



# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS  
AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES**

## **CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

**DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS ÓPTIMOS DE PROCESO  
PARA LA ELABORACIÓN DE SNACKS A PARTIR DE ZANAHORIA  
BLANCA (*Arracacia xanthorrhiza Bancroft*)**

**Tesis previa a la obtención del Título de:  
Ingeniero Agroindustrial**

**AUTORES: Higuera Rosero Milton Wladimir  
Prado Argoti Ramiro Andrés**

**DIRECTOR: Ing. Ángel Satama**

**Ibarra – Ecuador**

**2013**



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y  
AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL  
DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS ÓPTIMOS DE PROCESO  
PARA LA ELABORACIÓN DE SNACKS A PARTIR DE ZANAHORIA  
BLANCA (*Arracacia xanthorrhiza Bancroft*)

Tesis revisada por el Comité Asesor, por lo cual se autoriza su presentación como  
requisito parcial para obtener el Título de:

**INGENIERA AGROINDUSTRIAL**

**APROBADA**

**Ing. Ángel Satama**  
**DIRECTOR**

**Dra. Lucía Toromoreno**  
**MIEMBRO TRIBUNAL**

**Ing. Jimmy Cuarán**  
**MIEMBRO TRIBUNAL**

**Ing. Marcelo Vacas**  
**MIEMBRO TRIBUNAL**

Ibarra – Ecuador

2013

## **DEDICATORIA**

*A mis padres Milton Higuera y Carmen Rosero porque nunca dejaron de perder la Fé en mí y por ser mi guía, sin ustedes esto no sería posible los amo.*

*A mi linda hija Paula Valentina que llenó de amor y alegría mi corazón desde el día que Dios me envió.*

*A mi esposa por su comprensión y apoyo constante, a mis hermanos Jhonny y Marcelo y a mi abuelita Laura y todos los que contribuyeron a mi crecimiento como persona y como profesional.*

**Milton Wladimir Higuera Rosero**

*Este trabajo que es el producto de mi esfuerzo y dedicación, se lo dedico a DIOS, ya que en él todo lo puedo, a mi madre Carmen Argoti, que es el pilar fundamental de mi vida, quien me inculca valores y principios, a mi hermano Jorge Luis por el apoyo incondicional en todo momento y a Cristina Reascos, por todo el apoyo moral y a todos aquellos que participaron directa o indirectamente en la elaboración de la tesis.*

**Andrés Prado Argoti**

## **AGRADECIMIENTO**

*A nuestras familias por la paciencia que han tenido durante el desarrollo de este proyecto.*

*Agradecemos a la Universidad Técnica del Norte, por brindarnos la oportunidad de culminar nuestros estudios de Ingeniería Agroindustrial con maestros muy capacitados dentro de sus instalaciones.*

*Al señor Bolivar Cadena por brindarnos los conocimientos de la siembra de zanahoria blanca y a todas las personas que nos han apoyado desde el inicio de nuestra carrera hasta hoy como amigos y compañeros con palabras de ánimo y seguridad.*

*Finalmente nuestro más grato agradecimiento al Ing. Ángel Satama por su apoyo en conocimientos como nuestro director de tesis.*

**Wladimir Higuera R. y Andrés Prado A.**

# ÍNDICE GENERAL

<b>Contenido</b>	<b>Página</b>
<b>CAPÍTULO I: GENERALIDADES</b>	
1.1 INTRODUCCIÓN	5
1.2 OBJETIVOS	7
1.2.1 Objetivo general	7
1.2.2 Objetivos específicos	7
1.3 HIPÓTESIS	8
<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO</b>	
2.1 ZANAHORIA BLANCA	9
2.1.1 Origen y taxonomía	11
2.1.2 Clasificación botánica	12
2.1.3 Descripción botánica	13
2.1.4 Tiempo de madurez para la cosecha	17
2.1.5 Variedades de zanahoria blanca	18
2.1.6 Componentes químicos de la zanahoria blanca	19
2.2 PRODUCCIÓN NACIONAL DE ZANAHORIA BLANCA	
2.2.1 Localización Geográfica	20
2.3 PROPIEDADES DE LA ZANAHORIA BLANCA	
2.3.1 Propiedades de la zanahoria blanca	21
2.4 USOS DE LA ZANAHORIA BLANCA	22
2.5 SNACKS	23

2.5.1	Tipos de snacks	24
2.5.2	Situación actual y perspectiva del mercado de los Snacks	25
2.5.3	Vida útil de snacks	26
2.5.4	Empresas dedicadas a la producción de snacks en Ecuador	26
2.5.5	Mecanismos de deterioro de los snacks	27
2.6	<b>FRITURA</b>	27
2.6.1	Transferencia de masa y calor durante la fritura	29
2.6.2	Parámetros y factores que influyen en el proceso de fritura	30
2.6.3	El aceite en la fritura.	35
2.6.3.1	Aceites utilizados en el proceso de fritura.	36
2.6.3.2	Cambios y reacciones en los aceites durante la fritura	36
2.6.3.3	Oxidación	36
2.6.3.4	Polimerización	37
2.6.3.5	Hidrólisis	37
2.6.4	Proceso de elaboración de hojuelas fritas	38
2.7	<b>EVALUACIÓN SENSORIAL</b>	40
2.7.1	Tipos de pruebas	40
2.8	<b>EMPACADO</b>	41
2.8.1	Tipos de empaques utilizados en la industria de los snacks	41
2.8.1.1	Polietileno (PE)	42

### **CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS**

3.1	<b>MATERIALES</b>	43
3.1.1	Materia prima e insumos	43
3.1.2	Materiales de laboratorio	43
3.1.3	Equipos de proceso y utensilios	43
3.2	<b>MÉTODOS</b>	44

3.2.1	Localización del experimento	44
3.2.2	Datos informativos del lugar	45
3.2.3	Datos informativos del lugar de procedencia de la materia prima	46
3.3	FACTORES EN ESTUDIO	47
3.3.1	Tratamientos	48
3.4	DISEÑO EXPERIMENTAL	49
3.4.2	Características del experimento	49
3.4.3	Unidad experimental	49
3.4.4	Análisis de varianza	49
3.4.5	Análisis funcional	50
3.5	VARIABLES EVALUADAS	50
3.5.1	Variables cuantitativas	50
3.5.2	Variables cualitativas	52
3.5.2.1	Análisis microbiológico	53
3.6	MANEJO ESPECÍFICO DEL EXPERIMENTO	53
3.6.1.	Diagrama de bloques para la elaboración de snacks de zanahoria blanca	54
3.6.2	Diagrama de Flujo de proceso	55
3.6.3	Esquema del equipo de fritura	56
3.7	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	57

## **CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

4.1	PESO FINAL DEL SNACK	61
4.2	RENDIMIENTO SNACK (%)	66
4.3	DISMINUCIÓN DEL VOLUMEN TOTAL ACEITE EN (ML) EN A LA FRITURA	70
4.4	DETERMINACIÓN DE SÓLIDOS SOLUBLES °BRIX	76

4.5	EVALUACIÓN SENSORIAL DEL PRODUCTO TERMINADO	77
4.5.1	Apariencia	79
4.5.2	Olor	80
4.5.3	Sabor	81
4.5.4	Crocancia	82
4.6	ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS	83
4.7	BALANCE DE MATERIALES	85
4.7.1	Rendimiento	86

## **CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

5.1.	CONCLUSIONES	87
5.2.	RECOMENDACIONES	90

## **CAPÍTULO VI: BIBLIOGRAFÍA Y ANEXOS**

6.1	Bibliografía	91
6.2	Anexos	97

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Contenido</b>	<b>Página</b>
Tabla 1. Clasificación botánica de la zanahoria blanca	12
Tabla 2. Composición Química de la zanahoria blanca	20
Tabla 3. Empresas dedicadas a la producción de snacks	26
Tabla 4. Información climatológica del lugar del experimento	45
Tabla 5. Información climatológico del lugar de procedencia de la materia prima	46
Tabla 6. Tratamientos analizados	48
Tabla 7. Análisis de Varianza	49
Tabla 8. Parámetros analizados y metodología utilizada	50
Tabla 9. Peso del snack (g) de zanahoria después de la fritura	61
Tabla 10. Análisis de varianza	62
Tabla 11. Prueba de Tukey al 5 % para tratamientos	63
Tabla 12. Prueba DMS para el factor B (Espesor de las hojuelas)	64
Tabla 13. Porcentaje de rendimiento del snack	66
Tabla 14. Análisis de Varianza	67
Tabla 15. Prueba DMS para el factor B (Espesor de las hojuelas)	67
Tabla 16. Disminución del volumen total de aceite (ml) en la fritura	70
Tabla 17. Análisis de Varianza	71
Tabla 18. Prueba de Tukey al 5 % para tratamientos	72
Tabla 19. Prueba DMS para el factor B (Espesor de las hojuelas)	72
Tabla 20. Prueba DMS para el factor C (Temperatura -tiempo de fritura)	73
Tabla 21. Contenido de sólidos solubles en la zanahoria blanca	76
Tabla 22. Análisis de Friedman para las variables de la evaluación sensorial	78

Tabla 23.	Análisis microbiológico durante el almacenamiento de snacks de zanahoria blanca bajo condiciones ambientales	83
Tabla 24.	Requisitos microbiológico durante el almacenamiento de snacks de Según la Norma INEN de los Bocaditos	84

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Contenido</b>	<b>Página</b>
Figura 1. Distribución de la zanahoria blanca	12
Figura 2. Tallo	14
Figura 3. Inflorescencias	16
Figura 4. Variedades de zanahoria blanca	19
Figura 5. Transferencia de calor	30
Figura 6. Esquema del equipo de fritura	56
Figura 7. Peso del snack (g) de zanahoria después de la fritura	64
Figura 8. Representación gráfica del rendimiento (%) del snack de zanahoria blanca	68
Figura 9. Interacción de los factores A (Tiempo de madurez) y C (Temperatura -tiempo de fritura) en la variable	74
Figura 10. Disminución del volumen total de aceite (ml) durante la fritura	75
Figura 11. Contenido de sólidos solubles de la zanahoria blanca	76
Figura 12. Caracterización de la apariencia en el producto terminado	80
Figura 13. Caracterización del olor en el producto terminado	81
Figura 14. Caracterización del sabor en el producto terminado	82
Figura 15. Caracterización de la crocancia en el producto terminado	83

## ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

<b>Contenido</b>	<b>Página</b>
Fotografía 1. Zanahoria blanca	10
Fotografía 2. Sistema radical de la zanahoria blanca	13
Fotografía 3. Hojas	15
Fotografía 4. Raíz tuberosa	17
Fotografía 5. Snacks	24
Fotografía 6. Probeta	51
Fotografía 7. Balanza electrónica gramera	51
Fotografía 8. Tratamientos para la degustación	77
Fotografía 9. Panel de degustadores	77
Fotografía 10. Degustación de tratamientos	77

## RESUMEN

La presente investigación se realizó en el laboratorio de Frutas y Hortalizas de la “Universidad Técnica Del Norte”, el mismo que se encuentra localizado en la Ciudadela San Andrés de la parroquia El Sagrario del Cantón Ibarra. La materia prima se obtuvo en el Mercado Mayorista de la Ciudad de Ibarra. El objetivo principal de la presente investigación fue determinar los parámetros óptimos de proceso para la elaboración de snacks a partir de zanahoria blanca (*Arracacia xanthorrhiza Bancrofti*). Entre los objetivos específicos se evaluó la influencia del tiempo de madurez, temperatura - tiempo de fritura y espesor de la hojuela en la calidad del producto terminado, se determinó el rendimiento en la elaboración del snack de zanahoria blanca. Además se evaluó la cantidad de minerales (calcio, fósforo, potasio) fibra y proteína en materia prima y en el mejor tratamiento de snack de zanahoria blanca. Se realizó el análisis físico químico (humedad) del mejor tratamiento de snack de zanahoria blanca, el análisis sensorial (apariencia, color, sabor, crocantes) del snack de zanahoria blanca mediante la prueba de Friedman y el análisis microbiológico (mohos y levaduras) de los tres mejores tratamientos del snack de zanahoria blanca.

Se utilizó el diseño completamente al azar (DCA) con un arreglo factorial A x B x C donde, el Factor A representa el tiempo de madurez de la materia prima con dos niveles, el Factor B es el espesor de la hojuelas de zanahoria blanca con tres niveles y el Factor C es la temperatura y tiempo de fritura con tres niveles, con 18 tratamientos, 3 repeticiones y 54 unidades experimentales conformadas de 500 g de hojuelas de zanahoria blanca. Se evaluó mediante un análisis de varianza y prueba de Tukey al 5%. Las variables evaluadas fueron: análisis del



peso del snack de zanahoria blanca en la etapa final del proceso de fritura, porcentaje de rendimiento en peso del snack de zanahoria blanca , en la etapa final del proceso de fritura, y absorción del volumen total de aceite en el proceso de fritura.

Para la evaluación de las características organolépticas apariencia, olor, sabor, crocancia del snack de zanahoria blanca, se empleó la prueba de Friedman, determinándose estadísticamente los tres tratamientos con mayor aceptabilidad, que fueron: **T5** (10 meses, 1,5 mm a 150°C por 3,5 minutos), **T8** (10 meses, 2,00 mm a 150°C por 3,5 minutos) y **T10** (12 meses, 1,00 mm a 140°C por 4,00 minutos).

Finalmente, se evaluó la vida útil del snack de zanahoria blanca a condiciones ambientales por un lapso de tiempo de 60 días.

## SUMMARY

This research was conducted in the laboratory of Fruits and Vegetables of the "Universidad Técnica del Norte", the same that is located in the Citadel of St. Andrew parish El Sagrario of Canton Ibarra. The material was obtained in Wholesale Market City Ibarra. The main objective of this research was to determine the optimal parameters in the development process of snacks from white carrot (*Arracacia xanthorrhiza Bancroft*). Specific objectives evaluated the influence of time of maturity, temperature - frying time and thickness of the foil in the quality of the finished product yield was determined in developing the white carrot snack. Also evaluated the amount of minerals (calcium, phosphorus, potassium), fiber and protein in raw materials and the best treatment of white carrot snack. We performed the physical and chemical analysis (moisture) the best treatment of white carrot snack, sensory analysis (appearance, color, flavor, crispness) of white carrot snack by Friedman test and microbiological (mold and yeast) of the three top treatments white carrot snack.

We used a completely randomized design (DCA) with a factorial arrangement A x B x C where, Factor A represents the time of ripening of raw material with two levels, Factor B is the thickness of the white carrot flakes, Factor C three levels is the temperature and frying time of three levels, with 18 treatments, 3 replications and 54 experimental units formed from 500 g of white carrot flakes. Were evaluated by analysis of variance and Tukey's test at 5%. The variables evaluated were: analysis carrot snack weight of white in the final stage of the frying process, percent weight yield of carrot snack white in the final stages of the frying process, and the total volume of absorption oil in the frying process.

For the evaluation of the organoleptic appearance, odor, flavor, crispness of white carrot snack, we used the Friedman test, determining the three treatments statistically greater acceptability, which were: **T5** (10 months, 1,5 mm at 150 ° C per 3,5 minutes), **T8** (10 months, 2,00 mm at 150 ° C for 3,5 minutes) and **T10** (12 months 1,00 mm at 140 ° C for 4,00 minutes).

Finally, we evaluated the useful life of white carrot snack at ambient conditions for a period of time of 60 days.

## **CAPÍTULO I: GENERALIDADES**

### **1.1 INTRODUCCIÓN**

En los últimos 15 años, la producción de zanahoria blanca (*Arracaccia xanthorrhiza Bancroft*), ha aumentado de 1507 TM a 3595,8 TM, básicamente para la comercialización como tubérculo fresco. Conforme lo menciona el Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, (INIAP ,2009).

En el Ecuador existen nueve zonas de producción de zanahoria blanca. En Intag, Pimampiro, San José de minas, Nanegalito, Baños, Ambato, Zaruma, Gonzanamá y en Saraguro. Principalmente en la provincia de Imbabura encontramos 40 hectáreas sembradas y fraccionadas, a lo largo y ancho de la Zona de Intag en forma permanente y asequible a un precio que oscila entre 20 y 23 dólares, sector donde se identifican como potenciales productores de zanahoria blanca debido a sus condiciones climáticas.

Mazón, C. (1996) la raíz tuberosa de la zanahoria blanca (*Arracacha xanthorrhiza Bancroft*), 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 con calorías, fibra y minerales principalmente calcio, fósforo, magnesio, hierro. Este tubérculo constituye uno de los alimentos fundamentales y esenciales especialmente en aquellas zonas con déficit alimentario, además de ser parte de la economía de los pobladores de las distintas provincias del Ecuador.

La zanahoria blanca por varias décadas ha formado parte de la dieta diaria en la mayoría de las poblaciones de la sierra y su consumo se ha visto limitado por la elaboración de recetas caseras.

Es necesario entonces, igual como se ha hecho en la yuca, encontrar alternativas de post cosecha para incentivar su producción, procesamiento y comercialización. Cabe destacar que las raíces tuberosas por los contenidos nutricionales es recomendado para la alimentación de bebés a través del uso de papillas, sopas y otra forma de utilización es la elaboración de snacks, preparación de coladas, dulce y conservas.

El proceso de fritura es un método de cocción, que se utiliza para obtener sabores y texturas únicos en los alimentos procesados, evitando el deterioro e inclusive obteniendo una apariencia más aceptable y agradable para los consumidores. Los snacks de zanahoria blanca, contribuye a disminuir pérdidas post cosecha, ya que al aplicar procesos agroindustriales, la oferta y demanda se equilibran.

La presente investigación plantea brindar una alternativa de procesamiento e inserción de la zanahoria blanca en la alimentación, además de rescatar los hábitos alimenticios en nuestra sociedad, para lo cual se utiliza el proceso de fritura para la obtención de nuevos productos para el mercado.

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo General

- Determinar los parámetros óptimos de proceso para la elaboración de snacks a partir de zanahoria blanca (*Arracacia xanthorrhiza Bancroft*).

### 1.2.2 *Objetivos Específicos*

- Evaluar la influencia del tiempo de madurez, temperatura - tiempo de fritura y espesor de la hojuela en la calidad del producto terminado.
- Evaluar los niveles de minerales (calcio, fósforo, hierro) fibra, proteína en materia prima y en el mejor tratamiento de snack de zanahoria blanca.
- Analizar el contenido de humedad y la cantidad de aceite retenido en el snack del mejor tratamiento.
- Evaluar las características sensoriales (apariencia, olor, sabor, crocancia) del snack de zanahoria blanca mediante la prueba de Friedman.
- Demostrar la calidad microbiológica del mejor tratamiento, mediante análisis de mohos y levaduras.
- Determinar el rendimiento del snack del mejor tratamiento.

### **1.3 HIPÓTESIS**

#### **Hipótesis Alternativa**

- El tiempo de madurez, la temperatura de fritura, el tiempo de fritura y espesor de las hojuelas influyen significativamente en la calidad del producto terminado.

#### **Hipótesis Nula**

- El tiempo de madurez, la temperatura de fritura, el tiempo de fritura y espesor de las hojuelas no influyen significativamente en la calidad del producto terminado.

## **CAPÍTULO II: FUNDAMENTO TEÓRICO**

### **2.1 ZANAHORIA BLANCA**

Mazón, C. (1996) menciona que “La zanahoria blanca se cultiva en los valles interandinos desde los 700 hasta los 3200 msnm. Es la única umbelífera de propagación vegetativa domesticada en las Américas. A pesar de que posee un almidón de tamaño granular pequeño y características fisicoquímicas interesantes, un alto contenido de calcio, cantidades importantes de fósforo, hierro, vitaminas, caroteno, etc., el potencial para procesamiento y usos culinarios de este cultivo todavía no ha sido reconocido”.

La parte aérea está compuesta por un conjunto de brotes y hojas que son utilizados en la preparación de nuevas plántulas destinadas a la propagación vegetativa o en la alimentación de bovinos y equinos.

Hemann, M. (1992) en sus investigaciones menciona que “la zanahoria blanca es una planta herbácea, caulescente. Usualmente alcanza altura de alrededor de 1,0 m y puede variar entre 0,50 y 1,50 metros, tiene un tronco cilíndrico corto con numerosos brotes en la parte superior de donde parten las hojas de peciolo largo y sus flores son de color púrpura. Su parte comestible es la raíz que asemeja a una zanahoria engrosada, ésta puede ser de color blanco, amarillo o morado según la variedad”.



**Fotografía 1:** zanahoria blanca Febrero 2012

Estudios realizados Julio, E. Amaya, R & José L, J. (2006) desde el punto de vista económico, esta raíz presenta una buena aceptación en el mercado y de acuerdo con el lugar puede producirse durante todo el año. Las siembras se realizan entre los meses de setiembre a diciembre. Puede producir entre 30 a 40 brotes y seis a diez raíces por planta, con una producción de hasta 10 toneladas de raíces comerciales por hectárea. Las semillas botánicas son poco conocidas en la propagación de esta especie, siendo uno de sus mayores problemas el largo período vegetativo que varía entre 10 y 12 meses. A pesar de ser una planta de la región andina, existen pocos estudios relacionados en los aspectos agronómicos, fisiológicos y mejoramiento genético, nutrición, manejo de plagas y enfermedades.

En Ecuador los cultivos de zanahoria blanca se encuentran localizados entre 1.500 y 3.000 metros sobre el nivel del mar, a lo largo del callejón interandino y son menos frecuentes en los flancos occidental y oriental de la cordillera; encontrándose cultivos en Pimampiro, Intag y Cotacachi en la provincia de Imbabura; Nanegalito y San José de Minas en la provincia de Pichincha, Baños en la provincia de Tungurahua, Gonzanamá y Saraguro en la provincia de Loja y Zaruma en la provincia del Oro.

El cultivo de mayor importancia se concentra en la región de San José de Minas representando la zona más importante de abastecimiento de esta raíz andina en el país. Mientras que en otras localidades como Intag, la producción está destinada al consumo local debido a la escasa producción. Las estadísticas permiten estimar la producción ecuatoriana entre 12.000 y 24.000 toneladas anuales; siendo que de este total tan solo un pequeño porcentaje es destinado al consumo humano.

### **2.1.1 Origen y taxonomía**

La zanahoria blanca (*Arracacia xanthorrhiza Bancroft*) es originaria de los Andes del norte de Sudamérica, región en la que se han identificado la mayoría de las especies del género *Arracacia*”, con una mayor variabilidad genética en el sur de Ecuador (Morales, J. 2012).

En estudios realizados se conoce que su área original de dispersión son las cordilleras andinas; desde Venezuela a Bolivia, es posible que su domesticación ocurriera en Colombia. Esta zona particular de los andes comprendió los antiguos límites de la cultura inca, sugiriéndose que hayan sido sus pobladores quienes domesticaron por primera vez esta planta.

Jimenez, F. (2005) indica que esta planta es originaria de Jamaica, sin embargo Bukasov, S (1930) cree que el área de origen está ubicada en los andes del norte de Sudamérica, porque allí están la mayoría de las especies de este género. El cultivo se ha extendido a las tierras altas de Centroamérica, Antillas, África y Ceilán, y a la región Subtropical de Brasil.

## DISTRIBUCIÓN *Arracacia xanthorrhiza* Bancroft GEOGRÁFICA DE LA ARRACACIA



**FIGURA 1:** Distribución de la zanahoria blanca.

### 2.1.2 Clasificación botánica

Es una especie de la familia Umbeliferae, a la cual pertenecen también la zanahoria y el apio. De allí sus nombres de zanahoria blanca en Ecuador y apio criollo en Venezuela.

**Tabla 1:** Clasificación botánica de la zanahoria blanca

Nombre común	zanahoria blanca
Nombre Científico	<i>Arracacia xanthorrhiza</i> Bancroft
Reino	Vegetal
División	Angiospermas
Clase	Dicotiledóneas
Subclase	Archichlamydeae
Orden	umbelliflorae
Familia	umbelliferae (apiácea)
Subfamilia	apiodae
Género	arracacia
Especie	<i>Arracacia xanthorrhiza</i> Bancroft

Fuente: ( INIAP, 2009).

### **2.1.3 Descripción botánica**

Según Julio, E. Amaya, R. José, L. & Julca H. (2006) es una planta herbácea de porte bajo que puede alcanzar hasta 1.5 m. de altura. En relación a la producción de raíces tuberosas es una planta anual, y bianual en relación a su ciclo vegetativo, razón por la cual raras veces completa este periodo en siembras comerciales. La cosecha se realiza entre 10 y 12 meses de siembra donde la planta es extraída antes de la floración. La propagación para fines comerciales es esencialmente vegetativa.

#### **2.1.3.1 Sistema Radical**

La parte comestible es una raíz napiforme, de forma y color variables. Tiene función almacenadora, y también presenta numerosas raíces secundarias que sirven como órganos de absorción. Al realizar un corte transversal se distinguen dos zonas bien definidas: una exterior, constituida principalmente por el floema secundario y otra exterior formada por el xilema y la médula. Las zanahorias más aceptadas son las que presentan gran proporción de corteza exterior, ya que el xilema es generalmente leñosos y sin sabor.



**FOTOGRAFÍA 2:** Sistema radical de la zanahoria blanca. (Febrero, 2013)

### 2.1.3.2 Tallo

La planta consiste en 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. Estas últimas son la parte utilizable. Miden 5-25 cm de largo, tienen hasta 8 cm de diámetro. La raíz se recolecta antes de concluir el ciclo vegetativo. Si se deja, brotan de la base del tallo los vástagos floríferos. Las inflorescencias son umbelas compuestas, llevan muchas flores pequeñas de color púrpuro intenso, cáliz y corola de cinco piezas diminutas. Fruto bicarpelar con ovario ínfero (Benalcázar, L. 2006).



FIGURA 2: Tallo FUENTE: [www.scielo.cl](http://www.scielo.cl)

### 2.1.3.3 Hojas

Las primeras hojas que pueden considerarse como tal salen después de 10-15 días con una nueva hoja desarrollándose aproximadamente en el mismo intervalo durante la mayoría del crecimiento activo. Las hojas y la roseta basal son alternas y compuestas. Las nuevas hojas se desarrollan centripetamente en una espiral

dentro de la formación básica de los pecíolos precedentes. Los fillos de las hojas son pinadas en dos o tres. (Benalcázar, L. 2006).



**FOTOGRAFÍA 3.** Planta de zanahoria blanca, – Intag , Mayo 2013.

#### **2.1.3.4 Inflorescencias**

Según Benalcázar, L. (2006) la iniciación floral en la zanahoria implica un cambio morfológico desde el relativamente plano meristemo apical que produce hojas hasta un meristemo cónico levantado capaz de producir un alargamiento del tallo y una inflorescencia. Primero el eje floral crece solo ligeramente, pero puede identificarse fácilmente de manera visual. En las semanas siguientes el tallo floral se alarga mucho y se ramifica. El umbel primario se produce al final del principal tallo floral. Como terminación de las ramas del tallo primario están los umbels secundarios, y dependiendo de un mayor crecimiento y de una ramificación del tallo, el tercero, cuarto e incluso más umbels pueden formarse. Un umbel primario grande puede contener tantas como 50 umbelitas, cada una con unas 50 flores.

Generalmente las flores de la zanahoria son perfectas, pequeñas o blancas u ocasionalmente blancas verdosas o de un amarillo claro. Las flores se componen de cinco pétalos, cinco estambres y un cáliz completo. El crecimiento floral es proterandrous y centrípeto. Las flores generalmente se abren primero en la

periferia del umbel primario. Una semana más tarde el proceso comienza en los umbels secundarios, para proseguir una semana o más, más tarde en los umbels terciarios.



**FIGURA 3:** Inflouescencia FUENTE. [www.scielo.cl](http://www.scielo.cl)

El período de florecimiento de los umbels individuales generalmente va de 7 a 10 días. Además una planta puede estar en el proceso de florecimiento durante 30-50 días. Los distintivos umbels y los néctares florales atraen insectos que son los principales responsables de las polinizaciones.

#### **2.1.3.5 Fruto**

El fruto es un esquizocarpo o diaquenio, dos aquenios aplanados en la cara de la unión. Los mericarpios se separan a la madurez y cada uno constituye lo que comúnmente se denomina semilla.



FOTOGRAFÍA 4. Zanahoria blanca Mayo 2013

#### **2.1.4 Tiempo de madurez para cosecha**

Según entrevista realizada al señor agricultor Bolívar Cadena proveedor de la materia prima y oriundo de la Zona de Intag, la raíz de Arracacha blanca y amarilla alcanzan la madurez fisiológica que se lleva a cabo en el campo, es decir cuando alcanza su tamaño apropiado para el consumo, y se da cuando las hojas del follaje han empezado a presentar color amarillo y secarse, esto ocurre a partir de los 8 a 12 meses de cultivada la raíz. Otra manera que los agricultores se dan cuenta de la madurez es por el tamaño de raíz y registros que se lleva a cabo de la siembra.

Es importante para los agricultores determinar con precisión el momento de realizar la cosecha, es decir cuando el fruto alcanza el tamaño de aprovechamiento pues cuando la arracacha está "pasada" o muy madura, en la carne aparecen venas gruesas y duras que deterioran la calidad del producto.

Estudios realizados en el informe anual de los años 1999 y 2000 del proyecto de Cultivos Andinos: Desarrollo de Agroindustrias y Mercados para la Arracacha con la participación de Perú, Bolivia, Ecuador (INIAP) y el COSUDE. Manifiestan que para el rallado no hay preferencias en cuanto al tamaño, lo más

importante es la edad de la planta, de manera que si es más tierna es mejor. (Rinde más).

### **2.1.5 Variedades de zanahoria blanca**

Las variedades de la zanahoria blanca varían de acuerdo a la zona de producción. Para reconocer la taxonomía de este tubérculo, se lo realiza a través del método subjetivo basándose en experiencia del agricultor, en el color de los tallo es decir por el aspecto de la parte externa de la planta. Según Espinosa, Vaca, Abad, & Crissman, (1997) se tiene los siguientes tipos de zanahoria blanca, basados en los criterios anteriormente mencionados:

**2.1.5.1 Negra:** es la que presenta los tallos de color morado oscuro teniendo a negro. Se dice que la raíz es blanca y apreciada “harinosa como para hacerle pan”. Puede permanecer en el suelo por un tiempo casi indefinido sin descomponerse ni agrietarse o reventarse. Es la muestra un desarrollo más lento o demorado. (Espinosa, Vaca, Abad, & Crissman, 1997).

**2.1.5.2 Morada:** tiene una ligera coloración morada al principio de los tallos, junto al tronco. Las raíces suelen ser blancas con una coloración rosada en el “corazón, es decir, en su parte central. Se dice que es como “camote dulce, harinosa” (Espinosa, Vaca, Abad, & Crissman, 1997).

**2.1.5.3 Listada o morada:** a lo largo del tallo de color morado, aparece una raya blanca. Las raíces son blancas de tamaños pequeños pero muy abundantes en número.

**2.1.5.4 Amarilla:** la mata es verde por completo aunque al madurar aparece un ligero amarillento en la base de los tallos. La raíz es de color amarillo y tiene un

sabor peculiar, entre menos dulce y algo amarga. Se dice que es precoz y muy cargadora.

**2.1.5.5 Blanca:** La planta en apariencia es muy semejante a la anterior, pero las raíces no son amarillas sino blancas.



**FIGURA 4:** Variedades de zanahoria blanca  
Espinosa, Vaca, Abad, & Crissman, ( 1997).

### **2.1.6 Componentes nutricionales de la zanahoria blanca**

Son muy pocos los trabajos desarrollados en el campo alimenticio sobre la zanahoria blanca, pues la mayoría de ellos han sido dirigidos a evaluar la composición química del fruto. En la tabla 2 se muestran la composición de la zanahoria blanca, aquí observamos que 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.

**Tabla 2:** Composición química de la zanahoria blanca (*Arracacia xanthorrhiza Bancroft*).

<b>Análisis</b>	<b>Arracacha Blanca %</b>	<b>Arracacha Amarilla%</b>
Humedad	71,56	68,80
Proteína	1,13	1,19
Carbohidratos	25,13	27,59
Grasa	0,23	0,18
Cenizas	1,10	1,28
Fibra	0,85	0,96
Materia seca	28,44	30,79
Az. Reductores (mg Glu/ml mta)	1,98	3,35
Acido ascórbico (mg)	25,10	26,54
Almidón	17,72	18,01

Fuente: Collazo et al (1995), variedad blanca Anónimo 1996

## **2.2 ANÁLISIS DEL SECTOR PRODUCTOR DE ZANAHORIA BLANCA (*Arracacia xanthorrhiza Bancroft*) EN EL ECUADOR**

### **2.2.1 Localización geográfica**

En Ecuador este cultivo se distribuye a lo largo del callejón interandino y en menor escala en las estribaciones de las cordilleras Oriental y Occidental. Según el Departamento de Recursos Fitogenéticos del INIAP (2009) se encuentran nueve zonas de producción de zanahoria blanca en el Ecuador. En Intag, Provincia Imbabura se determinó un buen potencial de producción con limitaciones por su lejanía a los centros de acopios. En Pimampiro Provincia de Imbabura se encuentra este cultivo en forma marginal sembrado en el contorno del terreno. San José de Minas y Nanegalito constituye la principal zona productora del país, cercana al mercado de Quito, donde se siembran parcelas grandes a nivel comercial. Baños en la provincia de Tungurahua constituye la principal zona de producción y está cercana al mercado de Ambato. En Zaruma en la provincia de El Oro este cultivo perdió importancia para dar paso a la minería. En Gonzanamá provincia de Loja dejó de sembrar zanahoria blanca para dar paso a la ganadería

considerada más rentable. En Saraguro provincia de Loja se encuentra este cultivo para uso doméstico en pequeñas parcelas.

**Mapa 1:** Ubicación de las zonas de producción de zanahoria blanca.



### 2.3 PROPIEDADES DE LA ZANAHORIA BLANCA (*Arracacia xanthorrhiza Bancroft*)

La zanahoria blanca tiene algunas propiedades, la cual se destaca por su poder terapéutico y medicinal gracias a la pectina, es conocida como un antidiarreico moderado y contra la colitis. También ayuda a regular el funcionamiento intestinal, tanto en caso de diarrea como de estreñimiento y ejerce un efecto desintoxicante y depurativo sobre el organismo. La zanahoria es alcalinizante, es decir, elimina o compensa los ácidos residuales de la sangre, tales como el ácido úrico. Es también adecuado en los trastornos metabólicos y endocrinos, tales

como anemia, dismenorrea, depresión nerviosa, hipertiroidismo, retrasos del crecimiento (Ruales, C. 2009). Por su riqueza en hierro y vitaminas la zanahoria tiene propiedades anti-anémica y es un remedio eficaz contra la fatiga.

Las vitaminas hidrosolubles están en la zanahoria blanca, además de las vitaminas A, E, D y K. Los indígenas aprecian este tubérculo por sus propiedades curativas contra el reumatismo. Es dilatador de las arterias coronarias es hipotensora y antidiabética (disminuye el nivel de azúcar en la sangre). El zumo de zanahoria es un remedio contra la amigdalitis de los niños y la tos (Ruales, C. 2009).

Por gran contenido vitamínico es muy conocida sus propiedad oftálmica en su capacidad de aumentar la agudeza visual y la visión nocturna, es que la vitamina A es la responsable de que se fabrique rodopsina, una pigmento sensible a la luz que contribuye a mantener en buen estado la conjuntiva y la córnea y evita la ceguera nocturna.

Según Ruales, C. (2009) también es popularmente usada como cicatrizante, calmante y tonificante combatiendo problemas de la piel como el acné, heridas infectadas, eccemas, abscesos y quemaduras. Fortalece las uñas y el cabello. Su consumo habitual estimula la producción de melanina y protege la piel de los efectos nocivos de las radiaciones ultravioletas (UVA), lo que sirve para reforzar y mantener el bronceado.

La zanahoria también contiene vitaminas C y E, que neutralizan la acción de los radicales libres, unas moléculas muy inestables y reactivas que nuestro organismo elabora durante el proceso de generación de energía, y que pueden dañar las estructuras celulares y acelerar su envejecimiento. (Food and Agriculture Organization, 2011).

## **2.4 USOS DE LA ZANAHORIA BLANCA (*Arracacia xanthorrhiza***

### ***Bancroft***

Según Maza, A. (2001). La arracacha generalmente se comercializa en estado fresco para preparaciones caseras de sopas, purés, pasteles y dulces, pero en Colombia y Brasil a partir de ésta se han desarrollado algunos productos transformados como harina, arracacha frita, arracacha precocida, sopas instantáneas y alimentos infantiles; en Perú se produce un dulce típico denominado “rallado de arracacha”, el cual es elaborado con miel de caña.

La transformación del producto en cualquiera de sus opciones, viene a solucionar algunas de las limitaciones actuales, dando como resultado el aprovechamiento integral, la reducción del riesgo de pérdida por la estacionalidad del producto y la incorporación de valor agregado.

Entre las opciones agroindustriales de la zanahoria tenemos:

- Alimentos para bebé, harina y hojuelas deshidratadas pre-cocidas, con potencial para alimentos para lonchera.
- Obtención de almidón, al igual que la extracción de ácido ascórbico y pectina.
- Se usa para preparar sopas instantáneas y fórmulas de comidas para bebés y también en la preparación de postres
- Aprovechamiento del follaje desecado en la elaboración de harinas para alimentación animal.
- El follaje se puede utilizar en ensaladas. La cabeza cepa o tarugo se utiliza en la alimentación de cerdos.

## **2.5 SNACKS**

Los denominados snacks (hojuelas fritas) son alimentos elaborados por medio de fritura, extrusión, deshidratación que han sido ideados para ser consumidos por placer o como complemento energético o nutritivo, pero no constituyen por si mismos ninguna de las principales comidas del día. Una gran variedad de

alimentos como: cereales, tubérculos, carne, pescado, etc. Pueden ser transformados en snacks.

Investigaciones realizadas por la Food and Agriculture Organization, (2011) este alimento puede ser fabricado con una amplia gama de materias primas y procesos. El procedimiento más utilizado es la fritura, pero existen otros como la extrusión o el horneado. La producción de snacks es infinita, puesto que se tiene un área innumerable en colores formas, tamaños y sabores para el momento de fabricar.



**FOTOGRAFÍA 5:** Tipos de snacks (Abril, 2013)

### **2.5.1 Tipos de snacks**

Los snacks se clasifican de acuerdo al tipo de técnicas que han sido usadas para su alcance; así por ejemplo: tenemos los snacks obtenidos mediante un proceso de fritura (chips de frutas y tubérculos); otros que han pasado por proceso de extrusión y/o expansión (hojuelas de maíz, cebada, chitos, etc.). Tenemos también las confituras obtenidas mediante deshidratación osmótica, frutas deshidratadas obtenidas a través de un proceso de secado, las mismas que son consumidas

directamente o se usan en la elaboración de barras energéticas con una extensa variedad de sabores y texturas. Food and Agriculture Organization,( 2011).

### **2.5.2 Situación actual y perspectiva del mercado de los snacks**

La demanda de productos snacks va cada día en aumento, tanto en países industrializados como en aquellos en vías de desarrollo. Este incremento en la demanda se debe a la tendencia, en especial de la población de los países industrializados a dedicar poco tiempo a las comidas, particularmente al medio día, creciendo así el hábito de llevarse al trabajo snacks en pequeñas porciones.

Una muestra clara de la importancia de los snacks en el mercado de alimentos procesados, son las ventas anuales de éstos. En Estados Unidos hasta 1997 se ha venido presentando un incremento en las ventas, aumentando alrededor de 4 mil millones de dólares en el período comprendido entre 1990 a 1997, consumiendo alrededor de 10 kg per cápita. De este total los snacks que principalmente se consumen son las papas fritas con un 31,7% del total y los totopos (tortillas mexicanas) con 20,9%, en quinto lugar se encuentran los snacks extrudidas con un 5,5%. En México las ventas anuales de snacks alcanzaron en 1997 un valor de 40 mil millones de pesos según la Asociación Mexicana de Estudios para la Defensa del Consumidor (AMEDEC).

De acuerdo con la industria Barcel, en México, entre los snacks más consumidos se encuentran las papas fritas con 35,5%.

La industria de alimentos y snacks del Ecuador experimenta un crecimiento de 10% en su demanda durante este año según indicaron representantes del sector. Por ello, el área ha tenido que implementar nuevas líneas de producción.

Estas nuevas metodologías incrementan la capacidad de producción en al menos 40% por hora, específicamente en la producción de papas, según indicó Antonio Escalona, gerente de Pepsico Alimentos para la región sur andina. ( Morán, J. 2012).

### 2.5.3 Vida útil de snacks

La vida útil de un snacks puede variar de dos a tres meses para frituras, como las papas chips, o de tres días en el caso de los panecillos. Para alargar la vida útil de los snacks, se usan empaques que eviten el paso de la luz y del oxígeno, como el polipropileno. En caso de tentempiés de rápido consumo, se pueden usar materiales como polietileno o papel (Food and Agriculture Organization, 2011).

### 2.5.4 Empresas dedicadas a la producción de snacks en Ecuador

**Tabla 3:** Empresas dedicadas a la producción de snacks en Ecuador

<b>Empresa</b>	<b>Producto</b>	<b>Teléfono o e-mail</b>
<i>Compañía Industrial Promesa Cia Ltda.</i>	Elaboración de snacks	
<i>Asanza Cobos Mónica Patricia</i>	Maní	2891-517 / 2540-525 oronjo@andinanet.net
<i>Carlita Snacks Carlisnacks Cia Ltda.</i>	Pasabocas de maíz, arroz, papas.	carlinsnacks@quito.mailbox.as
<i>General Snacks Cia Ltda.</i>	Pasa bocas, cueros y Chicharrones	
<i>Popis Cia Ltda</i>	Papas fritas, canguil y maní Procesado	2421-817 / 2490-088
<i>Productos alimenticios Kucker</i>	Chifles dulces	2340-448
<i>Productos Alimenticios Nacionales</i>	Papas Fritas	2602-748
<i>Snacks Del Ecuador Cia Ltda.</i>	Papas Fritas	2602-229
<i>Frito Lay</i>	Papas fritas, chifles, snacks de maíz y cueros	
<i>Cronquis</i>	Cueros	
<i>Alexander</i>	Papas Fritas	
<i>La Española</i>	Papas fritas, maní y habas Procesadas	

### **2.5.5 Mecanismos de deterioro de los snacks**

Según la Food and Agriculture Organization, (2011) teniendo en cuenta que, los productos snacks se caracterizan por su bajo contenido de humedad, textura crocante y su contenido en aceites es alto, después de la fritura, son improbables las alteraciones por causa de microorganismos. Por tanto, los principales mecanismos del deterioro de estos productos son dos: el enranciamiento de la grasa y la pérdida de textura (crocancia).

- **Enranciamiento de la grasa**

Todas las grasas son sujetas a deteriorarse por el enranciamiento hidrolítico y oxidativo, lo cual lleva a la formación de olores y sabores desagradables en el alimento.

Para minimizar el desarrollo de tal rancidez, el producto debe estar protegido del oxígeno, luz y trazas de iones metálicos.

- **Pérdida de la textura (crocancia)**

La crocancia es una característica de la textura sobresaliente de los productos Snacks y su pérdida se debe a la absorción de humedad; esta es la causa principal del rechazo de los snacks por parte de los consumidores.

## **2.6 FRITURA**

La fritura es una de las técnicas más antiguas de la preparación de alimentos. En la actualidad, los alimentos fritos gozan de una popularidad cada vez mayor en el mundo y son aceptados por personas de todas las edades. La preparación de estos productos es fácil y rápida y su aspecto y sabor se corresponden con los deseados por el consumidor (Fellows, P. 1994).

Esta situación ha conllevado a que la fritura se haya generalizado en los establecimientos de alimentos rápidos (fast food), en la restauración, en la propia industria alimenticia, por ejemplo los llamados "snacks", también en los hogares, etc.

La fritura es un proceso físico-químico complejo de cocción y deshidratación a través del contacto de aceite caliente con una materia prima, el objetivo es sellar el alimento gracias a que el almidón se gelatiniza a los tejidos que ablandan y que las enzimas son parcialmente inactivadas. De esta manera los sabores y los jugos que componen el alimento se conservan en la parte interna de él, gracias a la formación de una capa que recubre el producto, ya que la humedad se pierde durante el proceso. La velocidad y la eficiencia del proceso de fritura depende de la calidad y la temperatura del aceite esta suele estar entre 150 y 190 °C, favoreciendo un alto índice de deshidratación y un menor tiempo de proceso (Gamble, M. 1987).

En un producto frito un importante indicador de calidad es el contenido de humedad, de este dependen otros factores como la textura, el color, entre otros; además un bajo contenido de este proporciona la estabilidad a las alteraciones microbianas, ya que la pérdida de agua suspende o retarda las actividades metabólicas de los microorganismos causantes de la descomposición microbiana. (Motur, A. 1989).

Según Gamble, M. (1987) el proceso de fritura puede realizarse de dos formas:

- Superficial (Shallow frying): Se sumerge en el aceite la superficie del alimento que se desea freír, se realiza normalmente en sartenes o recipientes de poca profundidad y con bajo nivel de aceite, el producto no queda totalmente cubierto por éste. La parte del alimento sumergida se fríe y la que no está en contacto con el aceite se cuece debido al vapor intenso que se va desprendiendo del mismo producto al calentarse.

- Profunda (Deep frying): Se sumerge el alimento totalmente en el aceite, se lleva a cabo en freidoras caseras o industriales o en recipiente que contiene un alto nivel de aceite, en todos los casos el producto está totalmente cubierto por el aceite y la fritura ocurre uniformemente sobre toda la superficie.

### **2.6.1 Transferencia de masa y calor durante el proceso de fritura**

Al sumergir el alimento en el aceite caliente la transferencia de calor se realiza por dos mecanismos: conducción y convección.

La transferencia de calor por conducción, tiene lugar desde la superficie hacia el interior del alimento.

La convección ocurre entre el aceite caliente y la superficie del alimento. La transferencia de materia durante la fritura está caracterizada, principalmente, por la pérdida de humedad y la ganancia de aceite, flujos que operan en contracorriente, impulsados por la transferencia de calor del aceite al alimento (Sharma, S. 2000).

Según Sharma, S. (2000) como resultado de la transferencia de calor y materia, el producto presenta dos regiones características: la costra o superficie deshidratada, donde se producen los principales cambios, y el interior del alimento, donde la temperatura no sobrepasa la temperatura de ebullición del agua.

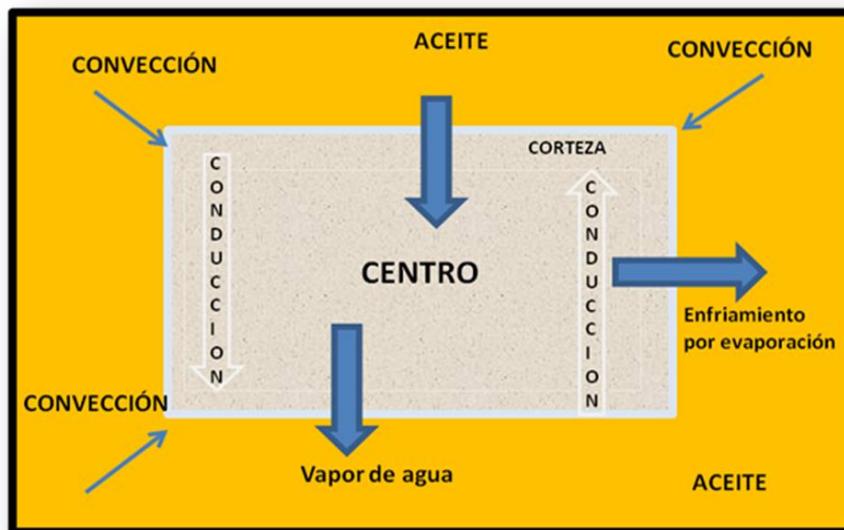


FIGURA 5: Transferencia de Calor FUENTE: Sharma, S. (2000).

### 2.6.2 Parámetros y factores que influyen el proceso de fritura

Los principales parámetros que influyen en la pérdida de agua y la absorción de aceite son la temperatura y el tiempo de fritura. Otros parámetros a considerar son la forma del alimento y la relación entre el tamaño del producto y la superficie expuesta al medio circundante (Moreira, E. 2001).

Baumann, B. & Escher, F. (1995) menciona que en la fritura, al incrementar la temperatura la velocidad de deshidratación aumenta, reduciéndose el tiempo de fritura; en cambio, al aumentar el espesor del producto se incrementa el tiempo.

Según Costa & Oliveira, (1999) el transporte de agua y aceite es más intenso cuanto mayor es la temperatura del aceite y menor el espesor de la muestra. Por ejemplo, si el alimento se procesa en láminas, aquellas más gruesas presentan una menor área específica, reduciéndose el área relativa disponible para perder el agua; también el camino interno que tiene que recorrer el agua es más largo y se requiere más calor

para evaporar dicha agua, además la corteza que se forma impide que el agua salga con facilidad.

En investigaciones realizadas por Garayo & Moreira. (2002), Liu-Ping. (2005), el mecanismo de absorción de aceite es un aspecto importante de la fritura que ha sido ampliamente estudiado. Diversos estudios han demostrado que la mayor parte del aceite no penetra en el producto durante la fritura, sino al extraer el producto del aceite cuando se enfría aunque hay que señalar que la pérdida de agua y la absorción de aceite están relacionadas

Según Aguilera, J. & Hernández, (2000) la absorción de aceite depende en mayor grado de la calidad de aceite que del tipo de aceite utilizado. El Aceite sufre cambios, no solo debido a la degradación térmica e incorporación de compuestos extraídos del producto, sino también por la producción de surfactantes, los cuales causan una absorción excesiva del aceite y el oscurecimiento del producto.

- **El almidón en la fritura**

El almidón se gelatiniza y se carameliza, ayudando en la formación de la corteza , provocando un producto finalmente duro. Sin embargo se ha reportado que con tiempos de fritura cortos y temperaturas de freído elevadas, la dureza del producto final se puede dar por la rápida formación de la costra, lo cual evita el desplazamiento del agua desde el interior del alimento hacia la superficie del mismo, quedando atrapada en las paredes del producto y ocasionando fragilidad (Bertrand, M. 2006)

Según Anderson, A. (1994) el almidón requiere de la presencia de agua para su gelatinización por lo que a mayor contenido de humedad se esperaría un mayor grado de gelatinización del almidón superficial, limitando la absorción de grasa interna en el producto un fenómeno importante que presenta el almidón es la

gelatinización, al echar granos de almidón en agua, se produce una dispersión ya que no es soluble, pero los granos son capaces de embeber agua, este fenómeno aumenta con la temperatura. Es un proceso irreversible. A una determinada temperatura el grano se rompe y aparece la gelatinización. Cada almidón tiene un punto de gelatinización diferente, el trigo 80-85 grados, el maíz 70-72 y la patata 60-65 grados. Las dispersiones de almidón son viscosas y esta viscosidad varía con la temperatura. Los geles pueden cristalizar con el tiempo esto es la retrogradación, la dispersión se calienta hasta una temperatura inferior a la gelatinización y se enfría. El almidón puede dar sinéresis, es decir el gel con el tiempo pierde agua, acentuándose con tratamientos extremos: congelación y fritura.

- **Contenido de humedad**

Otro factor es cuando el aceite se relaciona con la humedad residual del alimento, así, la mayor retención de aceite en el producto tiene lugar cuando la mayor cantidad de agua ha salido del mismo.

- **Determinación del contenido de humedad**

La determinación del contenido de humedad se realizó a la materia prima fresca y a las hojuelas fritas. La determinación del contenido de agua se realizó en una estufa Vacioterm modelo P-selecta (método 950.46, AOAC, 2000).

La cantidad de agua de la materia prima fresca se determina conforme a la ecuación expuesta:

$$\%Humedad = \left[ \frac{M_i - M_f}{M_i} \right] \times 100 \quad (1)$$

Para la determinación del porcentaje de pérdida de peso en la fritura, se pesaron las muestras de materia prima fresca ( $P_0$ ) y las rodajas después de los tratamientos de

fritura ( $P_1$ ). La cantidad de peso perdido en el proceso de fritura se determinó con esta ecuación:

$$\%P\acute{e}rdida\ de\ Peso = \left[ \frac{P_o - P_i}{P_o} \right] \times 100 \quad (2)$$

La cinética de humedad de los chips fritos se realizó determinando la humedad en las hojuelas fritas siguiendo el mismo método que para la determinación del contenido de humedad.

La cantidad de agua se determinó utilizando las ecuaciones:

$$X_w = \frac{M_o - M_i}{M_o} \quad (3)$$

$$X_W = \frac{X_w}{1 - X_w} \quad (4)$$

Donde  $X_w$  y  $X_W$  son la humedad en base húmeda (kg agua/kg producto) y seca (kg agua/kg ss) respectivamente.

- **Tiempo y temperatura de fritura**

Según Yamsaengsung, R. & Moreira, R. (2002) el contenido de aceite se ve afectado también por la temperatura a la que se enfría el producto. Para lo cual, se sugiere evitar un cambio brusco de temperatura durante la etapa de enfriamiento del producto, con el fin de que éste no absorba mucha cantidad de aceite.

En tanto que la temperatura de fritura viene determinada por condiciones económicas y por el tipo de producto a elaborar, es decir, que aquellos alimentos de corteza superficial, pero blandos en su interior, se fríen a temperaturas elevadas. La rápida formación de la corteza retiene cierta porción de agua en el interior, al tiempo que dificulta la transferencia de calor hacia el interior del alimento. Aquellos alimentos en los que la fritura debe provocar su deshidratación se fríen a temperaturas más bajas para que el frente de evaporación se desplace rápidamente hacia el interior antes de que se forme la costra superficial.

- **Porosidad**

La distribución y tamaño del poro, desarrollado durante la fritura, son considerados como la principal causa para la absorción de aceite durante el periodo de enfriamiento (Valderrama, J. & Carlos, R. 1991).

- **Costra formada durante el proceso**

La formación de una costra en la superficie del alimento no solo influye en la transferencia de masa y calor sino también tiene un marcado efecto en la absorción del aceite. Esta se forma por reacciones químicas tales como: deshidratación, reacciones no enzimáticas y cambios estructurales acelerados a altas temperaturas. Numerosos estudios demuestran que la absorción de aceite se

localiza en la costra; la penetración de aceite en el interior de ella es afectada, generalmente, por el tiempo de fritura, tipo y calidad de aceite. (Aguilera, J. & Hernández. 2000).

- **Calidad y composición del aceite**

La descomposición del aceite aumenta con el tiempo de fritura y con su uso prolongado. Cambios en el aceite no solo resultan de la producción de compuestos de degradación térmica e incorporación de compuestos extraídos del producto sino también de la producción de surfactantes producidos por oxidación. (Valderrama, J. & Carlos, R. 1991).

### **2.6.3 El aceite en la fritura**

El aceite no solo es un medio para transferir el calor del recipiente al alimento, es, en sí mismo un alimento, de tal manera que, para obtener productos fritos de calidad se requiere que el aceite también sea de calidad.

El aceite durante el proceso es el medio transmisor del calor y a su vez aportar sabor y textura a los alimentos, se convierte en un ingrediente del alimento frito al ser absorbido por éste, por tanto la estabilidad del aceite y su grado de alteración influirán directamente en la calidad y la duración del producto frito. (Valderrama, J. & Carlos, R. 1991).

Según Gill, A. (2010) la fritura el aceite debe mantenerse a una temperatura máxima de 180°C, si los alimentos se fríen a una temperatura demasiado baja, estos atrapan más grasa. El agua que es aportada por los alimentos que se fríen en el aceite aumenta la disociación de los ácidos grasos que se produce durante el calentamiento.

### **2.6.3.1 Los aceites utilizados en el proceso de fritura**

La importancia del aceite utilizado en la fritura, es determinante tanto desde el punto de vista de la calidad degustativa y de la calidad nutricional de la fritura resultante, como desde el punto de vista del rendimiento.

Idealmente el mejor aceite para fritura debería ser un producto de consistencia líquida a temperatura ambiente, que no se deteriora por el calor aplicado en forma continua o intermitente, que no imparta mal sabor u olor al producto que se fríe, resistentes a la oxidación, que no tenga los efectos negativos desde el punto de vista nutricional atribuidos a los ácidos grasos saturados e hidrogenados. (Valderrama, J. & Carlos, R. 1991).

### **2.6.3.2 Cambios y reacciones en los aceites durante la fritura**

En los estudios realizados por Gamble, M. (1987) se encuentra que al aumentar la temperatura se aceleran todos los procesos químicos y enzimáticos, por tanto, una grasa o aceite calentados se degradan con bastante rapidez, sobre todo si hay residuos que potencian las reacciones de alteración actuando como catalizadores. Los principales cambios y alteraciones químicas de los aceites calentados son:

### **2.6.3.3 Oxidación**

Según Gamble, M. (1987) la oxidación es la alteración más frecuente en la fritura; consiste en la acción del oxígeno sobre los ácidos grasos, especialmente los poliinsaturados, formándose compuestos inestables llamados hidro-peróxidos o peróxidos y radicales libres de los que dependen la velocidad de reacción y la naturaleza de los productos originados.

Es evidente que el hábito de añadir aceite nuevo al ya usado o alterado, facilita su oxidación.

Algunos aceites contienen sustancias antioxidantes naturales, pero que no son estables a las altas temperaturas de la fritura.

Con la oxidación, se producen:

- Olores y sabores no deseados, oscurecimiento
- Aumento de la viscosidad y formación de espumas

#### **2.6.3.4 Polimerización**

La polimerización es la reacción de una grasa con ella misma, por lo cual se combinan moléculas relativamente pequeñas de aceite o grasa para formar moléculas más grandes. La polimerización puede tener lugar en los puntos de insaturación de las cadenas de los ácidos grasos (precedida por oxidación) o en la unión del ácido graso y la molécula de glicerol. En general, la velocidad de polimerización se incrementa con el grado de insaturación del aceite Gamble, M. (1987).

#### **2.6.3.5 Hidrólisis**

Según Gamble, M. (1987) la fritura se produce en presencia de agua o humedad y calor que provocan la ruptura del enlace éster de los triglicéridos, los cuales se descomponen en monoglicéridos y diglicéridos y aparecen ácidos grasos libres y en menor cantidad que pueden formar compuestos indeseables.

También influye el hecho que haya humedad al calentar o enfriar el aceite a temperaturas inferiores a 100°C, y durante los periodos entre frituras, ya que el agua no se evapora, o si se acumulan gotas en la tapa de freidora.

Como consecuencia de la hidrólisis:

- Disminuye el punto de humo (temperatura a la que aparece humo en la superficie del aceite)
- Aparecen olores y sabores indeseables, incluso puede haber gusto a jabón.
- Aumenta la acidez del aceite.

## **2.6.4 PROCESO DE ELABORACIÓN DE HOJUELAS FRITAS**

### **2.6.4.1 Recepción de materia prima**

Estudios realizados por Moreno, J. (2005) la materia prima debe contar con un manejo adecuado durante su cultivo cosecha, pos cosecha, de manera que se garantice que el producto debe estar en las condiciones físicas adecuadas para su procesamiento como frituras, debe contar con un buen grado de madurez contenido de azúcar bajo, estar bien formada, limpia, no contaminada con productos químicos, sin daños mecánicos, y fisiológicos.

### **2.6.4.2 Selección y limpieza**

El objetivo de la inspección es determinar el grado de contaminación o impurezas que contengan la unidad de transporte. La materia prima se selecciona de acuerdo con criterio establecido para entrar a proceso de producción. Es vital importancia desechar la materia prima con cualquier síntoma de contaminación o no apta para el proceso de fritura (Moreno, J. 2005).

### **2.6.4.3 Lavado y pelado**

Investigaciones realizadas por Hui, Y. (2006) menciona para eliminar la suciedad y tierra. Se puede utilizar métodos, inversión en agua o bajo chorro. El pelado se lo realiza por varios métodos uno de uno de ellos consiste en someter el producto a la acción de rodillos. La superficie abrasiva arranca la piel que se elimina por arrastre con agua corriente de agua. Este método es el más sencillo y bajo de costos.

#### **2.6.4.4 Corte y rebanado**

La materia prima pelada se cortan en hojuelas de 1 mm a por medio de 4 mm de espesor una cortadora rotativa. (CNP Costa Rica 2006)

#### **2.6.4.5 Fritura**

El tiempo de fritura varía entre 2 y 3 minutos y la temperatura entre 140 y 170 °C el método utilizado es de inmersión, en el alimento recibe en toda su superficie el mismo tratamiento térmico lo cual confiere un color y aspecto uniforme.

El aceite se calentó a la temperatura de determinada, y se mantuvo a esta temperatura por un tiempo determinado antes de freír las hojuelas. El inicio de la fritura se consideró cuando se sumergió las hojuelas en el aceite caliente. (Fellows, P. 1994).

#### **2.6.4.6 Escurrido**

El exceso de aceite se debe eliminar mediante el escurrido del mismo, que es utilizado una mesa con doble fondo de manera que el aceite pueda escurrir y recolectar para luego utilizarlo (CNP Costa Rica, 2006).

#### **2.6.4.7 Salado**

Es de suma importancia para efectos de diferenciación del producto ante el consumidor y ante gran competencia que existe hoy en día en este tipo de producto (CNP Costa Rica, 2006)

#### **2.6.4.8 Empaque**

Una vez colocado el producto en la funda, se procede a sellar tratando de dejar la menor cantidad de oxígeno dentro de ella ya que se produce oxidaciones de grasa (CNP Costa Rica, 2006).

### **2.7 EVALUACIÓN SENSORIAL**

La División de Evaluación Sensorial del Instituto de Tecnólogos de Alimentos de los Estados Unidos (IFT) ha definido la evaluación sensorial como: la disciplina científica utilizada para evocar, medir analizar e interpretar las reacciones a aquellas características de alimentos y otras sustancias, que son percibidas por los sentidos de vista, olfato, gusto, tacto y oído. (Ciapinni, M. 2009).

No existe ningún instrumento que pueda reproducir o reemplazar la respuesta humana; por lo tanto la evaluación sensorial resulta un factor esencial en cualquier estudio sobre los alimentos, como por ejemplo: desarrollo y mejoramiento de productos, control de calidad, estudio sobre almacenamiento y desarrollo de procesos. (Ciapinni, M. 2009).

#### **2.7.1 Tipos de Pruebas**

Existen tres tipos de pruebas fundamentales en la evaluación sensorial estas son: de preferencia y aceptación, de discriminación o diferencia y descriptivas.

Las pruebas de diferencia se usan para determinar si hay una diferencia perceptible entre productos. En su respuesta, el panelista no tiene en cuenta sus gustos particulares (Vaclavik, V. 2007).

Estas pruebas pueden utilizarse para determinar si ha ocurrido un cambio perceptible en la apariencia, sabor o textura de un alimento, como resultado de su almacenamiento. También para comparar la vida útil de un producto concreto envasado en diferentes materiales de envase, o si ha ocurrido un cambio en el proceso de elaboración o alteración en algún ingrediente (Vaclavik, V. 2007).

En cuanto a las pruebas afectivas, estas se dirigen fundamentalmente hacia los consumidores y pretenden evaluar su nivel de : satisfacción, preferencia o la aceptabilidad de un determinado producto; para el fin, se puede hacer uso de escalas como la hedónica, que es la más popular de las escalas afectivas (Vaclavik, V. 2007).

Generalmente se utilizan las estructuradas de siete puntos, que van desde “me gusta muchísimo”, hasta “me digusta muchísimo”, pasando por “ni me gusta ni me digusta” (Vaclavik, V. 2007).

## **2.8 EMPACADO**

El empaqueo constituye un elemento fundamental en la conservación y comercialización de los productos alimenticios.

Comunicar, contener y proteger son consideradas como las funciones principales de los empaques. Por todo ello se le conoce como “vendedor silencioso”.

### **2.8.1 Tipos de empaques utilizados en la industria de los snacks**

Los snacks tipo chips, son típicamente empacados en películas simples (láminas obtenidas a partir de extrusión de polímeros) como polipropileno (PP), poliéster (PET), polietileno (PE) de baja y alta densidad, cloruro de polivinilideno (PVD), poliestireno (Vaclavik, V. 2007).

### **2.8.2.1 Polietileno (PE)**

Es el plástico más común , más barato y el que más demanda comercial tiene, suponiendo el 63 % de todo el plástico usado en empaçado, empleandose sobre todo en forma de películas flexibles (Vaclavik, V. 2007).

Estructuralmente el polietileno es el plástico más simple y se hace por polimerización por adición del gas etileno en un reactor a presión, a altas temperaturas. Dependiendo de las condiciones de polimerización se consigue resinas de baja, mediana y alta densidad (Vaclavik, V. 2007).

El polietileno de baja densidad es químicamente inerte, termosellable, no posee olor alguno y se retrae por calentamiento. Es impermeable al vapor de agua, pero bastante permeable a gases. Presenta excelente resistencia al agua, ácidos y álcalis, lo que no sucede con las grasas y aceites. Es sensible a los olores. La temperatura de sellado se de 121-176°C el empaque constituye un elemento fundamental en la conservación y comercialización de los productos alimenticios (Vaclavik, V. 2007).

## **CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS**

### **3.1 MATERIALES Y EQUIPOS**

En la elaboración de la presente investigación se utilizaron los siguientes materiales y equipos:

#### **3.1.1 Materia prima e insumos**

- Zanahoria blanca 36 kg
- Agua para limpieza y desinfección de la materia prima.
- Sal yodada 454 g
- Aceite Vegetal 5 l.

La zanahoria blanca, fue cosechada en la zona de Intag a los 10 y 12 meses de madurez. Ver ítem 2.1.4

#### **3.1.2 Materiales de Laboratorio**

- 1 Termómetro (escala -10 a 350 ° C).
- 1 Cronómetro
- 1 Probeta (1000 ml).
- 1 Vaso de precipitación (500 ml)

#### **3.1.3 Equipos de proceso y utensilios**

- 1 Cortadora – rebanadora (graduada a una abertura de 1mm, 1,50mm y 2 mm.)
- 1 Escurreadora

- 1 Balanza electrónica capacidad de 500 g.
- 1 Balanza electrónica capacidad 1000 g.
- 1 Balanza capacidad 15 Kg.
- 1 Selladora.
- 1 Cocina industrial a gas.
- 1 Freidora
- 3 Cuchillos
- 2 Pares de guantes
- 4 Bandejas
- 2 Espátulas
- 4 Limpiones
- 100 Fundas

## **3.2 MÉTODOS**

### **3.2.1 Localización del experimento**

La fase experimental de la presente investigación se realizó en el laboratorio de Frutas y Hortalizas de la “Universidad Técnica Del Norte”, mismo que se encuentra localizado en la Ciudadela San Andrés de la parroquia El Sagrario del Cantón Ibarra. La materia prima procede de la Zona de Intag y se adquirió en el Mercado Mayorista de la Ciudad de Ibarra.

Los análisis microbiológicos y físicos químicos del snacks de zanahoria blanca (*Arracacia xanthorrhiza Bancroft*), se realizaron en el Laboratorio de Análisis Físicos, Químicos y Microbiológicos.

### 3.2.2 Datos Informativos del lugar

Los datos informativos que se indican a continuación fueron obtenidos del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología INAMHI.

**Tabla 4:** Información climatológica del lugar del experimento

<b>PROVINCIA</b>	IMBABURA
<b>CANTÓN</b>	IBARRA
<b>PARROQUIA</b>	EL SAGRARIO
<b>TEMPERATURA</b>	17,4°C
<b>ALTITUD</b>	2250 m.s.n.m
<b>CLIMA</b>	TEMPLADO
<b>LATITUD</b>	00° 18` NORTE
<b>LONGITUD</b>	78° 09´ OESTE
<b>PLUVIOSIDAD</b>	503 – 1000 m.m año
<b>HUMEDAD RELATIVA PROMEDIO</b>	73%

Fuente: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología INAMHI Quito, 4 de Junio, 2012.

### 3.2.3 Datos Informativos del lugar de procedencia de la materia prima

Los datos informativos que se indican a continuación fueron obtenidos del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología INAMHI.

**Tabla 5:** Información climatológico del lugar de procedencia de la materia prima.

<b>Provincia</b>	Imbabura
<b>Cantón</b>	Cotacachi
<b>Parroquia</b>	García Moreno
<b>Temperatura</b>	20 °C
<b>Altitud:</b>	2410 msnm
<b>Clima</b>	Cálido
<b>Latitud</b>	0° 30´ y 0° 20´
<b>Longitud</b>	79°0´ y 78° 20´

**Fuente:** Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología INAMHI Quito 4 de Junio, 2012.

### 3.3 FACTORES EN ESTUDIO

En la presente investigación “Determinación de los parámetros óptimos de proceso para la elaboración de snacks a partir de zanahoria blanca” (*Arracacia Xanthorrhiza bancrofti*), se consideró como factores en estudio los siguientes:

### 3.3.1 Factor A: Tiempo de madurez de la materia prima

Se comparó dos tiempos de madurez:

<b>FACTOR</b>	<b>MESES</b>
A1	10
A2	12

**Nota:** El tiempo de madurez se efectuó mediante la madurez fisiológica que se lleva a cabo en el campo por los agricultores, que se da cuando las hojas del follaje han empezado a secarse. En la investigación realizada se determinó el contenido de sólidos solubles (°Brix) de las muestras tomadas conforme se menciona el ítem 2.1.4 y Anexo 11.

### 3.3.2 Factor B: Espesor de las hojuelas

Se estudió tres espesores realizados por pruebas preliminares:

<b>FACTOR</b>	<b>ESPESORES</b>
B1	1,00 mm
B2	1,50 mm
B3	2,00 mm

### 3.3.3 Factor C: Temperatura y tiempo de fritura

Se estudió tres temperaturas y tres tiempos las mismas que se establecieron mediante pruebas preliminares:

<b>FACTOR</b>	<b>T-t</b>
C1	140 °C - 4, 00 min
C2	150 °C - 3, 5 min
C3	160 °C - 2, 00 min

### 3.3.4 Tratamientos

De la combinación de los factores A x B x C se estructuraron 18 tratamientos los cuales se detallan en la tabla 6.

**Tabla 6:** Tratamientos analizados.

<b>TRAT.</b>	<b>TIEMPO DE MADUREZ</b>	<b>ESPEJOR DE LAS HOJUELAS</b>	<b>TEMPERATURA Y TIEMPO DE FRITURA</b>	<b>COMBINACIONES</b>
T1	A1	B1	C1	A1B1C1
T2	A1	B1	C2	A1B1C2
T3	A1	B1	C3	A1B1C3
T4	A1	B2	C1	A1B2C1
T5	A1	B2	C2	A1B2C2
T6	A1	B2	C3	A1B2C3
T7	A1	B3	C1	A1B3C1
T8	A1	B3	C2	A1B3C2
T9	A1	B3	C3	A1B3C3
T10	A2	B1	C1	A2B1C1
T11	A2	B1	C2	A2B1C2
T12	A2	B1	C3	A2B1C3
T13	A2	B2	C1	A2B2C1
T14	A2	B2	C2	A2B2C2
T15	A2	B2	C3	A2B2C3
T16	A2	B3	C1	A2B3C1
T17	A2	B3	C2	A2B3C2
T18	A2	B3	C3	A2B3C3

### 3.4 DISEÑO EXPERIMENTAL

#### 3.4.1 Tipo de diseño

Se utilizó un diseño completamente al azar con un arreglo factorial A x B x C con tres repeticiones por tratamiento. Donde: A = Tiempo de madurez  
B = Espesor de las hojuelas y C = Temperatura y tiempo de fritura.

#### 3.4.2 Características del experimento

Número de repeticiones:	Tres (3)
Número de tratamientos:	Diez y ocho (18)
Número de unidades experimentales:	Cincuenta y cuatro (54)

#### 3.4.3 Unidad experimental

El tamaño de la unidad experimental que se utilizó fue de 500 gramos de zanahoria blanca, previamente seleccionada, clasificada, lavada y cortada en hojuelas de 1,00 mm, 1,50 mm y 2, 00 mm de espesor respectivamente.

#### 3.4.4 Análisis De Varianza

**Tabla7:** Análisis de Varianza

FUENTE DE VARIACIÓN	GL
TOTAL	53
Tratamientos	17
( F A ) TIEMPO DE MADUREZ	1
( F B ) ESPESOR DE LA HOJUELA	2
( F C ) TEMPERATURA -TIEMPO DE FRITURA	2
A x B	2
A x C	2
B x C	4
A x B x C	4
Error experimental	36

### 3.4.5 Análisis funcional

- **Tratamientos:** Tukey al 5 %
- **Factores:** DMS (Diferencia mínima significativa)
- **Variables no paramétricas:** Friedman al 5 %

## 3.5 VARIABLES EVALUADAS

### 3.5.1 Variables Cuantitativas

- **En materia prima:**
  - ✓ **Caracterización físico química.-** La evaluación de este parámetro consistió en realizar y analizar fibra, calcio, fósforo, hierro, proteína, almidón y pH; de la zanahoria blanca en los dos tiempos de madurez.

**NOTA:** Los análisis se realizaron en el Laboratorio de Análisis Físicos, Químicos y Microbiológicos.

**Tabla 8:** Parámetros analizados y metodología utilizada.

PARAMETROS ANALIZADOS	METODOLOGIA UTILIZADA (NORMA)
Contenido Acuoso	AOAC 925.10
Cenizas	AOAC 923.03
Proteína (N x 6,25)	AOAC 920.87
Fibra	AOAC 978.10
Almidón	AOAC 952.04
Calcio	Absorción Atómica
Hierro	Absorción Atómica
Fosforo	Molibdato – Vanadato
pH	AOAC 981.10

- **En insumos:**

**Volumen.-** La medición del volumen de aceite se realizó antes y después de la fritura, para lo cual se utilizó una probeta de 1000 ml de capacidad.



**Fotografía 6:** Probeta Enero 2012

- **En producto final:**

**Peso.-** Para evaluar esta variable, se utilizó una balanza electrónica gramera de capacidad de 500 g.



**Fotografía 7:** Balanza electrónica gramera.

**Rendimiento.-** El rendimiento del snacks de zanahoria blanca se determinó mediante un balance de materiales, se utilizó una balanza gramera con la finalidad de cuantificar el registro de peso del snacks. Además se aplicó la siguiente fórmula:

$$(\%) \text{Rendimiento} = \frac{\text{Peso final}}{\text{Peso inicial}} \times 100 \quad (5)$$

**Disminución del volumen de aceite.-** La cantidad de aceite retenido se determinó midiendo el volumen inicial y el volumen final en una probeta graduada de 1000 ml después de la fritura.

### 3.5.2 Variables Cualitativas

La apariencia, olor, sabor y crocancia son características que permiten analizar y conocer el grado de aceptabilidad o rechazo que tiene un producto, además de constituirse en una de las medidas para determinar la calidad cualitativa de los alimentos.

El análisis sensorial se realizó con un panel de 10 degustadores, conformado por catedráticos y estudiantes de la escuela de ingeniería agroindustrial; Las hojas de encuesta para la evaluación sensorial de snacks de zanahoria blanca se detalla en el Anexo 1.

Para la evaluación de los datos registrados, se aplicó las pruebas no paramétricas de FRIEDMAN:

$$X^2 = \frac{12}{r \times t (t + 1)} \sum R^2 - 3r (t + 1) \quad (6)$$

**Donde:**

r = Número de degustadores.

t = Tratamientos.

$\sum R^2$  = Sumatoria de los rangos al cuadrado.

Luego de realizar la evaluación sensorial y la tabulación de datos obtenidos, se determinó al mejor tratamiento; al cual se realizó los siguientes análisis físico-químicos (fibra, calcio, fósforo, hierro, proteína) y microbiológicos.

**Nota:** Los resultados de los análisis físico-químicos y microbiológicos se encuentran en el Anexo 7.

### **3.5.2.1 Análisis microbiológico**

Se realizó recuento de mohos y levaduras, según el método AOAC 997.02

El análisis microbiológico se realizó en el Laboratorio de Análisis Físicos, Químicos y Microbiológicos de la Universidad Técnica del Norte.

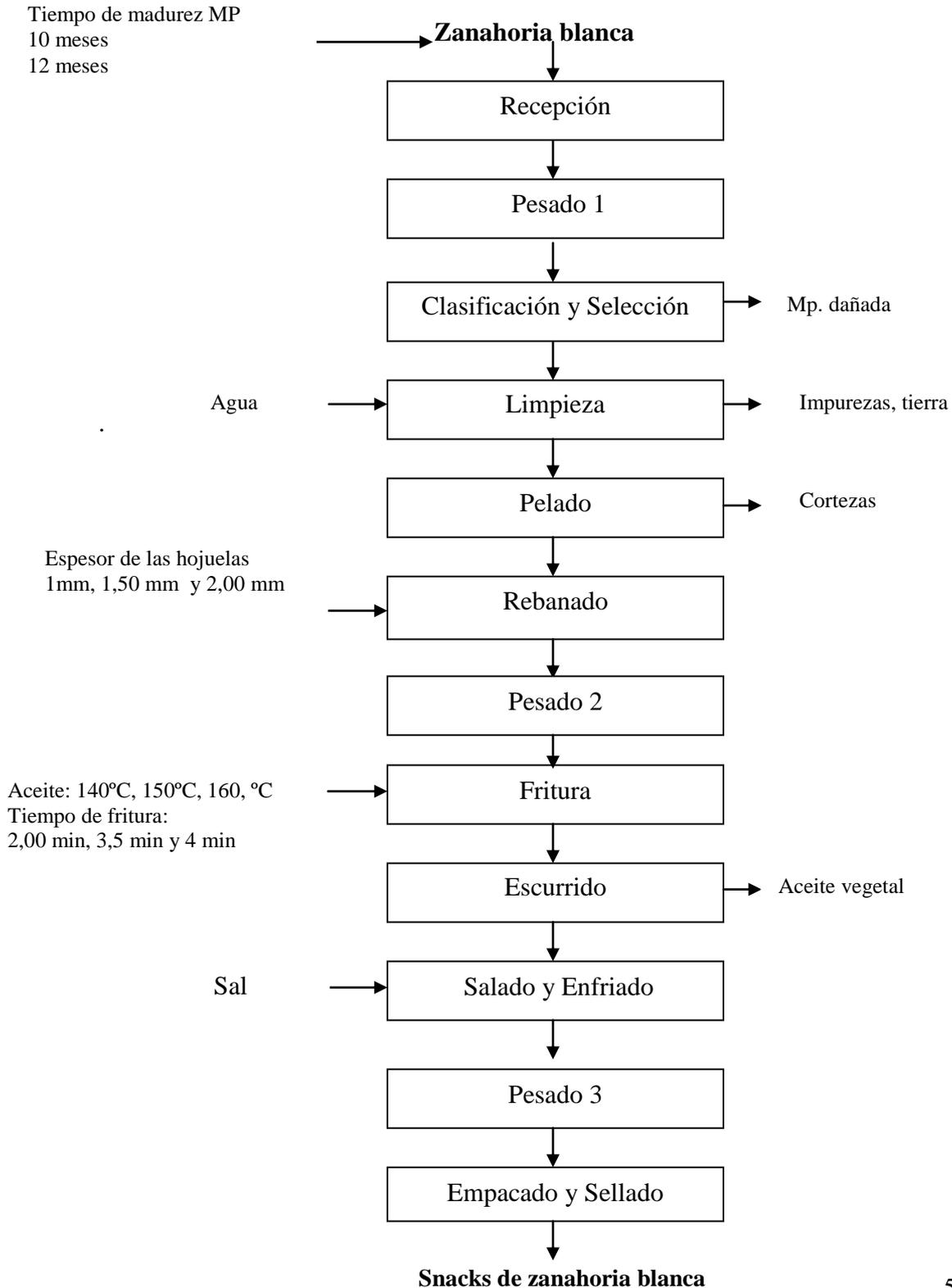
Los resultados obtenidos se registran en el Anexo 7.

## **3.6 MANEJO ESPECÍFICO DEL EXPERIMENTO**

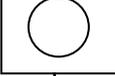
Para la obtención del snacks de zanahoria blanca se aplicó el siguiente diagrama de proceso.

### 3.6.1 Diagrama de bloques para la elaboración de snacks de zanahoria blanca

(*Arracacia xanthorrhiza Bancroft*)



**3.6.2 Diagrama de flujo de proceso para la elaboración de snacks de zanahoria blanca (*Arracacia xanthorrhiza Bancroft*)**

ACTIVIDADES	SIMBOLOGÍA	Tiempo (min)
Recepción		15
Pesado 1		2
Clasificación y selección		5
Limpieza		4
Pelado		8
Rebanado		4
Pesado 2		2
Fritura		3
Ecurrido		1
Salado		1
Enfriado		5
Pesado 3		2
Empacado		4
Sellado		1
Almacenamiento		2
TOTAL		59

### 3.6.3 Esquema del equipo de fritura

Para evaluar la fase experimental de la investigación fue necesario diseñar el sistema de fritura por inmersión profunda, para lo cual se usó aceite vegetal (semilla de girasol), capaz de responder a los requisitos experimentales para alcanzar los objetivos propuestos. Para el estudio de transferencia de materia durante la fritura, se procedió a diseñar un equipo que permitiese realizar este proceso de fritura capaz de controlar los parámetros establecidos en la investigación.

- Establecer y controlar la temperatura durante el proceso de fritura.
- Analizar los tiempos de fritura.
- Atemperar las hojuelas frescas a freír.
- Medir la disminución volumen total del aceite.
- Ecurrir el aceite de las hojuelas después del proceso de fritura.
- Registrar el tiempo y temperatura del aceite de fritura.

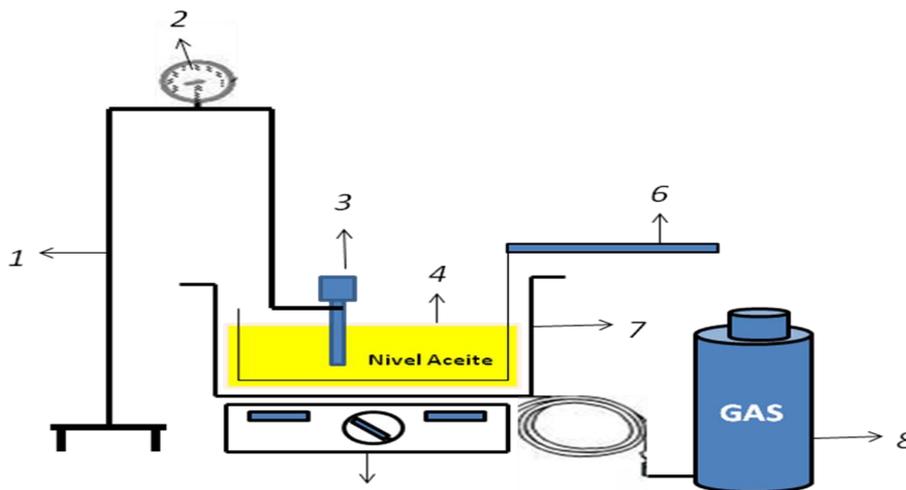


FIGURA 6: Esquema del equipo de fritura (junio, 2013)

1) Soporte, 2) cronometro, 3) termómetro digital, 4) nivel de aceite girasol, 5) placa calefactora, 6) tamiz metálico, 7) recipiente de fritura, 8) combustible (gas).

### **3.7 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE FRITURA**

#### **3.7.1 Recepción**

La materia prima zanahoria blanca se compró en el Mercado Mayorista proveniente de la zona de Intag provincia de Imbabura, considerando el tiempo de madurez y en buen estado, para evitar modificaciones que alterarían las características del producto final.

#### **3.7.2 Pesado 1**

Se realizó utilizando una balanza de capacidad de 15 kg, para determinar la cantidad de materia prima para el ensayo.

#### **3.7.3 Selección y Clasificación**

En una mesa de acero inoxidable se procedió a seleccionar y clasificar la materia prima con la finalidad de separar o eliminar todo producto extraño.

#### **3.7.4 Limpieza**

A fin de eliminar las impurezas o materiales extraños, la zanahoria se lavó con agua potable.

### **3.7.5 Pelado**

El pelado de las zanahorias se realizó manualmente, utilizando cuchillos de acero inoxidable.

### **3.7.6 Rebanado**

Se realizó en una rebanadora de acero inoxidable regulada a 1,00, 1,5 y a 2 milímetros para obtener hojuelas uniformes.

### **3.7.7 Pesado 2**

Con la finalidad de determinar el rendimiento se registró el peso de la materia prima 500 gramos de rebanado con los cuales se inició la fritura.

### **3.7.8 Fritura**

Las hojuelas de zanahoria blanca se cocieron con aceite vegetal a 140, 150 y 160°C durante 2,00 min, 3,5min y 4,00 min respectivamente. Para el control de la temperatura se realizó con un termómetro digital de -10°C a 350°C.

Al realizar el proceso de fritura se observa que al introducir las hojuelas en el aceite caliente, inmediatamente la temperatura empieza a descender 2 °C, restableciéndose en un tiempo de 15 segundos, el descenso es más acusado cuanto mayor es la carga de producto.

### **3.7.9 Ecurrido**

El escurrido se realizó en un tamiz metálico, con la finalidad de extraer el aceite adherido a las hojuelas fritas se eliminó el exceso de aceite superficial de las hojuelas con papel absorbente.

### **3.7.10 Salado y Enfriado**

Se esperó a que las hojuelas se enfríen hasta la temperatura ambiente.

Para el salado se agregó 8 gramos de sal por unidad experimental de 500 g de hojuelas de zanahoria blanca y el enfriado se realizó en bandejas de loza a temperatura ambiente.

### **3.7.11 Pesado 3**

Se realizó el pesado final o pesado 3 con el propósito de determinar la disminución de peso de los 500 gramos en los diferentes tratamientos.

### **3.7.12 Empacado y Sellado**

El producto final fue empacado en fundas de polietileno y posteriormente sellado.

### **3.7.13 Almacenamiento**

El producto terminado se almacenó en un lugar fresco y seco, por el lapso de dos meses. Tiempo en el cual se realizó pruebas físico-químicas de estabilidad de vida en anaquel.

## **CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

- Con el propósito de comprobar los factores, variables e hipótesis planteada en la presente investigación DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS ÓPTIMOS DE PROCESO PARA LA ELABORACIÓN DE SNACKS A PARTIR DE ZANAHORIA BLANCA (*Arracacia xanthorrhiza Bancroft*) Se plasmó la información en tablas, de acuerdo a datos del experimento.

#### 4.1 PESO FINAL DEL SNACK

A continuación, se presentan los valores de la variable peso en la etapa final de la fritura.

**Tabla 9:** Peso del snack (g) de zanahoria después de la fritura.

TRATAMIENTOS		REPETICIONES			$\Sigma$ TRAT	$\bar{X}$
		I	II	III		
<b>T1</b>	A1B1C1	304,00	314,00	322,00	940,00	313,33
<b>T2</b>	A1B1C2	304,00	314,00	322,00	940,00	313,33
<b>T3</b>	A1B1C3	324,00	324,00	326,00	974,00	324,67
<b>T4</b>	A1B2C1	340,00	320,00	334,00	994,00	331,33
<b>T5</b>	A1B2C2	302,00	346,00	322,00	970,00	323,33
<b>T6</b>	A1B2C3	320,00	340,00	340,00	1000,00	333,33
<b>T7</b>	A1B3C1	336,00	352,00	342,00	1030,00	343,33
<b>T8</b>	A1B3C2	326,00	330,00	336,00	992,00	330,67
<b>T9</b>	A1B3C3	346,00	338,00	330,00	1014,00	338,00
<b>T10</b>	A2B1C1	316,00	332,00	312,00	960,00	320,00
<b>T11</b>	A2B1C2	310,00	318,00	318,00	946,00	315,33
<b>T12</b>	A2B1C3	320,80	320,00	316,00	956,80	318,93
<b>T13</b>	A2B2C1	336,00	322,00	320,00	978,00	326,00
<b>T14</b>	A2B2C2	323,40	352,00	330,00	1005,40	335,13
<b>T15</b>	A2B2C3	324,68	312,00	320,00	956,68	318,89
<b>T16</b>	A2B3C1	322,00	336,00	340,00	998,00	332,67
<b>T17</b>	A2B3C2	308,00	334,00	336,00	978,00	326,00
<b>T18</b>	A2B3C3	324,00	336,00	328,00	988,00	329,33
<b><math>\Sigma</math> REP.</b>		5786,88	5940,00	5894,00	17620,88	326,31

**Tabla 10:** Análisis de Varianza.

F. de V.	GL.	S.C.	C.M.	F. cal.	SIGN.	F.T.	
						5%	1%
<b>Total</b>	53,00	7586,27					
<b>Tratamiento</b>	17,00	3796,97	223,35	2,12	*	1,93	2,53
<b>Factor A</b>	1,00	140,55	140,55	1,34	NS	4,12	7,41
<b>Factor B</b>	2,00	2305,12	1152,56	10,95	**	3,27	5,26
<b>Factor C</b>	2,00	151,67	75,83	0,72	NS	3,27	5,26
<b>A x B</b>	2,00	183,54	91,77	0,87	NS	3,27	5,26
<b>A x C</b>	2,00	360,58	180,29	1,71	NS	3,27	5,26
<b>B x C</b>	4,00	337,91	84,48	0,80	NS	2,64	3,91
<b>A x B x C</b>	4,00	317,60	79,40	0,75	NS	2,64	3,91
<b>ERROR EXP.</b>	36,00	3789,29	105,26				

**CV:** 3,14 %

NS: No significativo

\* : Significativo

\*\* : Altamente significativo

En el análisis de varianza, se observa que existe significación estadística para tratamientos y alta significación para el factor **B** (espesor de las hojuelas). Es decir, que el espesor de las hojuelas, influye en la disminución de peso de la materia prima durante la etapa final de la fritura, debido a que a mayor espesor de las hojuelas, mayor será la pérdida humedad, dependiendo de la temperatura y el tiempo de fritura.

Investigaciones de fritura realizadas por Moreira, E. (2001) menciona que los principales parámetros que influyen en la pérdida de peso son la temperatura y el tiempo de fritura. Otros parámetros a considerar son la forma del alimento y la relación entre el tamaño del producto y la superficie expuesta al medio circundante.

Al existir diferencia significativa se procedió a realizar las pruebas de Tukey al 5% para tratamientos y DMS para el factor **B**.

**Tabla 11:** Prueba de Tukey al 5 % para tratamientos.

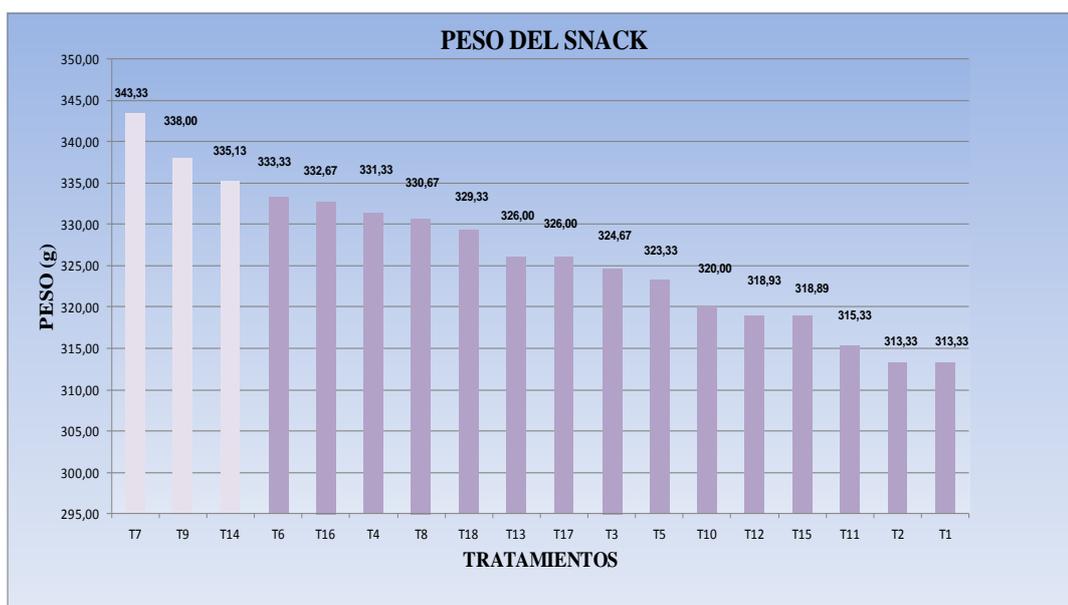
<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>MEDIAS</b>	<b>RANGOS</b>	
<b>T7</b>	A1B3C1	343,33	a
<b>T9</b>	A1B3C3	338,00	a
<b>T14</b>	A2B2C2	335,13	a
<b>T6</b>	A1B2C3	333,33	a
<b>T16</b>	A2B3C1	332,67	a
<b>T4</b>	A1B2C1	331,33	a
<b>T8</b>	A1B3C2	330,67	a
<b>T18</b>	A2B3C3	329,33	a
<b>T13</b>	A2B2C1	326,00	a
<b>T17</b>	A2B3C2	326,00	a
<b>T3</b>	A1B1C3	324,67	a
<b>T5</b>	A1B2C2	323,33	a
<b>T10</b>	A2B1C1	320,00	a
<b>T12</b>	A2B1C3	318,93	a
<b>T15</b>	A2B2C3	318,89	a
<b>T11</b>	A2B1C2	315,33	a
<b>T2</b>	A1B1C2	313,33	a
<b>T1</b>	A1B1C1	313,33	a

Al realizar la prueba de Tukey al 5% para tratamientos se observa que, todos los tratamientos son iguales, considerando **T7** (A1B3C1), a 10 meses de cosecha, hojuelas de 2 mm de espesor, fritas a 140°C en 4min como mejor tratamiento.

**Tabla 12:** Prueba DMS para el factor B (Espesor de las hojuelas).

FACTOR	MEDIAS	RANGO
<b>B3</b>	333,33	a
<b>B2</b>	328,00	a
<b>B1</b>	317,60	b

Al realizar DMS para el factor **B** (Espesor de las hojuelas), se observa que los niveles **B3** (2,00 milímetro) y **B2** (1,5 milímetros) poseen rango **a**; concluyendo que **B1** (1,00 milímetro) es el nivel que mayor pérdida de peso tiene por diferencia matemática en el valor de las medias. Por lo tanto, el espesor de las hojuelas influye directamente en el peso del snacks.



**Figura 7:** Peso del snack (g) de zanahoria después de la fritura.

Al observar la figura, se aprecia que el tratamiento **T7** (10 meses, 2,00 milímetros de espesor 140°C y 4,00 min) es el mejor tratamiento, seguido de **T9** (10 meses, 2,00 mm de espesor 160°C y 2,00 min) y **T14** (12 meses, 1,5 milímetros de espesor 150°C y 3,5 min). Deduciendo que la composición de la zanahoria blanca,

determina la cantidad de agua que se intercambia con aceite, durante la fritura relacionándose directamente con la pérdida de peso en las hojuelas fritas.

Estudios realizados en la fritura según Moreira, E. (2001) señala que pérdida de peso puede deberse a que durante el proceso de fritura, el producto adquiere sólidos solubles (azúcares) y pierde agua. Esta ganancia de solutos y la posibilidad de que se forme un encostramiento superficial por parte de los azúcares, dificultarían la salida de agua y por tanto una mayor pérdida de peso.

#### 4.2 RENDIMIENTO DEL SNACK (%)

A continuación, se representan los porcentajes en la variable de rendimiento del snack de zanahoria blanca.

**Tabla 13:** Porcentaje de rendimiento del snack de zanahoria blanca.

TRATAMIENTOS		REPETICIONES			$\Sigma$ TRAT	$\bar{X}$
		I	II	III		
<b>T1</b>	A1B1C1	51,24	52,42	53,37	157,03	52,34
<b>T2</b>	A1B1C2	51,24	52,42	53,37	157,03	52,34
<b>T3</b>	A1B1C3	53,61	53,61	53,85	161,07	53,69
<b>T4</b>	A1B2C1	55,55	53,13	54,82	163,50	54,50
<b>T5</b>	A1B2C2	41,00	56,23	53,37	150,60	50,20
<b>T6</b>	A1B2C3	53,13	55,55	55,55	164,23	54,74
<b>T7</b>	A1B3C1	55,06	57,04	55,80	167,90	55,97
<b>T8</b>	A1B3C2	53,85	54,33	55,06	163,24	54,41
<b>T9</b>	A1B3C3	56,29	55,30	54,33	165,92	55,31
<b>T10</b>	A2B1C1	52,65	54,57	52,18	159,40	53,13
<b>T11</b>	A2B1C2	52,00	52,89	52,89	157,78	52,59
<b>T12</b>	A2B1C3	53,3	53,13	52,65	159,03	53,01
<b>T13</b>	A2B2C1	55,06	55,06	53,13	163,25	54,42
<b>T14</b>	A2B2C2	53,55	57,04	54,33	164,92	54,97
<b>T15</b>	A2B2C3	53,67	52,18	53,13	158,98	52,99
<b>T16</b>	A2B3C1	53,37	55,06	55,55	163,98	54,66
<b>T17</b>	A2B3C2	51,71	54,82	55,06	161,59	53,86
<b>T18</b>	A2B3C3	53,61	55,06	54,09	162,76	54,25
<b><math>\Sigma</math> REP.</b>		1388,86	949,84	979,84	972,53	2902,21

**Tabla 14:** Análisis de Varianza.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F. Cal.	SIGN.	F.T	
						5%	1%
<b>Total</b>	53	267,54					
<b>Tratamientos</b>	17	95,29	5,61	1,17	<b>NS</b>	1,93	2,53
<b>Factor A</b>	2	0,03	0,03	0,01	<b>NS</b>	4,12	7,41
<b>Factor B</b>	1	32,51	16,26	3,40	<b>*</b>	3,27	5,26
<b>Factor C</b>	2	12,75	6,38	1,33	<b>NS</b>	3,27	5,26
<b>A x B</b>	2	8,60	4,30	0,90	<b>NS</b>	3,27	5,26
<b>A x C</b>	4	16,23	8,11	1,70	<b>NS</b>	3,27	5,26
<b>B x C</b>	2	4,84	1,21	0,25	<b>NS</b>	2,64	3,91
<b>A x B x C</b>	4	20,34	5,08	1,06	<b>NS</b>	2,64	3,91
<b>ERROR EXP.</b>	36	172,25	4,78				

**CV:** 4,07%

NS: No significativo

\* : Significativo

\*\* : Altamente significativo

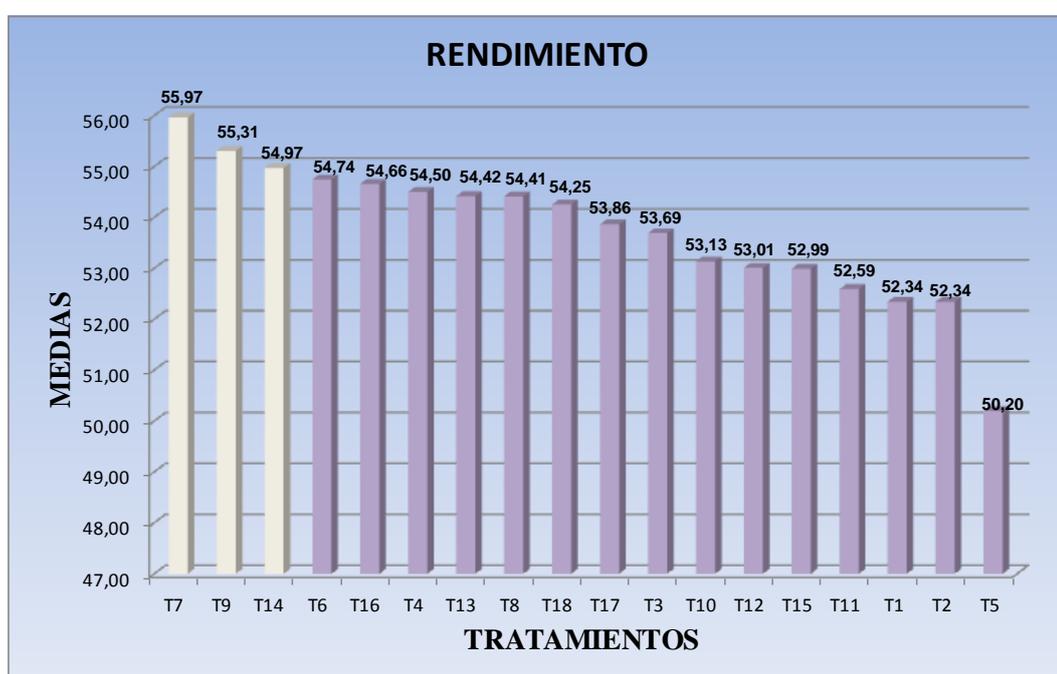
Al observar el análisis de varianza; se aprecia que existe significación estadística para el factor **B** (Espesor de las hojuelas). Se determinó que, el espesor de las hojuelas influye en el rendimiento del snack de zanahoria blanca luego de la fritura.

Al existir diferencia significativa, se realizó DMS para el factor **B**.

**Tabla 15:** Prueba DMS para el factor B (espesor de las hojuelas).

FACTOR	MEDIAS	RANGO
<b>B3</b>	54,74	<b>a</b>
<b>B2</b>	53,64	<b>b</b>
<b>B1</b>	52,85	<b>c</b>

Al realizar la prueba de DMS para el factor **B** (espesor de las hojuelas), se observa que los niveles **B3** (2,00 mm) **B2** (1,5 mm) y **B1** (1,00 mm) poseen diferentes rangos; deduciendo como mejor nivel **B1** (1,00 mm) encontrándolos en el rango c. Por lo tanto, el espesor de las hojuelas evaluadas influye directamente en el rendimiento para la elaboración del snack, a menor espesor de la hojuela mayor es el rendimiento.



**Figura 8:** Representación gráfica del rendimiento (%) del snack de zanahoria blanca.

Al observar la figura 8, se aprecia que para esta variable, el tratamiento **T7** (10 meses, 2,00 mm de espesor 140°C y 4,00 min) es el mejor, seguido de **T9** (10 meses, 2,00 mm de espesor 160°C y 2,00 min) y **T14** (12 mese, 1,50 mm de espesor 150°C y 3,50 min). De esta manera se puede observar que el rendimiento de los snacks de zanahoria blanca se ve afectado directamente por la temperatura y el tiempo de fritura. Ya que a mayor temperatura, mayor tiempo de fritura menor será el peso de las hojuelas fritas.

Según Costa, R. y Oliveira, F. (1999) si el alimento se procesa en láminas, aquellas más gruesas presentan una menor área específica, reduciéndose el área relativa disponible para perder el agua; también el camino interno que tiene que recorrer el agua es más largo y se requiere más calor para evaporar dicha agua, además la corteza que se forma impide que el agua salga con facilidad. En el caso de las muestras de zanahoria blanca los espesores son finos, la transmisión de calor es muy rápida y por tanto el tiempo de fritura se reduce, dando como resultado un mejor rendimiento.

#### 4.3 DISMINUCIÓN DEL VOLUMEN TOTAL DE ACEITE (ml) EN LA FRITURA

En el siguiente cuadro se registra la disminución del volumen de aceite luego de la fritura de 500 g de hojuela fresca, para cada tratamiento con sus respectivas repeticiones

**Tabla 16:** Disminución del volumen total de aceite en (ml) posterior en la fritura.

TRATAMIENTOS		REPETICIONES			$\Sigma$ TRAT	$\bar{X}$
		I	II	III		
<b>T1</b>	A1B1C1	73,68	81,20	67,10	221,98	73,99
<b>T2</b>	A1B1C2	79,32	84,96	82,14	246,42	82,14
<b>T3</b>	A1B1C3	74,62	70,86	75,56	221,04	73,68
<b>T4</b>	A1B2C1	77,44	82,14	79,32	238,90	79,63
<b>T5</b>	A1B2C2	74,62	98,12	77,44	250,18	83,39
<b>T6</b>	A1B2C3	83,08	81,20	82,14	246,42	82,14
<b>T7</b>	A1B3C1	66,16	72,74	75,56	214,46	71,49
<b>T8</b>	A1B3C2	73,68	84,02	84,02	241,72	80,57
<b>T9</b>	A1B3C3	77,44	86,84	78,38	242,66	80,89
<b>T10</b>	A2B1C1	76,50	81,20	72,74	230,44	76,81
<b>T11</b>	A2B1C2	66,16	78,38	77,44	221,98	73,99
<b>T12</b>	A2B1C3	84,96	74,62	75,56	235,14	78,38
<b>T13</b>	A2B2C1	80,26	78,38	78,38	237,02	79,01
<b>T14</b>	A2B2C2	73,68	77,44	80,26	231,38	77,13
<b>T15</b>	A2B2C3	90,60	86,84	86,84	264,28	88,09
<b>T16</b>	A2B3C1	78,38	84,96	84,96	248,30	82,77
<b>T17</b>	A2B3C2	82,14	84,02	84,02	250,18	83,39
<b>T18</b>	A2B3C3	84,96	87,78	84,96	257,70	85,90
<b><math>\Sigma</math> REP.</b>		1397,68	1475,70	1426,82	4300,20	79,63

**Tabla17:** Análisis de Varianza

F.DE V.	G.L.	S.C.	C.M.	F. Cal.	SIGN.	F.T	
						5%	1%
<b>Total</b>	53	1942,15					
<b>Tratamientos</b>	17	1036,76	60,99	2,42	*	1,93	2,53
<b>Factor A</b>	2	51,31	51,31	2,04	NS	4,12	7,41
<b>Factor B</b>	1	269,89	134,95	5,37	**	3,27	5,26
<b>Factor C</b>	2	167,00	83,50	3,32	*	3,27	5,26
<b>A x B</b>	2	131,98	65,99	2,62	NS	3,27	5,26
<b>A x C</b>	4	229,38	114,69	4,56	*	3,27	5,26
<b>B x C</b>	2	102,10	25,53	1,01	NS	2,64	3,91
<b>A x B x C</b>	4	85,09	21,27	0,85	NS	2,64	3,91
<b>ERROR EXP.</b>	36	905,40	25,15				

**CV:** 6,30 %

NS: No significativo

\* : Significativo

\*\* : Altamente significativo

En el análisis de varianza, se observa alta significación estadística para el factor **B** (espesor de las hojuelas), y significación estadística para tratamientos, factor **C** (temperatura – tiempo de fritura), e interacción (**A x C**) es decir que, la temperatura- tiempo de fritura influyen directamente en la disminución de aceite. La cantidad de aceite absorbido por las hojuelas fritas depende del espesor y en gran medida de su contenido de humedad, porosidad y superficie expuesta al aceite de fritura. Según Campillano, (1997). Esta cantidad es aproximadamente entre el 20 y 40% en base al peso de las hojuelas fritas.

Al existir significación estadística, se realizó Tukey al 5% para tratamientos, DMS para los factores **B, C** y gráfico de la interacción **A x C**.

**Tabla 18:** Prueba de Tukey al 5 % para tratamientos.

TRATAMIENTOS		MEDIAS	RANGOS
<b>T15</b>	A2B2C3	88,09	a
<b>T18</b>	A2B3C3	85,90	a
<b>T5</b>	A1B2C2	83,39	a
<b>T17</b>	A2B3C2	83,39	a
<b>T16</b>	A2B3C1	82,77	a
<b>T2</b>	A1B1C2	82,14	a
<b>T6</b>	A1B2C3	82,14	a
<b>T9</b>	A1B3C3	80,89	a
<b>T8</b>	A1B3C2	80,57	a
<b>T4</b>	A1B2C1	79,63	a
<b>T13</b>	A2B2C1	79,01	a
<b>T12</b>	A2B1C3	78,38	a
<b>T14</b>	A2B2C2	77,13	a
<b>T10</b>	A2B1C1	76,81	a
<b>T1</b>	A1B1C1	73,99	a
<b>T11</b>	A2B1C2	73,99	a
<b>T3</b>	A1B1C3	73,68	b
<b>T7</b>	A1B3C1	71,49	b

Realizando la prueba de Tukey al 5 % para tratamientos; se puede apreciar que los tratamientos **T3** y **T7** se ubican en el rango b, lo que quiere decir que son diferentes a los demás tratamientos que poseen rango a. Teniendo que **T7** (10 meses, 2,00 mm y 140 °C y 4,00 min) es el tratamiento que mejor comportamiento tiene en esta etapa de la investigación, siendo el tratamiento que menor pérdida de aceite presenta con respecto a los demás.

**Tabla 19:** Prueba DMS para el factor B (espesor de las hojuelas).

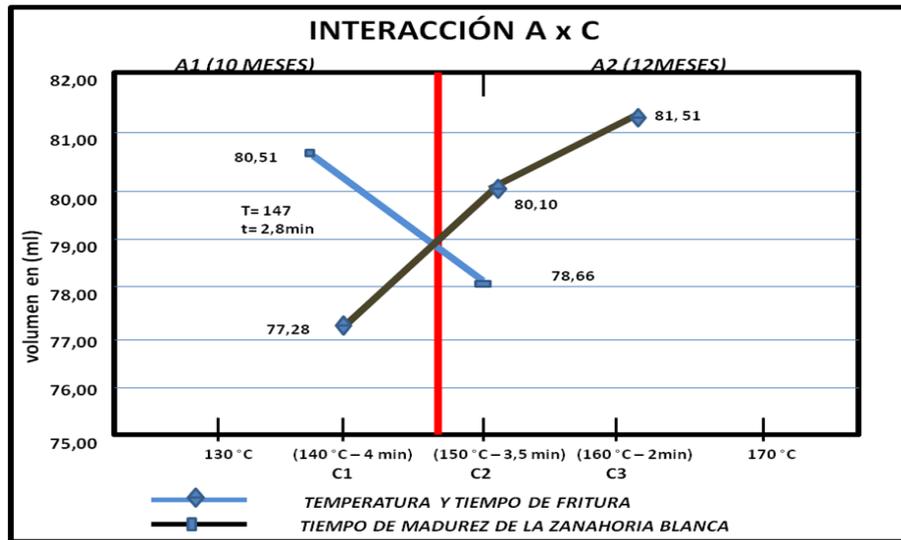
FACTOR	MEDIAS	RANGO
<b>B2</b>	81,57	a
<b>B1</b>	80,83	a
<b>B3</b>	76,50	b

Al realizar la prueba DMS para el factor espesor de las hojuelas, encontramos que los niveles B2 y B1 se encuentran en el rango a. A un espesor de 2,00 mm (B3), se logra menor disminución de la cantidad de aceite, por lo tanto es considerado el nivel más adecuado para la fritura.

**Tabla 20:** Prueba DMS para el factor C (temperatura -tiempo de fritura).

<b>FACTOR</b>	<b>MEDIAS</b>	<b>RANGO</b>
<b>C3</b>	<b>81,51</b>	<b>a</b>
<b>C2</b>	<b>80,10</b>	<b>a</b>
<b>C1</b>	<b>77,28</b>	<b>b</b>

Al realizar la prueba DMS para el factor temperatura - tiempo de fritura, encontramos que los niveles C3, C2 poseen rango a y C1 presentan rango b. A un tiempo C1 (140°C por 4,00 min) se logra menor disminución de aceite, por lo tanto es considerado el nivel más adecuado.

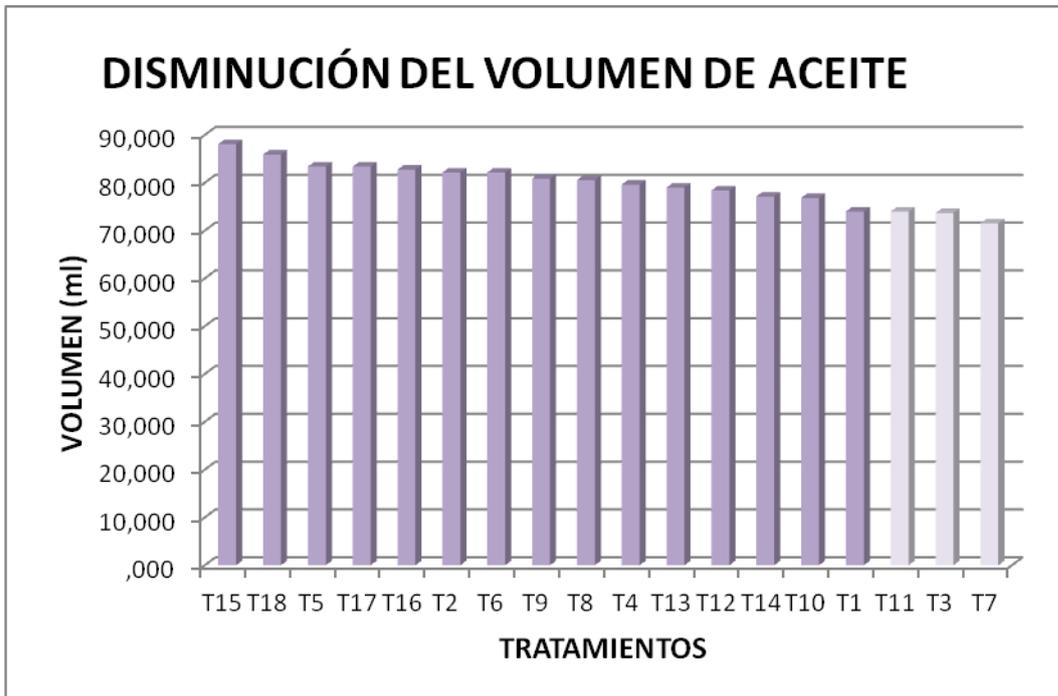


**Figura 9:** Interacción de los factores A (tiempo de madurez) y C (temperatura - tiempo de fritura) en la variable disminución del volumen total de aceite durante la fritura.

La interacción de los factores en estudio (Figura 9) indican que el tiempo de madurez, la temperatura del aceite - tiempo de fritura son inversamente proporcionales al volumen de aceite; deduciendo que, a mayor temperatura de aceite, menor tiempo de fritura, mayor es la disminución del volumen de aceite.

El punto óptimo de tiempo de fritura es de 2,80 min a 147 °C, manifestando cambios excesivos en el producto terminado si el proceso se realiza con temperaturas de aceite y tiempo fritura superiores al punto de la intersección.

Se observa que al realizar el proceso de fritura con una zanahoria blanca con un estado de madurez de 10 meses existe menor disminución del volumen de aceite, en comparación a una zanahoria blanca cosechada a los 12 meses.



**Figura 10:** Disminución del volumen total de aceite en la fritura

En la figura 10 de disminución del volumen de aceite en la fritura se estima que **T15** (12 meses, 1,5 milímetros y 160°C por 2,00 minutos) es el tratamiento que tiene mayor disminución de aceite durante la fritura de la materia prima; seguido de **T18** (12 meses, 2,00 milímetros y 160°C por 2,00 minutos), **T5** (10 meses, 1,50 milímetros y 150°C por 3,50 minutos). Por lo que la temperatura y el tiempo de fritura determinan la cantidad de aceite que se incorpora al momento de la fritura.

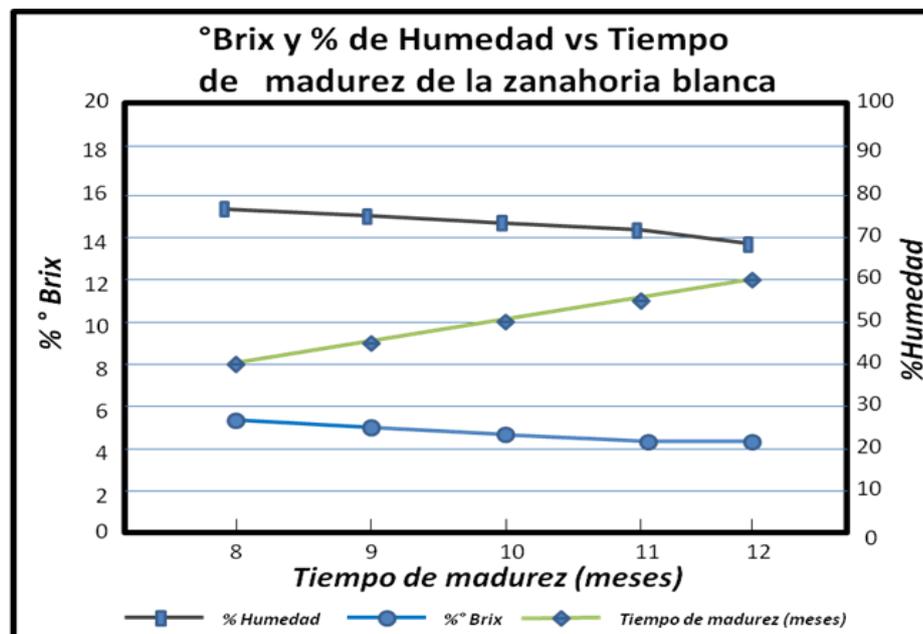
Gamble, MH. (1987). Observaron que el contenido de aceite no estaba directamente relacionado con la temperatura de fritura, sino con la humedad residual del alimento. Esto lo corroboran Moreira, E. (1995) que demuestran que la mayor retención de aceite en el producto tiene lugar cuando la mayor cantidad de agua ha salido del mismo.

#### 4.4 DETERMINACIÓN DE SÓLIDOS SOLUBLES

A fin de corroborar con el tiempo de madurez de la zanahoria blanca para la elaboración de snacks se determinó los °Brix utilizando un brixometro. Ver Anexo 11

**Tabla 21:** Contenido de sólidos solubles de la zanahoria blanca.

Parámetro Analizado	Unidad	8 meses	9 meses	10 meses	11 meses	12 meses
°Brix	(g/100g)	5,5	5,25	4,75	4,50	4,25



**Figura 11:** Contenido de sólidos solubles de la zanahoria blanca por edad

Al observar la figura 11 se aprecia que la relación tiempo de madurez de la zanahoria blanca y el contenido de sólidos solubles es inversamente proporcional, de igual manera se observa que el contenido acuoso disminuye por tanto la raíz se vuelve más fibrosa. Según Moreno, J. (2005) para el procesamiento de frituras de esta raíz (hojuelas), debe contar con un buen grado de madurez y bajo contenido azúcar.

#### 4.5 EVALUACIÓN SENSORIAL DEL PRODUCTO TERMINADO



**Fotografía 8:**  
Tratamientos para degustación



**Fotografía 9:**  
Panel de degustadores



**Fotografía 10:** Degustación de tratamientos

La evaluación sensorial del producto terminado, se realizó con la finalidad de evaluar las características organolépticas como: apariencia, olor, sabor y crocancia, y así determinar los tres mejores tratamientos según la aceptabilidad del panel degustador; el mismo que estuvo conformado por diez personas.

El instrumento para la evaluación sensorial de snacks de zanahoria blanca se detalla en el Anexo 2.

Para determinar si existe o no significación estadística en las variables de la evaluación sensorial anteriormente descritas, se realizó las pruebas no paramétricas de Friedman al 5 %. Los valores obtenidos se detallan en el tabla 22.

**Tabla 22:** Análisis de Friedman para las variables de la evaluación sensorial.

<b>VARIABLE</b>	<b>VALOR CALCULADO X<sup>2</sup></b>	<b>VALOR TABULAR X<sup>2</sup> (5%)</b>	<b>SIGN.</b>	<b>TRAT.</b>
<b>APARIENCIA</b>	51,08	27,6	*	T5, T8, T10
<b>OLOR</b>	12,94	27,6	NS	T5,T8, T10
<b>SABOR</b>	28,90	27,6	*	T5, T10, T8
<b>CROCANCIA</b>	7,33	27,6	NS	T11,T5, T10

Como se puede apreciar en el análisis de Friedman para las variables:

**APARIENCIA.-** Al analizar esta variable se considera que existe significación estadística, definiéndose así los tres mejores tratamientos. **T5** (10 meses, 1,5 milímetros a 150°C por 3,5 minutos) es el tratamiento que más aceptabilidad tuvo por parte del panel degustador; seguido de **T8** (10 meses, 2,00 milímetros a 150°C por 3,5 minutos) y **T10** (12 meses, 1,00 milímetros a 140°C por 4,00 minutos).

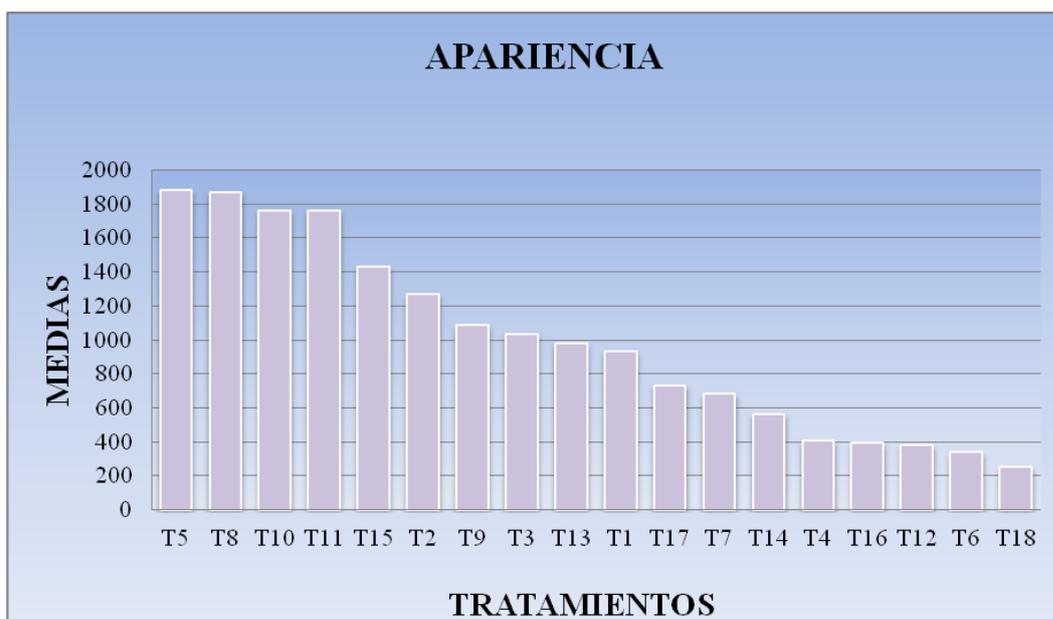
**OLOR.-** Al observar la tabla 22 se observa que, no existe significación estadística para dicha variable.

**SABOR.-** Para esta variable evaluada existe significación estadística y se puede apreciar que **T5** (10 meses, 1,5 milímetros a 150°C por 3,5 minutos), es el tratamiento que más aceptabilidad en sabor tuvo por parte del panel degustador; seguido de **T10** (12 meses, 1,00 milímetros a 140°C por 4,00 minutos) y **T8** (10 meses, 2,00 milímetros a 150°C por 3,5 minutos); definiéndose así los tres mejores tratamientos.

**CROCANCIA.-** Al observar la tabla 22 para la variable analizada se observa que no existe significación estadística.

#### 4.5.1 Apariencia

Los rangos tabulados luego de la evaluación sensorial del producto terminado, se encuentran en el Anexo 3.

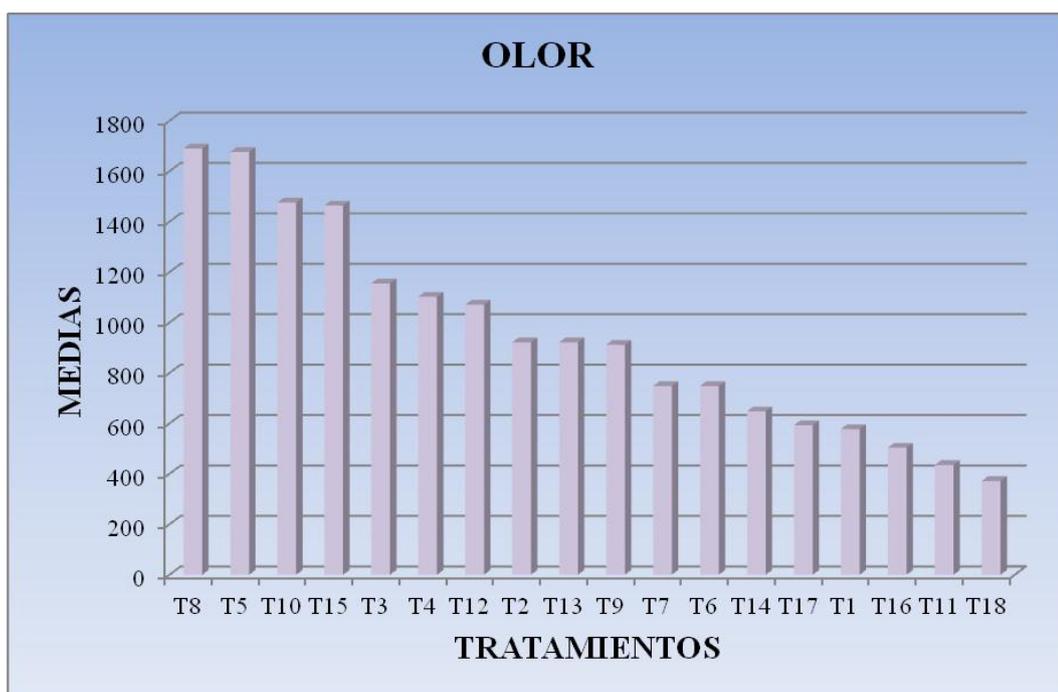


**Figura 12:** Caracterización de la apariencia en el producto terminado.

Al observar la figura 12, se aprecia que **T5** (10 meses, 1,5 mm a 150°C por 3,5 minutos) es el tratamiento que más aceptabilidad en apariencia tuvo por parte de los degustadores; seguido de **T8** (10 meses, 2,00 mm a 150°C por 3,5 minutos) y **T10** (12 meses, 1,00 mm a 140°C por 4,00 minutos); definiéndose así los tres mejores tratamientos de esta variable evaluada.

#### 4.5.2 Olor

Los rangos tabulados luego de la evaluación sensorial del producto terminado, se encuentran en el Anexo 4.



**Figura 13:** Caracterización del olor en el producto terminado.

Al observar la figura 13 se aprecia que el tratamiento **T8** (10 meses, 2,00 mm a 150°C por 3,5 minutos) es el que tiene mayor aceptabilidad por los panelistas.

### 4.5.3 Sabor

Los datos tabulados procedentes de la evaluación sensorial del producto terminado, se registran en el Anexo 5.

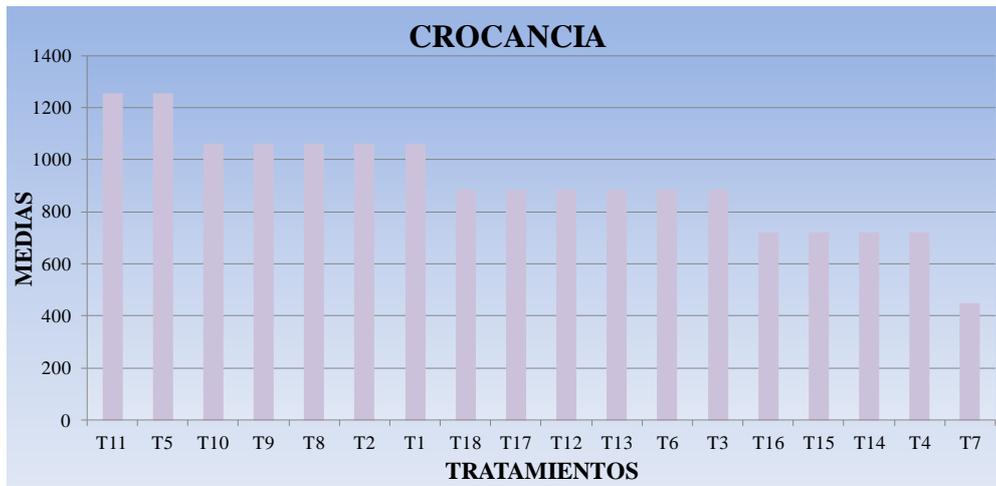


**Figura 14:** Caracterización del sabor en el producto terminado.

Al observar la figura 14, se aprecia que **T5** (10 meses, 1,5 mm a 150°C por 3,5 minutos), es el tratamiento de mayor aceptabilidad en sabor que demostró el panel degustador; seguido de **T10** (12 meses, 1,00 mm a 140°C por 4,00 minutos) y **T8** (10 meses, 2,00 mm a 150°C por 3,5 minutos); definiéndose así los tres mejores tratamientos.

### 4.5.4 Crocancia

Los resultados tabulados luego de la evaluación sensorial del producto terminado, se encuentran en el Anexo 6.



**Figura 15:** Caracterización de la crocancia en el producto terminado

En el figura 15, se aprecia que el tratamiento **T11** (12 meses, 1,00 mm a 150°C por 3,50 minutos), **T5** (10 meses, 1,5 mm a 150°C por 3,5 minutos) y **T10** (12 meses, 1,00 mm a 140°C por 4,00 minutos) son los tres mejores tratamientos para dicha variable evaluada.

#### 4.6 Análisis microbiológicos

Para determinar el tiempo de vida útil de los snacks de zanahoria blanca, se realizó recuento total de mohos y levaduras a los 30 y 60 días de almacenado el producto, para este fin se utilizaron los metodos descritos por la norma A.O.A.C. N° 997.02;997.02 .

Los resultados registrados se encuentran dentro de los límites permitidos.

**Tabla 23:** Análisis microbiológico durante el almacenamiento de snacks de zanahoria blanca bajo condiciones ambientales.

Parametro	Unidad	Tiempo (días)	
		30	60
Recuento de mohos y levaduras	ufc/g	3	10

**Fuente:** Laboratorio de Análisis Físicos, Químicos y Microbiológicos.

Elaborado por: Autores

La tabla muestra el contenido ufc/g de mohos y levaduras que a los 30 y 60 días el contenido de microorganismos llega a ser a 10 ufc/g.

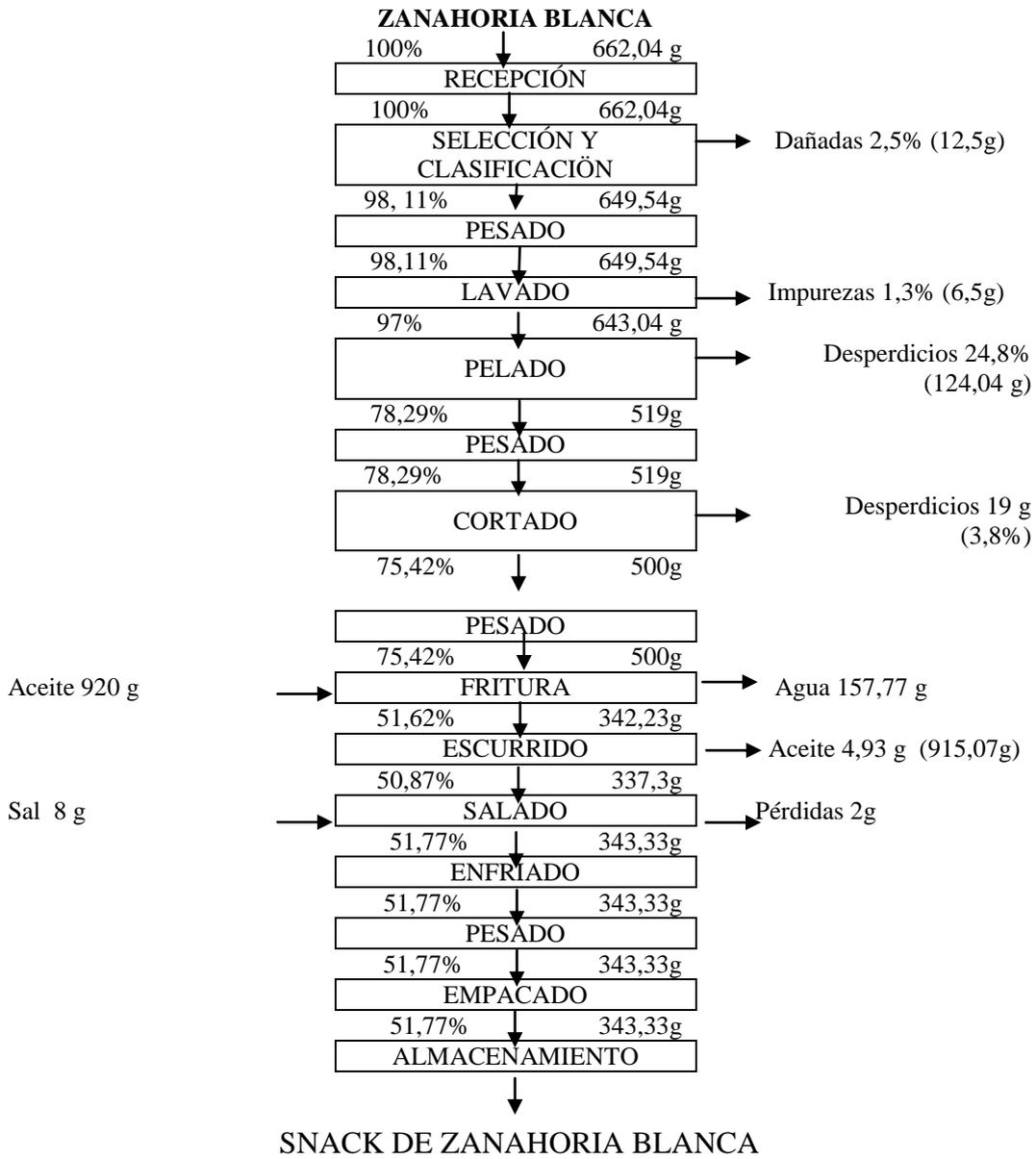
**Tabla 24:** Requisitos microbiológico durante el almacenamiento de snacks de según la Norma INEN de los Bocaditos.

Parametro	Método de Ensayo	Tiempo (días)	
		0	60
Recuento de mohos y levaduras ufc/g	NTE INEN 1 529	0	10

**Fuente:** Norma INEN

Elaborado por: Autores

#### 4.7 BALANCE DE MATERIALES DEL MEJOR TRATAMIENTO (T7)



#### 4.7.1 RENDIMIENTO:

$$(\%) \text{Rendimiento} = \frac{\text{Peso final}}{\text{Peso inicial}} \times 100 \quad (5)$$

$$R = \frac{343,33}{662,04} \times 100 = 51,85\%$$

Luego de haber realizado el respectivo balance de materiales se deduce que, por cada 662,04 g de zanahoria se obtiene alrededor de 343,33 g de snacks de zanahoria blanca, equivalente a un porcentaje del 51,85 % de rendimiento.

## **CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.1 CONCLUSIONES**

Revisado documentación bibliográfica, analizados los resultados obtenidos, y realizados los análisis en el laboratorio durante la investigación, se llegaron a las siguientes conclusiones:

1. El tiempo de madurez de la zanahoria blanca a 10 y 12 meses, y la temperatura de fritura influye significativamente en el peso del snack. Es decir que a mayor temperatura de fritura, mayor es la difusión de agua de la hojuela, por lo tanto el peso se verá disminuido notablemente.
2. El tratamiento T7 (zanahoria blanca a 10 meses, 2,00 mm de espesor a 140°C por 4,00 min) es el mejor tratamiento. Seguido de T9 (zanahoria blanca a 10 meses, 2,00 mm de espesor a 160°C por 2,00 min) y T14 (zanahoria blanca a 12 meses, 1,50 mm de espesor a 150°C por 3,5 min). Deduciendo que, el tiempo de madurez de la zanahoria blanca, determina la cantidad de agua que se intercambia con aceite, en la fritura.
3. Con respecto al volumen de aceite se manifiesta que **T7** con un tiempo de madurez a 10 meses, espesor de 2,00 mm y temperatura a 140°C en 4,00 min es el tratamiento que menor cantidad de aceite pierde en la fritura.

4. En la interacción de los factores el tiempo de madurez y temperatura - tiempo de fritura, se concluye que la temperatura del aceite y el tiempo de fritura es inversamente proporcional al volumen de aceite; por lo tanto, a mayor temperatura de aceite y menor tiempo de fritura mayor es la disminución de volumen de aceite.
5. El **T7** (zanahoria blanca a 10 meses, 2,00 mm de espesor a 140°C por 4,00 min) es el tratamiento que tiene menor disminución de aceite durante la fritura, seguido de **T3** (zanahoria blanca a 12 meses, 1,00 mm de espesor a 150°C por 3,5 min) y **T11** (zanahoria blanca a 10 meses, 1,00 mm de espesor a 160°C por 2,00 min). De tal manera, que el tiempo de madurez, el espesor de las hojuelas y el tiempo de fritura, determinan la cantidad de aceite que se incorpora al momento de la fritura.
6. Al realizar la evaluación sensorial para la apariencia, sabor, olor y crocancia de las hojuelas de zanahoria blanca, se determinó que, los tratamientos con mayor aceptabilidad por parte de los panelistas fueron: **T5** (10 meses, 1,5 milímetros a 150°C por 3,5 minutos), seguido de **T8** (10 meses, 2,00 mm a 150°C por 3,5 minutos) y **T10** (12 meses, 1,00 mm a 140°C por 4,00 minutos).
7. Los parámetros de calidad para la elaboración de snacks se obtiene de una zanahoria blanca cosechada a 10 meses de madurez, con un contenido de sólidos solubles de 4,75% y humedad de 72,87%, fritas a 147 °C en 2,8 minutos, con lo cual se evita cambios excesivos de sabor, color, olor y crocancia en el producto terminado.
8. El factor clave en la predicción de la vida útil de los snacks fue el control de la pérdida de textura por medio de la evaluación de la humedad (4,87%) y recuento de mohos y levaduras inferior a 100 ufc

que arrojó como resultado 60 días de vida útil del producto, que se encuentra bajo los valores establecidos en la norma de calidad INEN2 561:2010.

9. El contenido de grasa en los snacks de zanahoria blanca es de 18,13 % menor al contenido de snack derivados a partir de otros productos con alto contenido de almidón (raíces, tubérculos, cereales y otros), a pesar de ser elaborados mediante el empleo de la fritura convencional.
10. El bajo contenido de fibra (2,12%) presente en los snack de zanahoria blanca se debe a la no utilización de la corteza de la raíz y el contenido de proteína aumenta de 6,49% a 9,4%. Esto se debe a la eliminación de agua durante de la fritura, ocasionando la concentración de carbohidratos, proteína, ceniza y fibra.
11. Finalmente se concluye que el tiempo de madurez, la temperatura de fritura, el tiempo de fritura y espesor de las hojuelas influyen significativamente en la calidad del producto terminado, obteniéndose un producto de características organolépticas altamente aceptables.

## 5.2 RECOMENDACIONES:

Finalizado la investigación se procede a realizar las siguientes recomendaciones:

1. Realizar investigaciones que permitan utilizar los subproductos de la zanahoria fresca que representan el 24,8% en la operación del pelado por lo que se recomienda realizar investigaciones a fin de aprovechar en la industria alimenticia humana y animal.
2. Utilizar la zanahoria blanca con un tiempo de madurez de 10 meses para la elaboración de snacks de zanahoria blanca, puesto que dicha zanahoria presenta todos los parámetros de humedad, almidón, fibra, adecuados para la fritura.
3. Se recomienda que en la operación del rebanado de la zanahoria fresca para la obtención de la hojuela se lo realice longitudinalmente, mismo que facilite la fritura, obteniéndose un producto final uniforme.
4. Empacar los snacks cuando se hayan enfriado totalmente, debido a que al empacar el producto caliente transpira, es decir pierde humedad y por ende afecta a la crocancia.
5. Al ser el snack de zanahoria blanca un producto nuevo en el mercado local, se recomienda realizar un estudio de mercado y en función de este un estudio de pre factibilidad.
6. Realizar investigaciones mediante la aplicación de técnicas de pelado químico.

## CAPÍTULO VI: BIBLIOGRAFÍA Y ANEXOS

### 6.1 BIBLIOGRAFÍA

1. Aguilera, J. (2007). *Fritura de alimentos en temas en tecnología de alimentos* México D.F: MEXICO.
2. Aguilera, J y Hernández. (2000). *Factores que afectan la incorporación de Aceite en el Producto*.
3. Amaya, E. (2008). *El Pan de América, etnohistoria de los Alimentos aborígenes en el Ecuador*. Quito. Ecuador: Cicetronic Offset.
4. Anderson, A.(1994). *Effect of preheating on potato texture. Critical reviews in food science and nutrition* 34:229-251
5. Anzaldúa, A. (2005). *La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica*. Zaragoza, España: Acribia S. A.
6. A.O.A.C. *Association of Official Analytical Chemists*.1997. Official methods of analysis. 11 ed. Horwitz. Washintong, DC. U.S.A
7. Barbosa, V. Cánovas, H. Vega, M. (2005). *Deshidratación de Alimentos*. Zaragoza, España: Acribia S. A.
8. Benalcázar, L. (2006). *Descripcion Botánica de la Arracacha*.

9. Bertrand, M (2006). *Utilization of high-oleic rapeseed oil for deep-fat frying of french fries compared to other commonly used edible oils*, *eurj.J.Lipid Sci. Technol* .108(3),200-211
10. Baumann, B. y Escher, F. (1995). *Mass and heat transfer during deep-fat frying of potato slices, rate of drying and oil uptake*. *LWT-Food Science and Technology*, 28, 395-403.
11. Ciappini, M. (2009). *Aceptabilidad sensorial de alimentos*. Curso taller. Departamento de Evaluación sensorial de alimentos.
12. Consejo nacional de producción (CNP) *Costa Rica, ficha técnica de elaboración de hojuelas (chips)*
13. Costa, R. M. y Oliveira, F.A.R. (1999). *Modelling the kinetics of water loss during potato frying with a compartmental dynamic model*. *Journal of Food Engineering*, 41, 177-185.
14. Espinosa, Vaca, Abad, Crissman. (1997). *Raíces y Tubérculos Andinos*. Lima
15. Fellows, P. (1994), *tecnología del procesamiento de alimentos principios y prácticas*. Zaragoza España: Acribia S.A.
16. Garayo, J. y Moreira, R. (2002). *Vacuum frying of potato chips*. *Journal of Food Engineering*, 55, 181-191.

17. Gamble M, Rice P, Selman JD (1987) *Relationship between oil uptake and moisture loss during frying of potato slices from C.V. Record UK tubers*. Int J Food Sci Tech 22: 233–241.
18. Gill ,A. (2010). *Tratado de Nutición Tomo II Composición y Calidad Nutritiva de los Alimentos*. Colombia: Medica panamericana.
19. Hermann, M. (1992).*Raíces y tubérculos andinos*.
20. Hui, Y. (2006) *Handbook of science, technology and enjineering*, CRCPres, Florida, Estados Unidos.
21. INIAP. (2009). *Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias*. Quito
22. Jimenez, F. (2005). *Características Nutricionales de la Arracacha Xanthorrhiza y sus Perspectivas en su Alimentación*. Lima
23. Julio E. Amaya Robles, José L. Julca Hashimoto . (2006). *Arracacha*. Lima - Perú.
24. Lawson, H. (2009). *Aceites y grasas alimentarias, tecnología utilización y nutrición*. Zaragoza, España: Acribia S. A.
25. Liu-Ping, F., Zhang, M. y Mujumdar, A. S. (2006). *Effect of various Pretratments on the Quality of Vacuum-fried Carrot chips*. Drying Technology, 24, 1481-1486.
26. Maza; A. (2001). *Diversidad de Tubérculos Andinos en el Ecuador*. Loja.
27. Mazón, C. (1996). *La Arracacha o Zanahoria Blanca en Ecuador*. DENAREF

28. Molina, J. (2005), *Manejo del cultivo de zanahoria blanca para exportación*. Lima Perú, Instituto nacional de investigación y extensión agraria.
29. Moreira, R (2001). *Deep-Fat Frying of Foods. In: Food Processing Operations Modeling*. Marcel Dekker, Inc., Nueva York. USA.
30. Moreno, J (2005) *Calidad de la papa para usos industriales*.
31. Norma INEN 2 561:2010 de Bocaditos.
32. Ruales, C. (2009). *Kachikachicha*. Texas: El Centro, 1993.
33. Saguy, I. SAM. (2006) *Deep fat frying: Basic principles and applications*. Institute of Biochemistry Food Science and Nutrition Faculty of Agricultural, The Hebrew University of Jerusalem.
34. Sharma, S. (2000) *Transferencia de masa y calor durante la fritura*.
35. Torricella, R.; Zamora E.; Pulido H. (2005). *Evaluación sensorial aplicada a la investigación, desarrollo y control de calidad en la industria alimentaria*. Ciudad de la Habana.
36. Yamsaengsung R. & Moreira R. (2002). *Tiempo y Temperatura de fritura*. Quito
37. Vaclavik, V. (2007). *Fundamentos de ciencia de los alimentos*. Zaragoza, España: Acribia S. A.
38. Valderrama J & Carlos R. (1991). *Información Tecnología*. Chile.

### **Direcciones Electrónicas (Disponible en http:)**

1. Armado A.; Villadah.; Villada D. Efecto de la Temperatura y Tiempo de Fritura sobre las características Sensoriales del Ñame (Dioscorea alata) <http://www.cip.com/friturañame/pdf>. (Consultado el 14 de junio de 2012)
2. Cámara de Agricultura de la 1ra Zona. (2004). Recuperado el 4 de Abril de 2012, de <http://agroecuador.com/web/>
3. División de evaluación sensorial del Instituto de Tecnología de alimentos de Estados Unidos IFT.
4. Food and Agriculture Organization. (2011). *Retrieved 2011 26-Junio from* [www.fao.org](http://www.fao.org)
5. Instituto Nacional de Estadísticas y censos (INEC), Ministerio de Agricultura del Ecuador (MAG). <http://Inec.gov.ec> Consultado el 6 de agosto de 2012.
6. Morán J. (2012). *Innovación en alimentos y bebidas situación actual y perspectivas*. Retrieved 2012 8-diciembre from
7. Morales, J. (22 de octubre de 2012). <http://articulos.infojardin.com>.
8. Moreira, E. (1999). Fritura por Inmersión
9. Motur, A. (1989). Frituras
10. <http://www.ucam.edu/investigacion/sat/archivos-/Innovacion%20en%20alimentos%20y%20bebidas.pdf>

11. <http://www.zonadiet.com/alimentacion/frituras.htm>. (2011). *zonadiet.com*.  
Retrieved 2011 23-agosto from zonadiet.com:  
<http://www.zonadiet.com/alimentacion/frituras.htm>
  
12. Morán J. (2012). *Innovación en alimentos y bebidas situación actual y perspectivas*. Recuperado el 8 de diciembre de 2012, de  
<http://www.ucam.edu/investigacion/sat/archivos-1/Innovacion%20en%20alimentos%20y%20bebidas.pdf>:
  
13. <http://www.cnp.go.cr>.(julio 2012)
  
14. <http://www.todo papas. Com, ar> .(julio 2012)

## 6.2 ANEXOS

### ANEXO 1: Caracterización química de la materia prima.



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

IBARRA - ECUADOR

### Laboratorio de Uso Múltiple

Informe N°: 012 - 2012

Análisis solicitado por: Señores: Andrés Prado y Milton Higuera

Número de muestras : Dos, zanahoria -tubérculo

Fecha de recepción de las muestras: 31 de enero de 2012

Ibarra, 13 de febrero de 2012

Parámetro Analizado	Unidad	Resultado		Método de ensayo
		Zanahoria blanca 10 meses	Zanahoria blanca 12 meses	
Contenido Acuoso	%	78,19	72,04	AOAC 925.10
Cenizas	%	1,04	1,30	AOAC 923.03
Proteína (N x 6,25)	%	6,49	8,33	AOAC 920.87
pH	-----	6,92	6,58	AOAC 981.12
Fibra	%	1,06	0,88	AOAC 978.10
Almidón	%	62,70	61,95	AOAC 952.04
Calcio	%	0,14	0,20	Absorción Atómica
Hierro	%	0,012	0,015	
Fósforo	%	0,16	0,19	Molibdato-Vanadato

Nota: Los resultados corresponden exclusivamente para la muestra analizada.

Atentamente:



BIOQ. José Luis Moreno  
ANALISTA



**Misión Institucional**  
Contribuir al desarrollo educativo, científico, tecnológico, socioeconómico y cultural de la región norte del país. Formar profesionales críticos, humanistas y éticos comprometidos con el cambio social.

Ciudadela Universitaria barrio El Olivo  
Teléfono: (06) 2 953-461 Casilla 199  
(06) 2 609-420 2 640-811 Fax: Ext:1011  
E-mail: utn@utn.edu.ec  
www.utn.edu.ec

**ANEXO 2:** Hojas de encuesta para la evaluación sensorial del snack de zanahoria blanca.

**HOJA DE ENCUESTAS  
EVALUACIÓN SENSORIAL  
“DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS ÓPTIMOS DE PROCESO PARA  
LA ELABORACIÓN DE SNACKS A PARTIR ZANAHORIA BLANCA ”**

La evaluación organoléptica es una valiosa técnica para resolver los problemas relativos a la aceptación de los alimentos. Es importante considerar las propiedades organolépticas y sus evaluaciones desde el punto de vista de los sentidos humanos.

**INSTRUCCIONES.**

Sírvase evaluar cada muestra, marque con una x en los atributos que usted crea que este correcto basándose en la siguiente información:

**APARIENCIA.-** Se considerará todo lo se observa a primera vista del alimento, como: tamaño, uniformidad y cero presencia de defectos.

**OLOR.-** El olor debe ser característico de la materia prima (Zanahoria Blanca).

**SABOR.-** Debe ser característico de la materia prima.

**CROCANCIA.-** La crocancia se evaluará al morder el producto con los incisivos y estimando la intensidad de la fuerza requerida para deformar la muestra.

**HOJA PARA LA EVALUACIÓN SENSORIAL**  
**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES**  
**“DETERMINACIÓN DE PARAMETROS ÓPTIMOS PARA LA ELABORACIÓN DE SNACK A PARTIR DE ZANAHORIA**  
**BLANCA”**

**FECHA:**

**NUMERO DE CATADOR:**

		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	
APARIENCIA	GUSTA																			
	GUSTA POCO																			
	NO GUSTA																			
OLOR	AGRADABLE																			
	POCO AGRADABLE																			
	DESAGRADABLE																			
SABOR	GUSTA																			
	GUSTA POCO																			
	NO GUSTA																			
CROCANCIA	CROCANTE																			
	NO CROCANTE																			

OBSERVACIONES:

**ANEXO 3:** Rangos de la variable apariencia, determinados en la evaluación sensorial del snack de zanahoria blanca.

PANELISTAS	TRATAMIENTOS																		Σ	MEDIAS
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18		
P1	13,00	4,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	4,00	13,00	13,00	4,00	4,00	13,00	4,00	4,00	4,00	13,00	13,00	171	9,50
P2	6,5	15	15	6,5	15	1	6,5	15	6,5	15	15	6,5	6,5	6,5	15	6,5	6,5	6,5	171	9,50
P3	10	10	3,5	3,5	16	10	10	16	3,5	10	16	3,5	10	16	16	3,5	10	3,5	171	9,50
P4	8	8	8	2,5	2,5	2,5	8	15	15	15	15	2,5	15	8	15	8	15	8	171	9,50
P5	11,50	4,5	4,5	4,5	11,50	11,50	4,5	16,50	16,50	16,50	11,50	11,50	4,5	4,5	16,50	11,50	4,5	4,5	171	9,50
P6	7,00	15,00	15,00	7,00	15,00	7,00	7,00	15,00	7,00	7,00	15,00	7,00	15,00	7,00	15,00	7,00	1,50	1,50	171	9,50
P7	15,50	15,50	8,50	8,50	15,50	2,50	8,50	8,50	8,50	15,50	15,50	8,50	8,50	2,50	15,50	2,50	8,50	2,50	171	9,50
P8	10,00	16,50	10,00	3,00	10,00	3,00	10,00	16,50	10,00	16,50	16,50	3,00	10,00	10,00	10,00	3,00	10,00	3,00	171	9,50
P9	11,00	11,00	11,00	11,00	17,00	3,50	11,00	17,00	11,00	11,00	11,00	11,00	3,50	3,50	17,00	3,50	3,50	3,50	171	9,50
P10	4,00	13,00	13,00	4,00	4,00	4,00	4,00	13,00	13,00	13,00	13,00	4,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	4,00	171	9,50
ΣX	96,5	112,5	101,5	63,5	119,5	58	82,5	136,5	104	132,5	132,5	61,5	99	75	137	62,5	85,5	50	1710	95,00
ΣX <sup>2</sup>	9312,25	12656,25	10302,25	4032,25	14280,25	3364,00	6806,25	18632,25	10816,00	17556,25	17556,25	3782,25	9801,00	5625,00	18769,00	3906,25	7310,25	2500,00		
MEDIAS	931,225	1265,625	1030,225	403,225	1428,025	336,4	680,625	1863,225	1081,6	1755,625	1755,625	378,225	980,1	562,5	1876,9	390,625	731,025	250		

**ANEXO 4:** Rangos de la variable olor, determinados en la evaluación sensorial del snack de zanahoria blanca.

PANELISTAS	TRATAMIENTOS																		Σ	MEDIAS
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18		
P1	13,00	4,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	4,00	13,00	13,00	4,00	4,00	13,00	4,00	4,00	4,00	13,00	13,00	171	9,50
P2	6,5	15	15	6,5	15	1	6,5	15	6,5	15	15	6,5	6,5	6,5	15	6,5	6,5	6,5	171	9,50
P3	10	10	3,5	3,5	16	10	10	16	3,5	10	16	3,5	10	16	16	3,5	10	3,5	171	9,50
P4	8	8	8	2,5	2,5	2,5	8	15	15	15	15	2,5	15	8	15	8	15	8	171	9,50
P5	11,50	4,5	4,5	4,5	11,50	11,50	4,5	16,50	16,50	16,50	11,50	11,50	4,5	4,5	16,50	11,50	4,5	4,5	171	9,50
P6	7,00	15,00	15,00	7,00	15,00	7,00	7,00	15,00	7,00	7,00	15,00	7,00	15,00	7,00	15,00	7,00	1,50	1,50	171	9,50
P7	15,50	15,50	8,50	8,50	15,50	2,50	8,50	8,50	8,50	15,50	15,50	8,50	8,50	2,50	15,50	2,50	8,50	2,50	171	9,50
P8	10,00	16,50	10,00	3,00	10,00	3,00	10,00	16,50	10,00	16,50	16,50	3,00	10,00	10,00	10,00	3,00	10,00	3,00	171	9,50
P9	11,00	11,00	11,00	11,00	17,00	3,50	11,00	17,00	11,00	11,00	11,00	11,00	3,50	3,50	17,00	3,50	3,50	3,50	171	9,50
P10	4,00	13,00	13,00	4,00	4,00	4,00	4,00	13,00	13,00	13,00	13,00	4,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	4,00	171	9,50
ΣX	96,5	112,5	101,5	63,5	119,5	58	82,5	136,5	104	132,5	132,5	61,5	99	75	137	62,5	85,5	50	1710	95,00
ΣX <sup>2</sup>	9312,25	12656,25	10302,25	4032,25	14280,25	3364,00	6806,25	18632,25	10816,00	17556,25	17556,25	3782,25	9801,00	5625,00	18769,00	3906,25	7310,25	2500,00		
MEDIAS	931,225	1265,625	1030,225	403,225	1428,025	336,4	680,625	1863,225	1081,6	1755,625	1755,625	378,225	980,1	562,5	1876,9	390,625	731,025	250		

**ANEXO 5:** Rangos de la variable sabor, determinados en la evaluación sensorial del snack de zanahoria blanca.

PANELISTAS	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	SUMA
P1	12,50	12,50	12,50	12,50	12,50	12,50	12,50	4,00	4,00	12,50	4,00	12,50	1,00	4,00	12,50	12,50	4,00	12,50	171,00
P2	6,50	15,00	6,50	6,50	6,50	6,50	1,00	15,00	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	171,00
P3	14,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	1,50	14,50	14,50	14,50	1,50	6,50	6,50	14,50	14,50	14,50	14,50	6,50	171,00
P4	7,00	7,00	15,50	7,00	15,50	7,00	7,00	7,00	15,50	7,00	15,50	7,00	7,00	7,00	15,50	7,00	1,00	15,50	171,00
P5	11,50	11,50	11,50	11,50	11,50	11,50	2,50	11,50	11,50	11,50	2,50	11,50	11,50	11,50	11,50	2,50	2,50	11,50	171,00
P6	12,50	12,50	12,50	12,50	12,50	12,50	12,50	4,00	4,00	12,50	4,00	12,50	1,00	4,00	12,50	12,50	4,00	12,50	171,00
P7	14,50	14,50	7,00	7,00	14,50	7,00	7,00	14,50	14,50	14,50	2,00	7,00	14,50	2,00	14,50	2,00	7,00	7,00	171,00
P8	1,50	1,50	14,50	6,50	14,50	6,50	6,50	14,50	6,50	6,50	6,50	14,50	6,50	14,50	6,50	14,50	14,50	14,50	171,00
P9	14,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	1,50	14,50	14,50	14,50	1,50	6,50	6,50	14,50	14,50	14,50	14,50	6,50	171,00
P10	14,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	1,50	14,50	14,50	14,50	1,50	6,50	6,50	14,50	14,50	14,50	14,50	6,50	171,00
$\Sigma X$	109,50	94,00	99,50	83,00	107,00	83,00	53,50	114,00	106,00	114,50	45,50	91,00	67,50	101,50	131,50	109,50	91,50	108,00	1710,00
$\Sigma X^2$	11990,25	8836	9900,25	6889	11449	6889,00	2862,25	12996	11236	13110,25	2070,25	8281	4556,25	10302,25	17292,25	11990,25	8372,25	11664	
MEDIAS	1199,025	883,6	990,025	688,9	1144,9	688,9	286,225	1299,6	1123,6	1311,025	207,025	828,1	455,625	1030,225	1729,225	1199,025	837,225	1166,4	

**ANEXO 6:** Rangos de la variable crocancia, determinados en la evaluación sensorial del snack de zanahoria blanca.

PANELISTAS	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	SUMA
P1	10,50	10,50	10,50	10,50	10,50	10,50	1,50	10,50	10,50	10,50	10,50	10,50	10,50	10,50	10,50	10,50	1,50	10,50	171,00
P2	2,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	2,00	11,00	2,00	11,00	11,00	11,00	171,00
P3	12,50	12,50	3,50	12,50	12,50	12,50	3,50	12,50	3,50	12,50	12,50	12,50	12,50	3,50	3,50	12,50	3,50	12,50	171,00
P4	9,50	9,50	9,50	9,50	9,50	9,50	9,50	9,50	9,50	9,50	9,50	9,50	9,50	9,50	9,50	9,50	9,50	9,50	171,00
P5	10,50	10,50	10,50	10,50	10,50	10,50	1,50	10,50	10,50	10,50	10,50	10,50	10,50	10,50	10,50	1,50	10,50	10,50	171,00
P6	12,50	12,50	12,50	3,50	12,50	12,50	3,50	3,50	12,50	12,50	12,50	12,50	12,50	3,50	12,50	3,50	12,50	3,50	171,00
P7	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	17,00	17,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	17,00	8,00	8,00	8,00	171,00
P8	13,50	4,50	4,50	4,50	13,50	4,50	13,50	13,50	4,50	4,50	13,50	4,50	13,50	13,50	4,50	13,50	13,50	13,50	171,00
P9	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	1,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	171,00
P10	14,00	14,00	14,00	5,00	14,00	5,00	5,00	5,00	14,00	14,00	14,00	14,00	5,00	5,00	5,00	5,00	14,00	5,00	171,00
$\Sigma X$	103,00	103,00	94,00	85,00	112,00	94,00	67,00	103,00	103,00	103,00	112,00	94,00	94,00	85,00	85,00	85,00	94,00	94,00	1710,00
$\Sigma X^2$	10609	10609	8836	7225	12544	8836	4489	10609	10609	10609	12544	8836	8836	7225	7225	7225	8836	8836	
MEDIAS	1060,9	1060,9	883,6	722,5	1254,4	883,6	448,9	1060,9	1060,9	1060,9	1254,4	883,6	883,6	722,5	722,5	722,5	883,6	883,6	

**ANEXO 7:** Informe de resultados de realizados a los tres mejores snacks de zanahoria blanca.



## UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

UNIVERSIDAD ACREDITADA RESOLUCIÓN 002 – CONEA – 2010 –129 – DC.

**Laboratorio de Uso Múltiple**

Informe N°: 014 - 2012 Ibarra, 13 de febrero de 2012

Análisis solicitado por: Señores: Andrés Prado y Milton Higuera

Número de muestras : Tres, hojuelas de zanahoria fritas

Fecha de recepción de las muestras: 28 de diciembre de 2011

Parámetro Analizado	Unidad	Resultados			Método de ensayo
		T5	T8	T10	
Recuento Aerobios Mesófilos	UFC/ g	0	7	3	AOAC 989.10
Recuento de Mohos	UFC/ g	3	5	6	AOAC 995.21
Recuento de levaduras	UFC/ g	7	10	10	

Nota: Los resultados corresponden exclusivamente para la muestra analizada.

Atentamente:




Bioq. José Luis Moreno  
ANALISTA

**Visión Institucional**

La Universidad Técnica del Norte en el año 2020, será un referente en ciencia, tecnología e innovación en el país, con estándares de excelencia internacionales.

Av. 17 de Julio s-21 y José María  
Córdova. Barrio El Olivo.  
Teléfono:(06)2997800  
Fax:Ext: 7011.  
Email: utn@utn.edu.ec  
www.utn.edu.ec  
Ibarra - Ecuador

**ANEXO 8:** Informe de resultados de realizados a los tres mejores snacks de zanahoria blanca



**Laboratorio de Análisis Físicos, Químicos y Microbiológicos**

Informe N°: 0123 - 2013

Ibarra, 25 de junio de 2013

Análisis solicitado por:

Señores: Andrés Prado y Milton Higuera

Número de muestras :

Tres, hojuelas de zanahoria fritas

Fecha de recepción de las muestras:

21 de junio de 2013

Parámetro Analizado	Unidad	Resultados			Método de ensayo
		T5	T8	T10	
Contenido Acuoso	%	4,87	6,95	4,33	AOAC 925.10
Cenizas	%	3,52	3,11	3,15	AOAC 923.03
Proteína	%	9,40	9,20	9,10	AOAC 920.87
Extracto etéreo	%	18,63	19,88	18,76	AOAC 920.85
Fibra	%	2,12	-----	-----	AOAC 985.29
Carbohidratos Totales	%	63,58	-----	-----	Cálculo
Calorías	Kcal/100 g	459,57	-----	-----	Cálculo
Calcio	%	0,61	-----	-----	Absorción Atómica
Hierro	%	0,047	-----	-----	
Fósforo	%	0,68	-----	-----	Molibdato-Vanadato
Recuento Aerobios Mesófilos	UFC/ g	15	10	20	AOAC 989.10
Recuento de Mohos	UFC/ g	20	10	15	AOAC 995.21
Recuento de levaduras	UFC/ g	25	20	10	

Nota: Los resultados corresponden exclusivamente para la muestra analizada.

Atentamente:

  
Bióq. José Luis Moreno  
ANALISTA



**Visión Institucional**

La Universidad Técnica del Norte en el año 2020, será un referente en ciencia, tecnología e innovación en el país, con estándares de excelencia internacionales.

Av. 17 de Julio s-21 y José María  
Córdova. Barrio El Olivo.  
Teléfono:(06)2997800  
Fax:Ext: 7011.  
Email: utn@utn.edu.ec  
www.utn.edu.ec  
Ibarra - Ecuador

**ANEXO 9: Norma INEN BOCADITOS DE PRODUCTOS VEGETALES.**

**INEN**

**INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN**

Quito - Ecuador

---

**NORMA TÉCNICA ECUATORIANA** **NTE INEN 2 561:2010**

---

**BOCADITOS DE PRODUCTOS VEGETALES. REQUISITOS.**

**Primera Edición**

SNACKS. REQUIREMENTS.

First Edition

---

DESCRIPTORES: Tecnología de los alimentos, hortalizas y productos derivados, bocaditos, requisitos.  
AL: 02.02-406  
CDU: 642.2  
CIU: 3116  
ICS: 67.080.20

USO EXCLUSIVO MARIA MENDEZ

CDU: 642.2  
ICS: 67.080.20



CIU: 3116  
AL 02.02-406

Norma Técnica  
Ecuatoriana  
Voluntaria

**BOCADITOS DE PRODUCTOS VEGETALES.  
REQUISITOS.**

**NTE INEN  
2 561:2010  
2010-10**

**1. OBJETO**

1.1 Esta norma establece los requisitos que deben cumplir los bocaditos elaborados a partir de cereales, leguminosas, tubérculos o raíces tuberosas, semilla, frutas horneados o fritos listos para consumo.

**2. ALCANCE**

2.1 Esta norma se aplica a los productos fritos u horneados que se comercializan envasados, tales como: hojuelas, productos extruídos, granos y cereales dilatados.

**3. DEFINICIONES**

3.1 Para los efectos de esta norma se adoptan las siguientes definiciones:

3.1.1 *Bocadoito*. Son los productos alimenticios que permiten mitigar el hambre sin llegar a ser una comida completa, se los conoce como pasabocas, snacks, botanas.

3.1.2 *Hojuelas*. Son las láminas de un tubérculo, raíz tuberosa, fruta, semillas que se forman por moldeado de una masa.

3.1.3 *Hojuelas fritas*. Son los productos que se obtienen de un proceso de fritura de las hojuelas con aceites comestibles a altas temperaturas.

3.1.4 *Extruídos*. Son los productos que se obtienen a partir de un proceso en el que el grano, harina o subproducto de éstos es forzado a fluir, bajo una o más variedades de mezclado, calentamiento y cizallamiento, a través de una placa/boquilla diseñada para dar forma o expandir los ingredientes.

3.1.5 *Cereales dilatados*. Son los productos que se expanden o incrementan su volumen por aplicación de calor.

**4. REQUISITOS**

**4.1 Requisitos específicos**

4.1.1 La elaboración del producto debe cumplir con el Reglamento de Buenas Prácticas de Manufactura del Ministerio de Salud Pública y además, se deben adoptar las medidas necesarias para reducir el contenido de acrilamida, tomando como base las indicadas en la CAC/RCP 67 - 2009 (Código de prácticas para reducir el contenido de Acrilamida en los alimentos).

4.1.2 El producto debe presentar el color, olor, sabor y textura característicos

4.1.3 Se permite la adición de los aditivos y colorantes establecidos en la NTE INEN 2 074

4.1.4 Se permite la adición de especias y condimentos para conferir las características sensoriales deseadas

4.1.5 No se permite la adición directa de antioxidantes y conservantes, su presencia se debe únicamente al efecto de transferencia.

(Continúa)

DESCRIPTORES: Tecnología de los alimentos, hortalizas y productos derivados, bocaditos, requisitos.

4.1.6 Si se utiliza como ingrediente harina de trigo, está debe cumplir con los requisitos establecidos en la NTE INEN 616, en lo referente a fortificación

4.1.7 Estos productos deben cumplir con los requisitos establecidos en las tablas 1 y 2.

**TABLA 1. Requisitos bromatológicos**

Requisito	Máximo	Método de ensayo
Humedad, %	5	NTE INEN 518
Grasa, %	40	NTE INEN 523
Índice de peróxidos meq O <sub>2</sub> /kg (en la grasa extraída)	10	NTE INEN 277
Colorantes	Permitidos en NTE INEN 2 074	

**TABLA 2. Requisitos Microbiológicos**

Requisito	n	c	m	M	Método de ensayo
Recuento estándar en placa, ufc/g	5	2	10 <sup>3</sup>	10 <sup>4</sup>	NTE INEN 1 529-5
Mohos ufc/g	5	2	10	10 <sup>2</sup>	NTE INEN 1 529-10
E coli ufc/g	5	0	< 10	-	NTE INEN 1 529-7

4.1.8 En los productos a base de maíz, el contenido máximo de aflatoxina será de 20 µg/kg .

4.1.9 El límite máximo de plaguicidas es el que establece el Codex alimentarius CAC/LMR 1.

4.1.10 El límite máximo de contaminantes para estos productos será el que establece el documento Codex CXS 193, Contaminantes de los alimentos.

#### 4.2 Requisitos complementarios

4.2.1 Estos productos se pueden comercializar solos o en mezcla de productos.

4.2.2 El producto se debe expender de acuerdo con la Ley del sistema Ecuatoriano de la Calidad.

### 5. INSPECCIÓN

5.1 **Muestreo.** El muestreo debe realizarse de acuerdo con la NTE INEN ISO 2859-1.

5.2 **Aceptación o rechazo.** Se acepta el producto si cumple con los requisitos establecidos en esta norma, caso contrario se rechaza.

### 6. ENVASADO Y EMBALADO

6.1 El material de envase debe ser de grado alimentario, que proteja al producto, y no altere sus características.

### 7. ROTULADO SE APRUEBA

7.1 El rotulado del producto debe cumplir con lo establecido en el RTE INEN 022.

(Continúa)

## APÉNDICE Z

### Z.1 DOCUMENTOS NORMATIVOS A CONSULTAR

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 277	<i>Grasa y aceites. Determinación del índice de peróxido</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 518	<i>Harinas de origen vegetal. Determinación de la pérdida por calentamiento</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 523	<i>Harinas de origen vegetal. Determinación de la grasa</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 616	<i>Harina de trigo. Requisitos</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1 529-5	<i>Control microbiológico de los alimentos. Determinación de la cantidad de microorganismos aerobios mesófilos, REP</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1 529-7	<i>Control microbiológico de los alimentos. Determinación de microorganismos coliformes por la técnica de recuento de colonias</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1 529-10	<i>Control microbiológico de los alimentos. Mohos y levaduras viables. Recuento en placa por siembra a profundidad</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 074	<i>Aditivos alimentarios permitidos para consumo humano. Listas positivas. Requisitos</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN ISO 2859-1	<i>Procedimientos de muestreo para inspección por atributos. Parte 1 Programas de muestreo clasificados por el nivel aceptable de calidad (AQL) para inspección lote a lote</i>
Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 022	<i>Rotulado de productos alimenticios procesados, envasados y empaquetados</i>
CXS 193-195 (Enm. 2009)	<i>Norma general del Codex para los contaminantes y las toxinas presentes en los alimentos y piensos</i>
CAC/MRL 1	<i>Lista de Límites Máximos para Residuos de Plaguicidas, Programa conjunto FAO/OMS</i>
CAC/RCP 67 – 2009	<i>Código de prácticas para reducir el contenido de Acrilamida en los alimentos.</i>
Ley 2007-76	<i>Sistema Ecuatoriano de la Calidad Registro Oficial No. 26 de 2007-02-22</i>
Reglamento de Buenas Prácticas de Manufactura	<i>para alimentos procesados. Decreto Ejecutivo 3253, Registro Oficial 696 de 4 de Noviembre del 2002.</i>

### Z.2 BASES DE ESTUDIO

NTE INEN 187 *Grano y cereales. Maíz en grano. Requisitos.* Instituto Ecuatoriano de Normalización, Quito, 1995.

Reglamento Sanitario de los Alimentos de Chile DTO. 977/96, Actualizado a abril del 2009.

## ANEXO 10: Analisis Físicos Químicos

	<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE</b> UNIVERSIDAD ACREDITADA RESOLUCIÓN 002 - CONEA - 2010 -129 - DC.			
<b>Laboratorio de Análisis Físicos, Químicos y Microbiológicos</b>				
Informe N°: 0120 - 2013	Ibarra, 23 de mayo de 2013			
Análisis solicitado por:	Señores: Andrés Prado y Milton Higuera			
Número de muestras :	Dos, hojuelas de zanahoria fritas			
Fecha de recepción de las muestras:	21 de mayo de 2013			
Parámetro Analizado	Unidad	Resultados		Método de ensayo
		T3	T7	
Humedad	g/100 g	7,20	5,20	AOAC 925.10
Extracto etéreo	g/100 g	21,80	19,40	AOAC 920.85

Nota: Los resultados corresponden exclusivamente para la muestra analizada.

Atentamente:

  
Bioq. José Luis Moreno  
Técnico de Laboratorio



**Visión Institucional**  
La Universidad Técnica del Norte en el año 2020, será un referente en ciencia, tecnología e innovación en el país, con estándares de excelencia internacionales.

Av. 17 de Julio s-21 y José María Córdova. Barrio El Olivo.  
Teléfono:(06)2997800  
Fax:Ext: 7011.  
Email: utn@.utn.edu.ec  
www.utn.edu.ec  
Ibarra - Ecuador

## Anexo 11: Sólidos totales y °B



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

UNIVERSIDAD ACREDITADA RESOLUCIÓN 002 – CONEA – 2010 –129 – DC.

### Laboratorio de Análisis Físicos, Químicos y Microbiológicos

Ibarra, 23 de mayo de 2013

Informe N°: 0121 - 2013

Análisis solicitado por: Señores: Andrés Prado y Milton Higuera

Número de muestras : Zanahoria Blanca

Fecha de recepción de las muestras: 21 de mayo de 2013

Parámetro Analizado	Unidad	Resultados					Método de ensayo
		8 meses	9 meses	10 meses	11 meses	12 meses	
Contenido Acuoso	g/100 g	74,69	73,87	72,87	72,07	67,03	AOAC 925.10
Sólidos Totales	g/100 g	25,31	26,13	27,13	27,93	32,97	
°Brix (sólidos solubles)	g/100 g	5,50	5,25	4,75	4,50	4,25	AOAC 906.01

Nota: Los resultados corresponden exclusivamente para la muestra analizada.

Atentamente:




Bíog. José Luis Moreno  
Técnico de Laboratorio

Av. 17 de Julio s-21 y José María Córdova. Barrio El Olivo.  
Teléfono:(06)2997800  
Fax:Ext: 7011.  
Email: utn@utn.edu.ec  
www.utn.edu.ec  
Ibarra - Ecuador

**Visión Institucional**  
La Universidad Técnica del Norte en el año 2020, será un referente en ciencia, tecnología e innovación en el país, con estándares de excelencia internacionales.

**Anexo 12:** Costos de Produccion de los Snack de Zanahoria Blanca.

**COSTOS DIRECTOS**

<b>MATERIA PRIMA</b>					
1 LIBRA: 453,59					
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>LB/QUINTAL</b>	<b>\$/QUINTAL</b>	<b>LB/GR</b>	<b>\$/GR.</b>	<b>PRECIO UNIT. DE 40 GR.</b>
<b>ZANAHORIA BLANCA</b>	100,00	\$ 23,00	45359	\$ 0,001	\$ 0,03

**COSTOS INDIRECTOS DE PRODUCCIÓN**

<b>COMBUSTIBLE</b>	<b>Unidad</b>	<b>\$ PRECIO</b>	<b>Horas de trabajo</b>	<b>Costo/hora</b>	<b>COSTO TOTAL</b>
Gas	Kg	5,52	8	0,69	\$ 0,69
<b>SUBTOTAL</b>					<b>\$0,69</b>

<b>INSTALACIONES</b>	<b>Unidad</b>	<b>Costo/mes</b>	<b>Costo/Hora</b>	<b>Horas Trabajo</b>	<b>COSTO TOTAL</b>
<b>GALPÓN</b>	Arriendo	\$ 20	\$ 0,00	8	\$ 0,20
<b>SUBTOTAL</b>					<b>\$0,20</b>

<b>MAQUINARIA Y EQUIPO</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Precio Total</b>	<b>Vida Útil (Años)</b>	<b>Depreciación (Años)</b>	<b>Depreciación (horas)</b>	<b>COSTO TOTAL</b>
<b>Cortadora-rebanadora</b>	1	325,96	325,96	5	\$ 65,19	0,00	0,00
<b>Freidora</b>	1	115,21	115,21	3	\$ 38,40	0,00	0,00
<b>Termometro digital</b>	1	42,73	42,73	3	\$ 14,24	0,00	0,00
<b>Cronometro</b>	1	20,58	20,58	3	\$ 6,86	0,00	0,00
<b>Selladora</b>	1	20,60	20,60	3	\$ 6,87	0,00	0,00
<b>SUBTOTAL</b>							<b>0,01</b>

<b>CAPACIDAD DE LA PLANTA</b>						
Unidades a empacar por minuto	Unidades de fundas a producir por hora	Horas trabajadas por día	Unidades a producir por día	Unidades a producir por semana	Unidades a producir por mes	Unidades a producir por año
1	60	8	480	2400	9.600,00	115.200,00

### **COSTOS DE ELABORACIÓN DEL SNACK DE ZANAHORIA BLANCA.**

<b>COSTOS VARIABLES</b>				
<b>COMPOSICIÓN DE 40 GR</b>				
<b>RUBRO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>COSTOS</b>
Materia Prima (Zanahoria)	G	40	0,001	0,04
Aceite Comestible	cm <sup>3</sup>	8	0,02	0,16
Mano de Obra directa	U	1	0,02	0,02
Empaque de 40 gr.	U	1	0,02	0,02
<b>Costo Variable Total de 40 gr. De Snack</b>				<b>0,24</b>

<b>RENDIMIENTO</b>	<b>ZANAHORIA BLANCA</b>
COSTO * GRAMO DE SNACKS	0,006
COSTO DE CADA UNIDAD DE SNACKS(40 g)	0,24
<b>PRECIO VENTA PÚBLICO</b>	<b>0,35</b>

<b>DESGLOSE DE GASTOS</b>		
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>%</b>	<b>VALOR</b>
MATERIA PRIMA	40	<b>ZANAHORIA BLANCA</b>
GASTOS ADMINISTRATIVOS	11.43	0,14
GASTOS DE VENTA	11.43	0,04
MANO DE OBRA	5.71	0,04
UTILIDAD	31.43	0,02
<b>TOTAL</b>	100	<b>0,11</b>



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE  
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA**

**AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN  
A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA**

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	040099968-6		
APELLIDOS Y NOMBRES:	HIGUERA ROSERO MILTON WLADIMIR		
DIRECCIÓN:	JAIME RIVADENEIRA		
EMAIL:	wladimirhiguera@yahoo.com		
TELÉFONO FIJO:		TELÉFONO MÓVIL:	0986043808

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	"DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS ÓPTIMOS DE PROCESO PARA LA ELABORACIÓN DE SNACK A PARTIR DE ZANAHORIA BLANCA ( <i>Arracacia xanthorrhiza Bancroft</i> )"
AUTOR (ES):	HIGUERA ROSERO MILTON WLADIMIR
FECHA: AAAAMMDD	2013 - 07 - 10
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero Agroindustrial
ASESOR /DIRECTOR:	Ing. Ángel Satama

## 2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

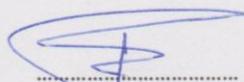
Yo, HIGUERA ROSERO MILTON WLADIMIR, con cédula de identidad Nro. 040099968-6, en calidad de autor (es) y titular (es) de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

## 3. CONSTANCIAS

El autor (es) manifiesta (n) que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los días 10 del mes de Julio del 2013

EL AUTOR:



HIGUERA ROSERO MILTON WLADIMIR  
C.C.: 040099968-6

ACEPTACIÓN:



ING. BETHY CHÁVEZ  
JEFE DE BIBLIOTECA

Facultado por resolución de Consejo Universitario

---



## UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

### CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Yo, HIGUERA ROSERO MILTON WLADIMIR con cédula de identidad Nro. 040099968-6, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor (es) de la obra o trabajo de grado denominado **"DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS ÓPTIMOS DE PROCESO PARA LA ELABORACIÓN DE SNACK A PARTIR DE ZANAHORIA BLANCA (*Arracacia xanthorrhiza Bancroft*)"** que ha sido desarrollado para optar por el título de Ingeniero Agroindustrial ,quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

.....  
HIGUERA ROSERO MILTON WLADIMIR  
Cédula: 040099968-6

Ibarra, a los 10 días del mes de Julio del 2013



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE  
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA**

**AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN  
A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA**

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	040125462-8		
APELLIDOS Y NOMBRES:	PRADO ARGOTI RAMIRO ANDRÉS		
DIRECCIÓN:	AV. CRISTOBAL DE TROYA		
EMAIL:	andypra_do@hotmail.com		
TELÉFONO FIJO:	062956318	TELÉFONO MÓVIL:	0982851227

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	"DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS ÓPTIMOS DE PROCESO PARA LA ELABORACIÓN DE SNACK A PARTIR DE ZANAHORIA BLANCA ( <i>Arracacia xanthorrhiza Bancroft</i> )"
AUTOR (ES):	PRADO ARGOTI RAMIRO ANDRÉS
FECHA: AAAAMMDD	2013 - 07 - 10
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero Agroindustrial
ASESOR /DIRECTOR:	Ing. Ángel Satama

## 2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, PRADO ARGOTI RAMIRO ANDRÉS , con cédula de identidad Nro. 040125462-8 , en calidad de autor (es) y titular (es) de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

## 3. CONSTANCIAS

El autor (es) manifiesta (n) que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los días 10 del mes de Julio del 2013

EL AUTOR:



PRADO ARGOTI RAMIRO ANDRÉS  
C.C.: 040125462-8

ACEPTACIÓN:



ING. BETHY CHÁVEZ  
JEFE DE BIBLIOTECA

Facultado por resolución de Consejo Universitario

---



## UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

### CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Yo, PRADO ARGOTI RAMIRO ANDRÉS con cédula de identidad Nro. 040125462-8 , manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor (es) de la obra o trabajo de grado denominado **“DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS ÓPTIMOS DE PROCESO PARA LA ELABORACIÓN DE SNACK A PARTIR DE ZANAHORIA BLANCA (*Arracacia xanthorrhiza Bancroft*)”** que ha sido desarrollado para optar por el título de Ingeniero Agroindustrial ,quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

.....  
PRADO ARGOTI RAMIRO ANDRÉS  
Cédula: 040125462-8

Ibarra, a los 10 días del mes de Julio del 2013