 819">2. RESUMEN</div> <p data-bbox="479 840 1291 903">2.1 Pasar una muestra previamente pesada a través de diferentes tamices; pesar los residuos de cada uno de ellos y expresar en porcentaje.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                         |                     |
| <div data-bbox="803 934 974 955">3. INSTRUMENTAL</div> <p data-bbox="479 987 738 1008">3.1 Máquina vibradora de tamices.</p> <p data-bbox="479 1029 1234 1060">3.2 Tamices, con aberturas equivalentes a 710 µm, 500 µm, 355 µm y otras (ver Norma INEN 154).</p> <p data-bbox="479 1081 1250 1102">3.3 Tapa y plato recolector, adecuados para los tamices que puedan ser insertados fácilmente en ellos.</p> <p data-bbox="479 1123 673 1144">3.4 Pincel, de pelo suave.</p> <p data-bbox="479 1165 795 1186">3.5 Balanza analítica, sensible al 0,1 mg.</p>                                                                                                                                              |                                                                         |                     |
| <div data-bbox="738 1249 1039 1270">4. PREPARACION DE LA MUESTRA</div> <p data-bbox="479 1291 1291 1333">4.1 Las muestras para el ensayo deben estar acondicionadas en recipientes herméticos, limpios, secos (vidrio, plástico u otro material inoxidable) y completamente llenos para evitar que se formen espacios de aire.</p> <p data-bbox="479 1354 1291 1407">4.2 La cantidad de muestra de la harina de origen vegetal extraída dentro de un lote determinado debe ser representativa; no debe exponerse al aire mucho tiempo y debe estar como sale de la molienda.</p> <p data-bbox="479 1428 1112 1459">4.3 Se homogeniza la muestra invirtiendo varias veces el recipiente que la contiene.</p> |                                                                         |                     |
| <div data-bbox="803 1512 982 1533">5. PROCEDIMIENTO</div> <p data-bbox="479 1554 1144 1575">5.1 La determinación debe efectuarse por duplicado sobre la misma muestra preparada.</p> <p data-bbox="479 1596 1307 1701">5.2 Escoger los tamices que se indican en la norma específica para la harina correspondiente y colocar uno encima de otro, cuidando que queden en orden decreciente de arriba hacia abajo, con referencia al tamaño de la abertura de la malla de cada tamiz, de modo que el tamiz de mayor abertura sea colocado en la parte superior y el de menor abertura quede en el fondo, y debajo de éste colocar el plato recolector.</p>                                                   |                                                                         |                     |

(Continúa)

5.3 Pesar, con aproximación al 0,1 mg, 100 g de harina de cuyas partículas debe determinarse el tamaño.

5.4 Transferir la muestra al tamiz superior de la columna de tamices, poner la tapa, fijar la columna en el aparato de vibración y poner en funcionamiento durante cinco minutos, y después de este tiempo, suspender el movimiento de la máquina.

5.5 Desintegrar los aglomerados pasando suavemente el pinoel contra la malla, empezando la operación por el tamiz superior, luego al inmediato inferior y así sucesivamente hasta llegar al tamiz del fondo.

5.6 Pasar cuantitativamente a una hoja de papel, previamente pesada, la fracción de la muestra retenida por cada uno de los tamices y pesar con aproximación al 0,1 g.

## 6. CALCULOS

6.1 El contenido de harina de origen vegetal retenido por cada uno de los tamices se calcula mediante la ecuación siguiente:

$$MR = \frac{m_2 - m_1}{m} \times 100$$

Siendo:

MR = masa retenida de harina, en porcentaje de masa.

m = masa de la muestra de harina, en g.

$m_1$  = masa del papel sin harina, en g.

$m_2$  = masa del papel con la fracción de harina, en g.

## 7. ERRORES DE METODO

7.1 La diferencia entre los resultados de una determinación efectuada por duplicado no debe exceder de 0,40%; en caso contrario, debe repetirse la determinación.

## 8. INFORME DE RESULTADOS

8.1 Como resultado final, debe reportarse la media aritmética de los resultados de la determinación.

8.2 En el informe de resultados, deben indicarse el método usado y el resultado obtenido. Debe mencionarse, además, cualquier condición no especificada en esta norma o considerada como opcional, así como cualquier circunstancia que pueda haber influido sobre el resultado.

8.3 Deben incluirse todos los detalles necesarios para la completa identificación de la muestra.

## APENDICE Z

## Z.1 NORMAS A CONSULTAR

INEN 154 *Tamices de ensayo. Tamaños nominales de las aberturas.*

## Z.2 BASES DE ESTUDIO

Norma Centroamericana ICAITI 34 086 h 9. *Harinas de origen vegetal. Determinación del tamaño de las partículas.* Instituto Centroamericano de Investigación y Tecnología Industrial, Guatemala, 1974.

Norma Hindú IS: 4706. *Method of Test for Edible Starches.* Indian Standards Institution, Nueva Delhi, 1968.

# **APENDICE G** **ANALISIS FISICO – QUIMICO HARINA DE ZANAHORIA BLANCA**



**Informe: 10-09/0018-M001**

GCR 4.1 01 00 03

## **Datos del cliente**

|                                                              |                            |
|--------------------------------------------------------------|----------------------------|
| <b>Nombre:</b> Carolina Gubierrez Rarragan                   | <b>Teléfono:</b> 080265672 |
| <b>Dirección:</b> Cooperativa Naciones Unidas MZ. 10 Solar 8 |                            |

## **Identificación de la muestra / etiqueta**

|                                                                                                     |                                        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| <b>Nombre:</b> HARINA DE ZANAHORIA BLANCA                                                           | <b>Código muestra:</b> 10-09/0018-M001 |
| <b>Marca comercial:</b> "SM"                                                                        | <b>Lote:</b> S/L                       |
| <b>Tipo de alimento:</b> Harinas y Semolas                                                          | <b>Fecha elaboración:</b> 25/08/2010   |
| <b>Envase:</b> Fondo de polietileno                                                                 | <b>Fecha expiración:</b> N/A           |
| <b>Conservación:</b> Ambiente 20 °C – 25 °C                                                         | <b>Fecha recepción:</b> 03/09/2010     |
| <b>Fecha análisis:</b> 8/09/2010                                                                    | <b>Vida útil:</b> N/A                  |
| <b>Contenido neto declarado:</b> 150 g                                                              |                                        |
| <b>Contenido neto encontrado:</b> N/R                                                               |                                        |
| <b>Presentaciones:</b> N/A                                                                          |                                        |
| <b>Condiciones climáticas del ensayo:</b> Temperatura 22.5 °C ± 2.5 °C Y Humedad Relativa 55% ± 15% |                                        |

## **Análisis Físico - Químicos**

| Ensayos realizados | Unidad | Resultado | Requisitos | Métodos/Ref.       |
|--------------------|--------|-----------|------------|--------------------|
| Fibra *            | %      | 1.34      | -          | AOAC 18h: 978.10 * |
| Grasa Total *      | %      | 0.15      | ---        | Morganer *         |
| Proteínas *        | %      | 6.62      | ---        | AOAC 18h: 920.87 * |

Los resultados emitidos corresponden exclusivamente a la muestra proporcionada por el cliente.

### **\* Observaciones:**

Se realizaron los parámetros bromatológicos solicitados por el cliente. Los datos bromatológicos se encuentran registrados en el Cuaderno de Vegetales, Frutas y Derivados N° 8 en la página 1867.

\* Pacómetros No Acreditados

^ Representa el Exponente

\* Subcontratado

En microbiología los valores expresados como < 1, < 2, < 3, y < 10 se estiman ausencia

Los resultados del presente informe son válidos hasta 6 meses a partir de su emisión

Guayaquil, 13 de Septiembre del 2010.

*[Firma]*  
Dra. Gloria Bajula de Pacheco  
Gerente Técnico

*[Firma]*  
Ing. María Teresa Amador  
Gerente de Calidad

## APENDICE H

### FICHA PARA LA EVALUACION SENSORIAL: ESCALA HEDONICA DE CINCO PUNTOS

|                                                                                        |      |        |
|----------------------------------------------------------------------------------------|------|--------|
| Nombre:                                                                                |      | Fecha: |
| Por favor pruebe las dos muestras de sopa y marque con una X lo que indique su opinión |      |        |
| MUESTRA                                                                                | 2867 | 4853   |
| Me gusta bastante                                                                      |      |        |
| Me gusta ligeramente                                                                   |      |        |
| Ni me gusta ni me disgusta                                                             |      |        |
| Me disgusta ligeramente                                                                |      |        |
| Me disgusta bastante                                                                   |      |        |
| Comentarios:                                                                           |      |        |
| <hr/>                                                                                  |      |        |
| MUCHAS GRACIAS POR SU TIEMPO                                                           |      |        |

LOS CÓDIGOS FUERON OBTENDOS DE UNA TABLA DE NUMEROS  
ALEATORIOS Y SON RESPECTIVAMENTE 9724 FORMULA 1 Y 3913  
FORMULA

**APENDICE I**

**CALCULO ENERGETICO Y NUTRICIONAL PARA SOPA INSTANTANEA DE**

**ZANAHORIA BLANCA**

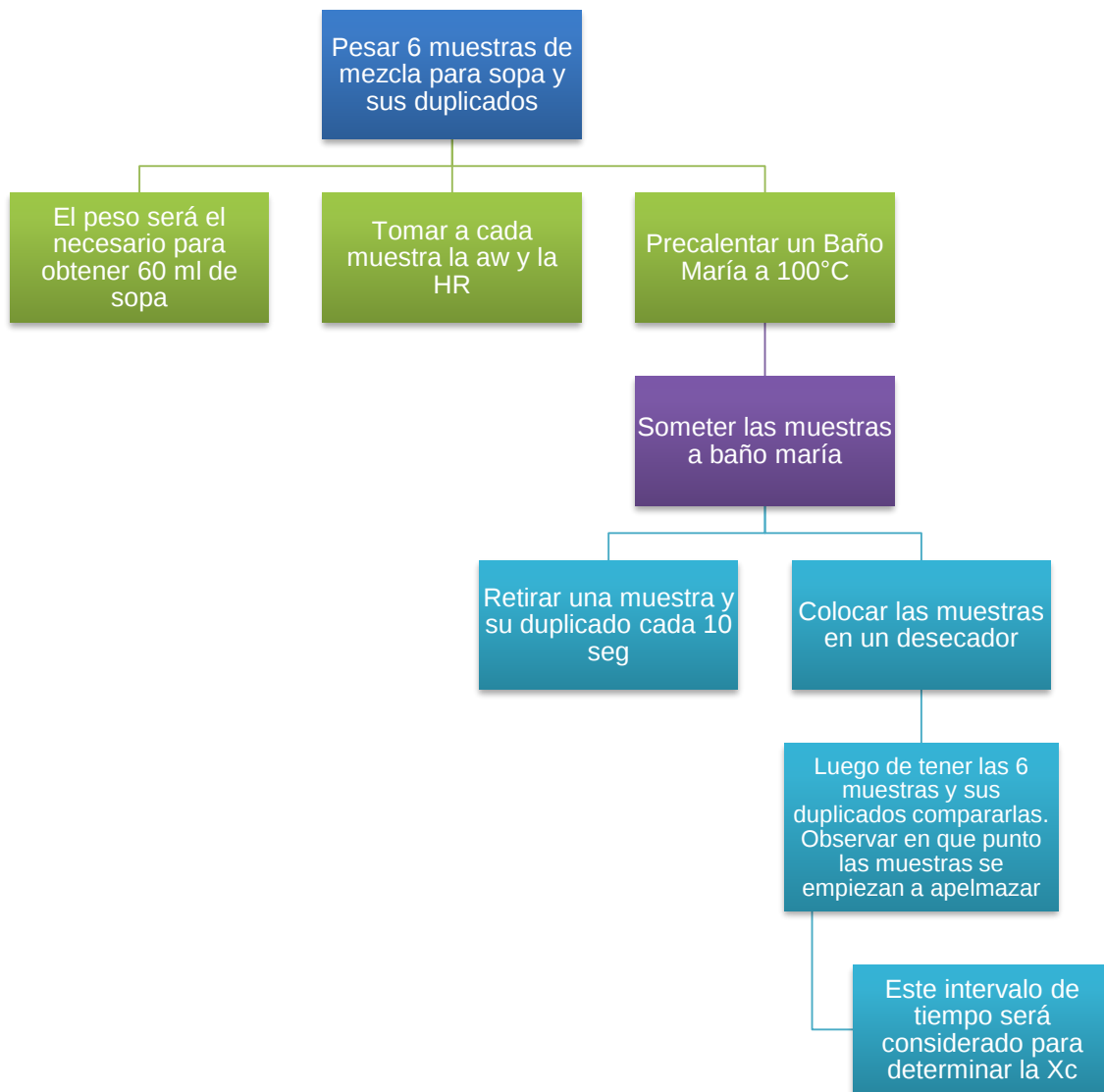
| COMPOSICION NUTRICIONAL HARINA DE ZANAHORIA BLANCA/100 g |           |               |          |                  |
|----------------------------------------------------------|-----------|---------------|----------|------------------|
| COMPONENTE                                               |           | PORCENTAJE    |          |                  |
| CARBOHIDRATOS                                            |           | 84,76         |          |                  |
| PROTEINA                                                 |           | 6,62          |          |                  |
| GRASA                                                    |           | 0,15          |          |                  |
| FIBRA                                                    |           | 1,34          |          |                  |
| AGUA                                                     |           | 7,13          |          |                  |
| TOTAL                                                    |           | 100           |          |                  |
| COMPOSICION NUTRICIONAL LECHE DESCREMADA/100 g           |           |               |          |                  |
| COMPONENTE                                               |           | PORCENTAJE    |          |                  |
| CARBOHIDRATOS                                            |           | 47            |          |                  |
| PROTEINA                                                 |           | 31            |          |                  |
| GRASA                                                    |           | 0             |          |                  |
| Componentes de la Fórmula                                |           |               |          |                  |
| Proteína                                                 |           | Proteína      |          | LECHE DESCREMADA |
| 100 %                                                    | 6,62 g    | 100 %         | 31 g     |                  |
| 94,34 %                                                  | 6,245 g   | 5,66 %        | 1,755 g  |                  |
| Grasa                                                    |           | Grasa         |          |                  |
| 100 %                                                    | 0,15 g    | 100 %         | 0 g      |                  |
| 94,34 %                                                  | 0,142 g   | 5,66 %        | 0 g      |                  |
| Carbohidratos                                            |           | Carbohidratos |          |                  |
| 100 %                                                    | 84,76 g   | 100 %         | 47 g     |                  |
| 94,34 %                                                  | 79,960 g  | 5,66 %        | 2,66 g   |                  |
| Fibra                                                    |           | Fibra         |          |                  |
| 100 %                                                    | 1,34 g    | 100 %         | 0 g      |                  |
| 94,34 %                                                  | 1,264 g   | 5,66 %        | 0 g      |                  |
| Calcio                                                   |           | Calcio        |          |                  |
| 100 %                                                    | 1,9 mg    | 100 %         | 1,197 mg |                  |
| 94,34 %                                                  | 1,7924 mg | 5,66 %        | 0,07 mg  |                  |
| Fosforo                                                  |           | Fósforo       |          |                  |
| 100 %                                                    | 55 mg     | 100 %         | 927 mg   |                  |
| 94,34 %                                                  | 51,89 mg  | 5,66 %        | 52,5 mg  |                  |
| Hierro                                                   |           | Hierro        |          |                  |
| 100 %                                                    | 0,9 mg    | 100 %         | 2,2 mg   |                  |
| 94,34 %                                                  | 0,85 mg   | 5,66 %        | 0,12 mg  |                  |
| Niacina                                                  |           | Niacina       |          |                  |
| 100 %                                                    | 3,67 mg   | 100 %         | 1,07 mg  |                  |
| 94,34 %                                                  | 3,46 mg   | 5,66 %        | 0,06 mg  |                  |

ELABORADO POR: Carolina Gutiérrez Barragán, 2010  
Verónica Reinoso Villacrés

| FORMULA    |        |  |
|------------|--------|--|
| 83,3 g     | Harina |  |
| 5 g        | Leche  |  |
| 88,3 g     | Total  |  |
| Base 100 g |        |  |
| HARINA     |        |  |
| 88,3 g     | 100%   |  |
| 83,3 g     | 94,34% |  |
| LECHE      |        |  |
| 88,3 g     | 100%   |  |
| 5 g        | 5,66%  |  |

## APENDICE J

### PROCEDIMIENTO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD CRÍTICA EN FUNCIÓN DE LA VISCOSIDAD PARA SOPA INSTANTANEA DE ZANAHORIA BLANCA



Elaborado por: Carolina Gutiérrez Barragán, 2010

Verónica Reinoso Villacrés

## APENDICE K

### METODOLOGIA PARA LA DETERMINACIÓN DE LA CONSISTENCIA DE LAS SUSPENSIONES

#### MATERIALES

- Consistómetro Bostwick
- Beaker 100 ml
- Varilla de agitación
- Cronómetro
- Balanza digital



#### Procedimiento:

La operación del consistómetro se debe realizar sobre una mesa firme. Cerrando la compuerta y ajustando la burbuja del nivelador en el centro del círculo y antes de empezar cualquiera prueba. La burbuja de nivelación debe estar concéntrica al círculo exterior para lograr este objetivo se giran manualmente los tornillos localizados en la parte posterior del consistómetro.

En el beaker se vierte la cantidad de agua correspondiente para cada muestra y se agita utilizando la varilla de agitación, se vierte poco a poco los gramos de muestra sobre el agua para impedir la formación de grumos. Una vez la mezcla sea uniforme se vierte en el compartimiento del consistómetro lo más rápido posible. Se deben contabilizar 40 segundos desde que se presiona el gatillo de liberación hasta el momento en que se registra la distancia recorrida y el mínimo punto alcanzado por el extremo de la muestra.

## APENDICE L

### DATOS PARA LA ELABORACIÓN DE ISOTERMA DE PRODUCTO FINAL

| DATOS PARA LA ELABORACION DE LA ISOTERMA DE ABSORCION PARA SOPA INSTANTANEA DE ZANAHORIA BLANCA |          |                          |                        |        |        |       |        |        |                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|--------------------------|------------------------|--------|--------|-------|--------|--------|----------------------|
| PUNTO                                                                                           | MUESTRAS | PESO INICIAL SIN SISTEMA | PESO FINAL SIN SISTEMA | AW1    | AW2    | HI    | HF     | MCDB   | TIEMPO DE EXPOSICION |
| <b>1</b>                                                                                        | ZB1      | 5,8654                   | 6,1140                 | 0,5417 | 0,6610 | 5,89% | 6,89%  | 0,0740 | 10 SEGUNDOS          |
| <b>2</b>                                                                                        | ZB2      | 6,1211                   | 6,1331                 | 0,5465 | 0,6823 | 5,76% | 8,44%  | 0,0922 | 20 SEGUNDOS          |
| <b>3</b>                                                                                        | ZB3      | 6,1478                   | 6,1802                 | 0,5525 | 0,6952 | 5,82% | 10,10% | 0,1123 | 30 SEGUNDOS          |
| <b>4</b>                                                                                        | ZB4      | 6,1192                   | 6,1678                 | 0,5932 | 0,7023 | 5,79% | 13,75% | 0,1594 | 40 SEGUNDOS          |
| <b>5</b>                                                                                        | ZB5      | 5,9477                   | 6,0940                 | 0,5765 | 0,7156 | 5,66% | 14,93% | 0,1755 | 50 SEGUNDOS          |
| <b>6</b>                                                                                        | ZB6      | 5,9142                   | 6,0072                 | 0,5825 | 0,7325 | 5,73% | 16,98% | 0,2045 | 60 SEGUNDOS          |

ELABORADO POR: Carolina Gutiérrez Barragán, 2010  
Verónica Reinoso Villacrés

## BIBLIOGRAFÍA

1. Alvarado L., Obtención de harina de yuca para el desarrollo de productos dulces destinados para la alimentación de celíacos. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Ingeniería en Alimentos. Guayaquil – Ecuador. 2009
2. Anzaldúa, A. LA EVALUACION SENSORIAL DE LOS ALIMENTOS EN LA TEORÍA Y LA PRACTICA. Editorial Acribia, Zaragoza (España). 1994
3. Amaya J, Julca J. "ARRACACHA" Arracacia xanthorrhiza Bancroft, Biodiversidad y Conservación de los Recursos Fitogenéticos Andinos. Gerencia Regional de Recursos Naturales y Conservación del Medio Ambiente, 2006.
4. AOAC, Association of official analytical chemistry, Official methods of analysis of the association analytical chemistry, Décimo sexta edición, Washington D.C – USA, 1995
5. Barbosa G., Lima, Barletta B., Manual de Laboratorio de Ingeniería de Alimentos, Editorial Acribia, S.A., Zaragoza (España) 1997, Capítulo Siete.
6. Casp A., Abril J., Tecnología de Alimentos: Procesos de Conservación de Alimentos, Ediciones Mundi-Prensa, Segunda Edición 2003.
7. Desrosier N., Conservación de Alimentos (Traducción de la Segunda Edición en Ingles), Compañía Editorial Continental, S.A., México, 1995, Capítulo Cinco.
8. McCabe W., Smith J., Harriott P., Operaciones Unitarias en Ingeniería Química, McGraw Hill Interamericana Editores, S.A. de C.V. Séptima Edición 2007, México, Capítulo Veinticuatro.



CIB-ESPOL

9. Beltrán. Estudio de Prefactibilidad para la Implementación de una Granja Integral Autosuficiente en la Parroquia Gualea del Cantón Quito.
10. Bolagay D., Desarrollo de Sango Instantáneo a partir de Harina de Banano. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Instituto de Tecnologías. Programa de Tecnologías en Alimentos. Guayaquil – Ecuador. 2004
11. (CIP, 2000): Centro Internacional de la Papa. Historias del campo - Informe Anual 2000. Arracacha: Un cultivo perdido llega al mercado.
12. García A., Pacheco E., Tovar J., Pérez E., Caracterización Fisicoquímica y Funcional de las Harinas de Arracacha (*Arracacia Xanthorrhiza*) Para Sopas Instantáneas. Ciencia y Tecnología Alimentaria, año/vol 5, número 005. Sociedad Mexicana de Nutrición y Tecnología de Alimentos. Reynosa, México. p.p. 384-393. 2007
13. García A., Pacheco E., Evaluación de Galletas Dulces Tipos Wafer a Base de Harina de Arracacha (*Arracacia xanthorrhiza* B.) Revista Facultad Nacional de Agronomía, Medellín vol.60 no.2, Medellín Julio/Diciembre. 2007  
Disponible en: <http://www.scielo.org.co>
14. Heredia M., Descubra el poder de las especias y condimentos, Buenos Aires, 2004.  
Disponible en:  
<http://www.cocinayhogar.com/parati/alimentos/especiasycondimentos/>
15. Herrera G., Desarrollo de una Sopa Semi-Instantánea Fortificada. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Química. Guatemala. Febrero 2008.
16. ICONTEC. Norma Técnica Colombiana NTC 4482. Industrias Alimentarias. Sopas y Cremas. Bogotá – Colombia 1998.



17. Marín E., Lemus R., Flores B., Vega A., La rehidratación de alimentos deshidratados, Revista Chilena de Nutrición, Volumen 33, N° 3, Diciembre 2006, La Serena, Chile.
18. MONTALDO, A. 1972. Cultivo de raíces y tubérculos tropicales. IICA-OEA. Serie: Textos y Materiales de Enseñanza N° 21. Lima, Perú.  
Disponible en:  
<http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/produ/cdrom/contenido/libro10/biblio.htm#153>
19. Norma técnica ecuatoriana NTE INEN 1529-10:98. Control microbiológico de los Alimentos. Mohos y Levaduras viables. Recuento en placa por siembra en profundidad, 1998
20. (OFIAGRO, 2005): Disponible en:  
<http://www.agroecuador.com/HTML/angendaInter/estcebollazanahoria/Cebolla%20y%20Zanahoria.pdf>
21. Tabla de Composición de los Alimentos Ecuatorianos, Ministerio de Previsión Social y Sanidad. Instituto Nacional de Nutrición. Guayaquil 1975.

