



**Universidad San Francisco de Quito**

Colegio de Ciencias e Ingeniería

**Desarrollo de Chips de Manzana Anna (*Malus domestica*) Mediante  
Preconcentración Osmótica y Horneado Industrial**

Diego Mauricio Mora Parra

Juan Pablo Tobar Cevallos

Director de Tesis: PhD (c) Francisco Carvajal Larenas

Tesis de grado presentada como requisito para la obtención del título de Ingeniero  
en Alimentos

Quito

Septiembre de 2013

Universidad San Francisco de Quito

**Colegio de Ciencias e Ingeniería**

**HOJA DE APROBACIÓN DE TESIS**

**Desarrollo de Chips de Manzana Anna (*Malus domestica*) Mediante Preconcentración Osmótica y Horneado Industrial**

Diego Mauricio Mora Parra

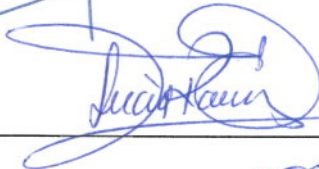
Juan Pablo Tobar Cevallos

Francisco Carvajal, MSc.  
Director de la tesis



---

Lucía Ramírez, Ph.D.  
Miembro del Comité de Tesis



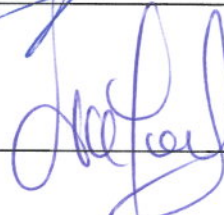
---

Stalin Santacruz, Ph.D.  
Miembro del Comité de Tesis



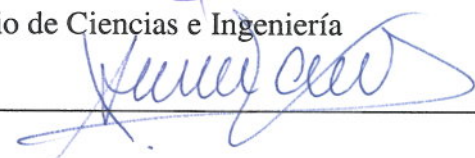
---

Javier Garrido, MSc.  
Director del programa



---

Ximena M. Córdova Vallejo, Ph.D.  
Decana de la Escuela de Ingeniería. Colegio de Ciencias e Ingeniería



---

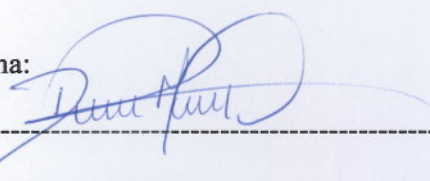
**Quito, septiembre de 2013**

© DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído la Política de Propiedad Intelectual de la Universidad San Francisco de Quito y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo de investigación quedan sujetos a lo dispuesto en la Política.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo de investigación en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Firma:



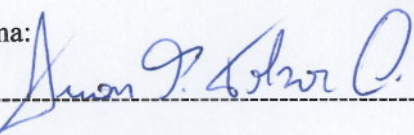
---

Nombre: Diego Mora

C. I.: 1718721960

Fecha: 17/11/2013

Firma:



---

Nombre: Juan Pablo Tobar

C. I.: 1712334315

Fecha: 17/11/2013

## **Dedicatoria**

Esta tesis se la dedicamos a Dios por guiarnos por el camino correcto, por darnos sabiduría, paciencia y humildad para así conseguir todos los objetivos planteados. También se la dedicamos a nuestros padres quienes siempre nos brindaron apoyo, motivación y consejos durante la realización de la misma. Finalmente se la queremos dedicar a nuestros profesores, familiares, amigos y a todos quienes directa o indirectamente participaron del desarrollo de la misma.

## **Agradecimiento**

Queremos agradecer a la Universidad San Francisco de Quito, por darnos las herramientas necesarias para salir al mundo y ser nuestro segundo hogar en todo este tiempo. A todos los profesores que han compartido sus conocimientos con nosotros durante estos 5 años. A Javier, Lucia, Stalin, Mike y en especial a nuestro director de tesis Francisco. A Manuel y Jorge, por su predisposición a ayudarnos en todo lo necesario. A nuestros padres y hermanos, que con su ejemplo nos han enseñado a no desfallecer ni rendirnos ante nada y siempre perseverar a través de sus sabios consejos. Ale y Anita, gracias por ser nuestra contención y siempre darnos su apoyo.

## Resumen

El objetivo de esta tesis fue el desarrollo de un snack de manzana Anna tipo chip (hojuela crocante), mediante deshidratación osmótica y horneado industrial sin incurrir en el uso de fritura. El producto fue desarrollado en base a un diseño experimental completamente al azar con arreglo factorial  $3^2$  de dos factores y tres niveles dentro de cada factor, con 3 repeticiones. Las variables de respuesta analizadas fueron: humedad, azúcares totales y acidez y la interpretación de los resultados fue realizada mediante el análisis de varianza ANOVA y la prueba Tukey de separación de medias. Esto fue complementado con una tabla de ponderación para la toma de decisiones. El mejor tratamiento fue el deshidratado osmóticamente a 50°C en un jarabe con 25% sacarosa, 25% glucosa y 50% agua y horneado a 115°C por 15 minutos. Este tratamiento fue evaluado sensorialmente y estimado su nivel de agrado y de crocancia medido como fracturabilidad. Además, se estimó el tiempo de vida útil en base al modelo de degradación cinética. La capacidad antioxidante total fue analizada a través del ensayo FRAP (poder antioxidante para reducir  $Fe^{3+}$ ). Simultáneamente al desarrollo del producto se determinó el perfil químico y el contenido nutricional de los chips. Adicionalmente se elaboraron los programas tentativos de control de calidad y el plan HACCP, así como el necesario para la elaboración industrial del producto. Finalmente, se elaboró un estudio de mercado mediante encuestas, donde se encontró que el 99% de los encuestados estaría dispuesto a comprar el producto que tentativamente tendría el nombre comercial de MANZANNA Chips. Inicialmente el producto tendría como potenciales consumidores a personas entre 18 y 65 años de la ciudad de Quito. Sin embargo se alienta que este estudio sea extendido a otras ciudades y grupos de edad.

## **Abstract**

The main objective of this thesis was the development of an Anna apple snack, which resembles a chip (crispy flake), by osmotic dehydration and industrial baking, avoiding the use of deep frying. For the development of the apple chips, a completely randomized design with factorial arrangement  $3^2$  was done (two factors, three levels within each factor, and 3 replications). The response variables analyzed were: moisture content, total sugars and acidity. The interpretation of the results was performed using the analysis ANOVA and the Tukey test. This was supplemented by a table of decision-making and it was found that the best treatment was osmotically dehydrated at 50 ° C within syrup (25% sucrose, 25% glucose and 50% water) and baked at 115 ° C for 15 minutes. The treatment was tested sensorially to estimate the liking and the crunchiness level measured as fracturability. In addition, the shelf life of the product was estimated by the kinetic degradation model. Likewise, the total antioxidant capacity of the product was measured by FRAP assay (Ferric reducing antioxidant power). The chemical profile and the nutritional content of the apple chips were determined. In addition, three tentative programs for industrial assessment were proposed, namely quality control, HACCP and industrial processing plans. Finally, a market study was conducted using surveys, in which 99% of respondents would be willing to buy the product that tentatively would have the trade name "MANZANNA Chips". The potential consumers of our product would be people between 18 and 65 years, living in Quito. However, we support that the market study embrace other cities and consumers.



## Índice de Contenidos

	<b>Página</b>
<b>Introducción</b>	<b>14</b>
<b>Justificación</b>	<b>15</b>
<b>Objetivos</b>	<b>16</b>
<b>1. Desarrollo del Producto</b>	<b>17</b>
1.1 Manzana Anna	17
1.2 Sacarosa	18
1.3 Glucosa	18
1.4 Ácido Cítrico	19
1.5 Envase	19
1.6 Descripción de Procesos de Elaboración	20
1.6.1 Preconcentración Osmótica	21
1.6.2 Horneado Industrial	22
<b>2. Diseño Experimental</b>	<b>24</b>
2.1 Objetivo del Diseño	24
2.2 Factores y Niveles de Estudio	24
2.3 Elaboración de Prototipos	25
2.4 Variables de Respuesta	25
2.5 Resultados	26
2.5.1 Contenido de Humedad	26
2.5.2 Contenido de Azúcares	29
2.5.3 Contenido de Acidez	31
2.6 Ponderación	33
<b>3. Análisis Sensorial</b>	<b>34</b>
3.1 Prueba de Nivel de Agrado	34
3.2 Análisis de Textura: Nivel de Crocancia de los Chips de Manzana	36
<b>4. Producto Final</b>	<b>38</b>
4.1 Formulación	38
4.2 Costos de Materiales, Servicios, Suministros y Mano de Obra Indirecta.	38
4.3 Diagrama del Proceso	39

4.4	Balance de Materiales	40
4.5	Balance de Energía	41
4.5.1	Variación de Entalpía del Jarabe de Preconcentración	41
4.5.2	Balance de Energía del Horneado Industrial	41
4.6	Industrialización del Proceso	43
4.6.1	Recepción y Preparación de la Fruta	43
4.6.2	Preconcentración Osmótica	43
4.6.3	Horneado Industrial	43
<b>5.</b>	<b>Estudio de Vida Útil del Producto</b>	<b>44</b>
<b>6.</b>	<b>Capacidad Antioxidante Total de los Chips de Manzana</b>	<b>46</b>
6.1	Extracción de Antioxidantes	46
6.2	Ensayo FRAP	46
6.3	Resultados y Discusión	47
<b>7.</b>	<b>Plan HACCP de la Producción de Chips de Manzana</b>	<b>48</b>
7.1.1	Riesgos Químicos	48
7.1.2	Riesgos Físicos	48
7.1.3	Riesgos Microbiológicos	48
7.1.4	Manipulación en Producción	49
7.1.5	Horneado del Producto	49
7.1.6	Validación para los Puntos Críticos de Control	49
<b>8.</b>	<b>Control de Calidad del Producto</b>	<b>52</b>
8.1	Control de Materias Primas	52
8.1.1	Manzana Anna	52
8.1.2	Sacarosa	52
8.1.3	Glucosa	53
8.1.4	Ácido Cítrico	53
8.2	Control de Producto Semielaborado	53
8.2.1	Control del Jarabe de Preconcentración Osmótica	54
8.3	Control de Producto Terminado	55
8.4	Control del Empaque	55
8.4.1	Propiedades de Barrera	56
8.4.2	Propiedades de Transporte	56
8.4.3	Identificación y Caracterización de materiales del envase	56
8.4.4	Propiedades Térmicas	56

8.4.5	Propiedades Mecánicas	56
8.4.6	Propiedades Ópticas	56
<b>9.</b>	<b>Análisis Físico-Químicos y Contenido Nutricional del Producto</b>	<b>57</b>
9.1	Perfil Químico	57
9.2	Contenido Nutricional	58
<b>10.</b>	<b>Estudio de Mercado</b>	<b>59</b>
10.1	Mercado de Productos Tipo Snack en Ecuador	59
10.2	Análisis del Mercado	59
10.2.1	Número de Encuestas	59
10.3	Resultados de la Encuesta	59
<b>11.</b>	<b>Rotulado Comercial de los Chips de Manzana</b>	<b>63</b>
11.1	Nombre comercial del producto	63
11.2	Etiqueta y Presentación	63
<b>12.</b>	<b>Conclusiones</b>	<b>65</b>
<b>13.</b>	<b>Recomendaciones</b>	<b>66</b>
<b>14.</b>	<b>Bibliografía</b>	<b>67</b>

## **Anexos**

## Índice de Tablas

	<b>Página</b>
Tabla 1. Factores y niveles del arreglo factorial.	24
Tabla 2. Descripción de las variables de respuesta.	25
Tabla 3. Análisis de varianza ANOVA del contenido de humedad de los tratamientos.	26
Tabla 4. Contenido de humedad de los tratamientos.	26
Tabla 5. Propiedades de los jarabes a 50°C.	28
Tabla 6. Análisis de varianza ANOVA del contenido de azúcares totales de los tratamientos.	29
Tabla 7. Contenido final de azúcares totales.	29
Tabla 8. Análisis de varianza ANOVA del contenido acidez de los tratamientos.	31
Tabla 9. Contenido de acidez de los tratamientos.	31
Tabla 10. Tabla de ponderación.	33
Tabla 11. Materias primas.	38
Tabla 12. Costos de producción.	38
Tabla 13. Resultados de los análisis.	44
Tabla 14. Tiempo de vida útil de los chips de manzana a distintas temperaturas.	45
Tabla 15. Resultado análisis microbiológico.	45
Tabla 16. Requerimientos microbiológicos, norma técnica ecuatoriana INEN 060.	45
Tabla 17. Capacidad antioxidante total.	47
Tabla 18. Requisitos microbiológicos de agua potable.	48
Tabla 19. Plan HACCP del producto.	50
Tabla 20. Parámetros de calidad de la manzana Anna.	52
Tabla 21. Parámetros de control de producto semielaborado.	54
Tabla 22. Condiciones del jarabe.	54
Tabla 23. Parámetros de control de producto terminado.	55
Tabla 24. Perfil químico del producto.	57

## Índice de Figuras

	<b>Página</b>
Figura 1. Composición del envase.	20
Figura 2. Efecto de los tratamientos sobre la humedad final del producto.	27
Figura 3. Viscosidad jarabe vs temperatura preconcentración.	27
Figura 4. % Humedad del chip vs viscosidad del jarabe.	27
Figura 5. Prueba 2AFC.	32
Figura 6. Formulario prueba de nivel de agrado.	34
Figura 7. Resultados de la prueba de nivel de agrado.	35
Figura 8. Intención de compra inicial del producto.	35
Figura 9. Formulario prueba nivel de crocancia.	36
Figura 10. Niveles de crocancia de los chips de manzana identificados por cada juez.	37
Figura 11. Etiqueta nutricional.	58
Figura 12. Consumo de snacks.	60
Figura 13. Intención de consumo de los chips de manzana.	60
Figura 14. Posible frecuencia de consumo.	60
Figura 15. Cantidad de consumo.	61
Figura 16. Posibles precios del producto.	61
Figura 17. Lugares de posible comercialización del producto.	61
Figura 18. Etiqueta comercial del producto	64

## Introducción

En la actualidad la producción mundial de manzanas ha superado los 61,9 millones de toneladas y en los últimos 10 años ha crecido en un promedio cercano al 3% anual, de los cuales el 50% se le atribuye a China, además, los volúmenes destinados a industrialización están alrededor de los 11,3 millones de toneladas (United States Department of Agriculture, 2009).

En el caso del Ecuador, el aumento poblacional y desarrollo del país, han hecho que se incremente la demanda, a tal punto, que el consumo per cápita de manzana llegue a ser de 3.79 kg/año, de los cuales el 77% es abastecido por las importaciones del fruto y solo un 23% por la producción nacional, lo que según el Ministerio de Agricultura ha generado que los agricultores nacionales descuiden la producción masiva de manzana (MAGAP 2009). Referente al consumo, este es realizado en su mayoría en estado fresco y las variedades Red Delicious, Royal Gala, Emilia y Granny Smith son las preferidas, pero no se las produce masivamente. Paradójicamente las variedades Emilia y Ana de menor consumo son las de mayor producción (MAGAP, 2009). La variedad Anna fue escogida para este estudio para contribuir al aprovechamiento de la producción local y darle valor agregado.

Por otra parte los chips (hojuelas crocantes) son el snack de mayor éxito en cuanto a producción y consumo a nivel mundial, en 2007 presentaban una tendencia al alza tanto en volumen de ventas como en valor, reflejados en un crecimiento del 5%. No obstante en el año 2009 esa tendencia disminuyó debido a algunos factores que perjudican el consumo y el crecimiento normal del sector de chips, como el contenido de grasas y almidones que influyen en la dieta de sus consumidores (Torres, 2009).

## **Justificación**

La producción y consumo de manzana como alimento es importante. Nutricionalmente una manzana Anna mediana con cáscara, aporta, en base húmeda, 11% de carbohidratos, 0,8% de fibra, 0,31% de proteína y 0,19% de lípidos (Tejero y Soto, 2001). El procesar manzana Anna es importante porque le da valor agregado e incentiva su consumo y producción nacional.

Por otro lado, de los chips que se comercializan en el Ecuador la mayoría son fritos lo cual les confiere su crocancia y sabor. Sin embargo, estos tienen un alto contenido de grasas. Surge entonces la idea de desarrollar un chip de manzana con características de textura similares a aquellas obtenidas por fritura pero sin adicionar grasas. Al ser un chip un producto crocante con escaso contenido de agua, la deshidratación osmótica y el horneado industrial pueden lograr esta crocancia sin adicionar aceite.

Hasta donde se conoce, estas tecnologías no son usadas comercialmente, por lo que es una idea interesante que puede tener impacto en el mercado de los chips. Finalmente un chip es otra manera de conservar un alimento haciéndolo disponible por más tiempo, sin necesidad de usar conservantes, con lo cual el producto sería una alternativa llamativa.

## **Objetivos**

### **General**

Desarrollar un chip de manzana mediante preconcentración osmótica y horneado industrial

### **Específicos**

Estandarizar la formulación del producto en base a sus componentes.

Elaborar un producto tipo chips atractivo para los consumidores.

Analizar el nivel de agrado y la fracturabilidad medida como crocancia.

Determinar la capacidad antioxidante total del producto final.

Estimar la vida útil del producto.

Elaborar un estudio de mercado para estimar el comportamiento del consumidor frente al producto desarrollado.



## 1. Desarrollo del Producto

El desarrollo del producto básicamente demandó el uso de las siguientes materias primas y procesos de producción:

### 1.1 Manzana Anna

Las manzanas pertenecen al género *Malus Miller* que está dentro de la sub-familia *Maloideae* de la familia *Rosaceae*. El género *Malus* se clasifica a su vez en varias ramas incluyendo muchas especies europeas y asiáticas como *M. sieversii* y *M. domestica*, las cuales tienen una fruta con cinco carpelos y en su mayoría cálices persistentes en el fruto. Todas las manzanas provienen del manzano (*Malus domestica*) el cual fue domesticado hace 15000 años y su origen puede ser en el Cáucaso y las orillas del mar Caspio (Ferre y Warrington, 2003). Existen más de mil especies dentro del género, como resultado de diferentes hibridaciones entre especies silvestres a lo largo de los tiempos (Ferre y Warrington, 2003).

En Europa y en China el cultivo del manzano se hizo muy popular en la antigüedad debido al clima frío y al aumento del consumo. El crecimiento poblacional, los viajes de mercaderes, las colonizaciones y el intercambio lograron extender su consumo y cultivo a varias regiones del planeta. Esto propició a que la manzana sea introducida en América entre los siglos XVI y XVII con la llegada de los colonizadores europeos. Los monjes españoles trajeron los primeros cultivos a Chile y a las misiones de California debido al clima de estas regiones. Otros europeos por su parte cultivaron manzanos en zonas templadas de la costa este de Estados Unidos y Canadá (Ferre y Warrington, 2003). Poco a poco el cultivo se fue extendiendo a la Patagonia y a las zonas frías de los Andes hasta llegar al Ecuador en tiempos de la colonia (MAGAP, 2009).

La planta del manzano alcanza entre 9 y 11 metros de altura, con una copa frondosa, con tronco recto que normalmente llega a medir de 2.0 a 2.5 metros de altura, la corteza está cubierta de lenticelas (tejido celular un poco cristalizado y duro), de textura lisa y bien adherida de color verdoso opaco sobre las ramas y gris pardo y escamoso sobre las partes viejas del árbol. Se considera que los árboles de manzano pueden tener una vida útil entre 60 y 80 años (Dorria *et al.*, 2010).

La variedad de manzana más resistente a climas no tan fríos, como los del invierno del hemisferio norte, es el cultivar Anna, que es un híbrido entre Red Hadassiya y Golden Delicious (Dorria *et al.*, 2010). La variedad fue desarrollada para que pueda ser cultivada en zonas del

mediterráneo oriental tales como Líbano, Israel y Egipto, las cuales no poseen climas muy fríos como los del norte de Europa propicios para la producción de manzana.

En el Ecuador las manzanas de mayor producción son las variedades Emilia y Anna. Luego de pruebas preliminares y tomando en cuenta la producción, la manzana Anna fue escogida para la elaboración del chip.

## 1.2 Sacarosa

La sacarosa es uno de los solutos utilizados en el proceso de preconcentración osmótica para la elaboración del chip. Es el disacárido más común, se lo conoce como azúcar, y se compone de glucosa y fructosa. El carbono aldehídico de la glucosa se une al cetónico de la fructosa, estableciendo un enlace glucosídico  $\beta(1,2)$  (Badui, 2006). La sacarosa está presente en casi todas las frutas, ciertos granos, leguminosas y raíces como la remolacha, que junto con la caña de azúcar, son los productos de donde se obtiene comercialmente el azúcar de mesa.

Este azúcar tiene un grado de solubilidad que está alrededor de 2:1 (2 kg de sacarosa se disuelven en 1 kg de agua) y un poder edulcorante del 100, siendo la sacarosa la referencia de la escala de dulzor (Gutiérrez, 2000). Estas características permiten que la sacarosa facilite el proceso de deshidratación de las rodajas de manzana.

## 1.3 Glucosa

Otro de los solutos utilizados en la deshidratación osmótica es la glucosa, la cual es el monosacárido más abundante de la naturaleza, presente en diferentes frutas como manzanas, peras, fresas y hortalizas como cebollas, pero dependiendo de la madurez del vegetal va a existir en mayor o menor cantidad. La glucosa que se emplea comercialmente en la elaboración de gran número de alimentos, se obtiene de la hidrólisis controlada del almidón. Para lograr obtener jarabe de glucosa, comercialmente se emplea la enzima *amiloglucosidasa*, también llamada glucoamilasa. Esta tiene la capacidad de hidrolizar los enlaces  $\alpha(1-4)$  y los  $\alpha(1-6)$  presentes en almidones. De esta forma genera  $\beta$ -glucosa, su acción a largo plazo puede causar la hidrólisis total del almidón, y de esta forma obtener jarabes de glucosa (Badui, 2006).

Además de su uso en alimentos, la glucosa se destaca como agente deshidratante en jarabes que se usan para sumergir frutas y conferir el dulzor deseado, y también por su capacidad deshidratadora en un medio osmótico (Manivannan y Rajasimman, 2008).

## 1.4 Ácido Cítrico

El ácido cítrico es un ácido orgánico muy común en naturaleza, ya que se lo encuentra en frutas, especialmente cítricos, a las que les confiere su acidez característica. Su fórmula química es  $C_6H_8O_7$  y un peso molecular de 192,12 g/mol. Se lo encuentra como subproducto del metabolismo de la mayoría de organismos en el ciclo de Krebs. La manera industrial para la obtención del ácido cítrico se la realiza por medio de subproductos cítricos, pero comúnmente mediante la fermentación de carbohidratos con *Aspergillus niger* o *Cándidas* pp. Comercialmente se lo encuentra como cristales monocínicos e inodoros, de sabor ácido y fácilmente soluble en agua. Se usa de manera industrial como secuestrador de iones metálicos, como antioxidante, para acelerar el curado de carnes y como saborizante dependiendo del resultado deseado en el producto final (Cubero y Monteferrer, 2002).

Los derivados del ácido cítrico más comunes son los citratos solubles: citrato de potasio y citrato de sodio. Otros, también importantes, son los ésteres: citratos de metilo, etilo, propilo, ésteres de glicerol y otros. Algunos ejemplos de los usos del ácido cítrico son:

- En caramelos, zumos de fruta, helados y mermeladas, como también productos con sabores a fruta (Cubero y Monteferrer, 2002).
- En margarinas el ácido cítrico es añadido como iniciador para la producción de metabolitos que participan en el aroma final de la margarina (Cubero y Monteferrer, 2002).
- En la fabricación de vino se lo usa para generar un ambiente ácido (pH de 3 a 4) y así garantizar el crecimiento de los microorganismos fermentativos (Cubero y Monteferrer, 2002).
- Retarda el pardeamiento de frutas y hortalizas al reducir el pH, bajo los valores necesarios para la oxidación enzimática. Además atrapa trazas de metales que puedan existir como hierro y cobre (Cubero y Monteferrer, 2002).
- Retarda el pardeamiento de mariscos al reducir el pH de 6 a 5.8 (Hernandez, 2010).
- En grasas y aceites se lo utiliza en bajas concentraciones para prevenir enranciamiento al inactivar trazas metálicas de hierro y cobre (Cubero y Monteferrer, 2002).

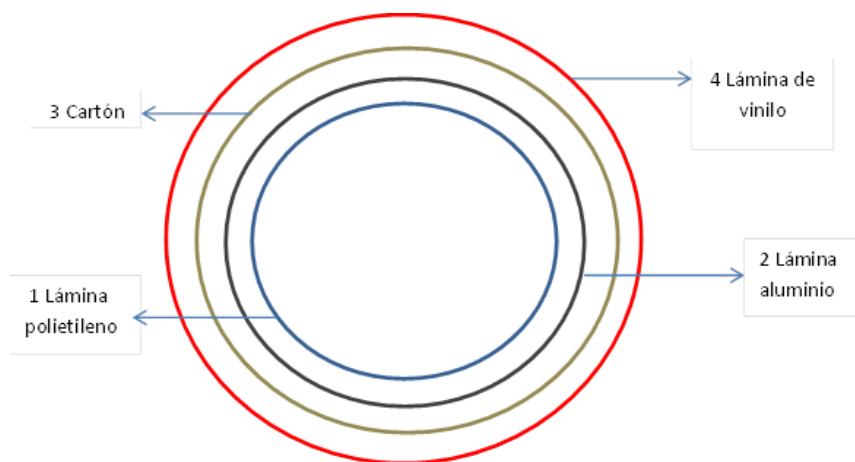
## 1.5 Envase

El envase está compuesto por un tubo de cartón recubierto internamente por una lámina de aluminio flexible, polietileno y externamente por una lámina de vinilo donde se encuentra los detalles del producto, y sellados con una tapa metalizada flexible y otra de PEBD.

Especificaciones del envase:

El envase tiene las siguientes dimensiones externas: 11,4 cm de alto, 7,0 cm de diámetro, 23,4 cm de contorno de forma. El volumen interior del empaque es de 438,7 cm<sup>3</sup>. El envase presenta 3 capas de recubrimiento y una lámina final donde se encuentra la imagen del producto (Figura 1), esto facilita la estabilidad de los chips, debido a que estos materiales protegen al producto durante el almacenamiento y comercialización. A continuación se detalla las capas del empaque de adentro hacia afuera:

Figura 1. Composición del envase



1. Lámina de polietileno: presenta propiedades tales como: brillo, resistencia y rigidez, es idóneo para estar en contacto directo con alimentos porque no tiene olor ni sabor que se pueda desprender y actúa como barrera para evitar ingreso de gases y humedad al producto.
2. Lámina de aluminio: evita la transferencia de vapor, de luz, de sabor y olor, como también es una barrera para el intercambio de calor del ambiente hacia el producto.
3. Cartón: brinda resistencia mecánica, evitando que el producto se aplaste o rompa durante el transporte. Además impide la entrada de luz al producto. Mediante extrusión se le puede añadir una capa de plástico directamente sobre el cartón, para evitar el paso de agua y la grasa. Otra posibilidad es añadir al cartón un laminado de papel de aluminio o poliéster metalizado para darle un acabado metálico. Además el uso de cartón es atractivo para el consumidor. (Giovannetti, 1995).

Propiedades físicas del cartón usado:

Gramaje: 308,275 g/m<sup>2</sup>, grosor de 0,98 mm.(Fernández, 2003)

4. La lamina superficial de vinilo es donde se encuentra la información al consumidor, consta de las siguientes partes establecidas por la norma de rotulado INEN 1334:
- Nombre
  - Ingredientes
  - Contenido neto
  - Fabricante
  - Lugar de fabricación
  - Lote
  - Forma de almacenamiento: mantener en lugar fresco y seco

Además, el envase cuenta con una tapa metalizada de polietileno de baja densidad (PEBD) la cual evita el ingreso de oxígeno y humedad al producto, como también de luz. La composición de la tapa metalizada es: tereftalato de polietileno (PET), polipropileno bi-orientado (BOPP). Estos dos componentes combinados tienen buena resistencia química, son una barrera ante el CO<sup>2</sup>, O<sup>2</sup>, luz y agua.

La tapa de PEBD evita la ruptura de la capa anterior, como también brinda una barrera más que protege al alimento de los gases y la transferencia de calor.

## **1.6 Descripción de los Procesos de Elaboración**

### **1.6.1 Preconcentración Osmótica**

Es una técnica de deshidratación parcial de alimentos que consiste en la inmersión de los mismos en soluciones acuosas de solutos (azúcares y/o sales) de alta presión osmótica. La deshidratación osmótica es usada como un pre tratamiento para muchos procesos que pretenden mantener las características nutricionales, sensoriales y funcionales de un alimento sin alterar su integridad (Alzamora y Tapia, 2000). Generalmente precede a procesos como congelación, liofilización, secado a presión o secado con aire, entre otros. El proceso a su vez incrementa la concentración de azúcar y ácido en el producto, mejora la textura y estabilidad de los pigmentos durante el secado y almacenamiento, además, reduce la actividad de agua evitando el riesgo de una posible contaminación por microorganismos (Manivannan y Rajasimman, 2008).

Básicamente el proceso requiere de la interacción de una membrana semipermeable entre el medio y el interior del alimento mediante la cual se presenta la difusión de agua al medio y el transporte del soluto al alimento. Por otro lado, hay una lixiviación parcial de los componentes del

alimento hacia la solución, por lo que la preconcentración osmótica presenta dos procesos simultáneos en contracorriente. El movimiento de agua desde el alimento hacia la solución hipertónica, en el que se pueden arrastrar algunos componentes disueltos del alimento junto con el agua extraída y, la impregnación del alimento con los solutos que provienen de la solución. (Chauhan *et al.*, 2010).

El proceso se caracteriza por presentar dos etapas físico-químicas: una dinámica y otra en equilibrio. En la etapa dinámica las velocidades de transferencia de materia disminuyen hasta que se alcanza el equilibrio. El proceso osmótico termina cuando se alcanza este equilibrio, es decir, cuando la velocidad neta de transporte de materia se anula. El agua se elimina principalmente por difusión y flujo capilar, mientras que la ganancia de sólidos en el alimento con los solutos y la lixiviación de los componentes del alimento se producen solamente por difusión (Manivannan y Rajasimman, 2008). El propósito principal es eliminar la mayor cantidad de agua existente dentro del alimento, tomando en cuenta la cantidad de sólidos que se ganan en el proceso.

### **1.6.2 Horneado Industrial**

El horneado industrial es un método de cocción en el que se reduce drásticamente la humedad, además realza el sabor dulce y confiere características físicas de textura. (Pitchford, 2007). La mayoría de hornos industriales que se encuentran disponibles en el mercado utilizan el método de transferencia de calor por convección en el cual, la ventilación forzada acelera el proceso haciendo pasar mayor volumen de aire caliente por unidad de tiempo. Además, las paredes calientes del horno y las resistencias eléctricas o llama de gas, emiten radiación, lo que coce o seca las superficies directamente expuestas. El recipiente en el que se coloca el producto transmite a su vez calor por conducción, lo que también contribuye a que el alimento reciba calor. (Hernández, 2003).

El ventilador en el interior de un horno genera convección del aire desde el exterior al interior del horno. Los hornos de mayor calidad incluyen un tercer elemento de calentamiento cerca del ventilador para asegurar que el aire soplado esté a la temperatura deseada.

Al usar hornos por convección se obtienen varias ventajas que favorecen el resultado final de los productos sometidos a este proceso, como por ejemplo:

- No tienen puntos calientes, que son típicos en los hornos convencionales.

- Además de distribuir uniformemente el calor, el movimiento constante del aire en el interior del horno permite cocinar varios elementos con formas irregulares.
- Los hornos por convección también requieren menores temperaturas de cocción que los hornos convencionales, así como menos tiempo de cocción o secado ya que el alimento se cocina más rápido, el ahorro de tiempo está estimado en un 25% (Middleton, 2010).

## 2. Diseño Experimental

### 2.1 Objetivo del Diseño

Estudiar el efecto de los factores soluto y temperatura de preconcentración osmótica en el desarrollo de chips de manzana.

El diseño fue completamente al azar con arreglo factorial  $3^2$  de dos factores y tres niveles dentro de cada factor con 3 repeticiones (27 unidades experimentales). El análisis de datos se realizó mediante el análisis de varianza (ANOVA) y con una prueba Tukey de separación de medias.

### 2.2 Factores y Niveles de Estudio

En la Tabla 1 se muestran los factores y sus niveles. La concentración y tipo de soluto se escogieron de acuerdo a estudios preliminares en los que se observó que un jarabe al 50% de solutos era la concentración óptima para deshidratar osmóticamente las rodajas de manzana. Los solutos escogidos fueron sacarosa, glucosa y su combinación ya que se trata del desarrollo de un producto dulce, y también por su fácil disponibilidad y bajo costo.

Tabla 1. Factores y niveles del arreglo factorial

<b>Tratamiento</b>	<b>Factor I</b> Concentración de Solutos	<b>Factor II</b> Temperatura de Preconcentración
A	50% Sacarosa	4°C
B	50% Sacarosa	20°C
C	50% Sacarosa	50°C
D	50% Glucosa	4°C
E	50% Glucosa	20°C
F	50% Glucosa	50°C
G	25% Sacarosa - 25% Glucosa	4°C
H	25% Sacarosa - 25% Glucosa	20°C
I	25% Sacarosa - 25% Glucosa	50°C

El tiempo de preconcentración de 2 h, la temperatura de horneado a 115 °C y el tiempo de horneado de 15 minutos fueron constantes para todos los tratamientos. Según Chauhan *et al.*, (2005) el tiempo óptimo de deshidratación osmótica para manzanas con un diámetro inferior a 5mm es de 3 horas. La temperatura de horneado y el tiempo se establecieron en pruebas preliminares en que las manzanas fueron horneadas a 100, 115 y 130 °C durante 15 y 30 minutos hasta obtener un producto crocante, no caramelizado, no pardeado o quemado.



## 2.3 Elaboración de Prototipos

Se adquirieron manzanas de la variedad Ana (Puembo, cantón Quito). Las manzanas fueron lavadas con agua potable para eliminar impurezas grandes por arrastre. Luego se sumergieron en un baño con agua con una concentración de cloro activo de 20 ppm durante 5 minutos, para reducir su carga microbiana, transcurrido ese tiempo fueron enjuagadas con agua potable. Simultáneamente se prepararon tres jarabes para la preconcentración osmótica: 50% Sacarosa, 50% Glucosa y una mezcla 25% Sacarosa y 25% Glucosa (p/p). Estos jarabes además tenían 0,5% de ácido cítrico como regulador de pH. Las manzanas se cortaron en una rebanadora en rodajas de 2 mm y se deshidrataron en los distintos jarabes durante 2 horas a diferentes temperaturas (4, 20 y 50 °C) de acuerdo a ensayos preliminares. Luego de la deshidratación osmótica las manzanas se retiraron del jarabe eliminando el exceso de líquido por centrifugación (600 r.p.m por 30 segundos) y fueron colocadas en bandejas de aluminio. A continuación fueron horneadas a 115 °C por 15 minutos. Una vez transcurrido ese tiempo, las bandejas se retiraron del horno, la fruta fue enfriada a temperatura ambiente y envasada herméticamente.

## 2.4 Variables de Respuesta

En la Tabla 2 se presentan las tres variables de respuesta, los métodos AOAC usados para su determinación y las especificaciones manejadas como referencia.

Tabla 2. Descripción de las variables de respuesta.

Variable	Método	Referencia	Especificación
Humedad*	AOAC 925.10 (Estufa)	Norma INEN 60 Snacks- Bocadoitos (2012)	< 5%
Azúcares Totales*	AOAC 923.09 (Titulación Lane y Eynon)	Chauhan <i>et al.</i> , 2010, Flink y Lenart, 1984 y Hosahalli y Ramaswamy, 2006	43-50%
Acidez*	AOAC 942.75 (Acidez Titulable)	Joshin <i>et al.</i> , 2011 y Prueba Sensorial 2AFC.	< 3,5%

\*Contenido en g/100g. base seca (b.s.)

## 2.5 Resultados

### 2.5.1 Contenido de Humedad

El análisis de varianza (ANOVA) se presenta en la Tabla 3 y muestra que hubo diferencia significativa entre los tratamientos. Asimismo, el tipo de soluto y la temperatura de preconcentración tuvieron un efecto significativo en el contenido de humedad de los tratamientos. Además, el efecto de los factores fue dependiente ya que su interacción fue significativa porque la temperatura y los solutos influyeron tanto por separado como en conjunto sobre la humedad.

Tabla 3. Análisis de varianza ANOVA del contenido de humedad de los tratamientos

Fuente de Variación	GL	SC	CM	FC	FT
TOTAL	26	286.548	11.021		
TRATAMIENTOS	8	275.497	34.437	56.093*	2.51
SOLUTOS (X)	2	31.928	15.964	26.003*	3.55
TEMPERATURA (Y)	2	226.685	113.343	184.618*	3.55
INTERACCIÓN XY	4	16.884	4.221	6.875*	2.93
ERROR	18	11.051	0.614		

\*Significativo al 5% de probabilidad por la prueba F.

En la Tabla 4 se presenta el contenido de humedad final de los tratamientos. Los resultados de la variable ampliados se encuentran en el Anexo 1.

Tabla 4. Contenido de humedad final de los tratamientos (media  $\pm$  desviación estandar)

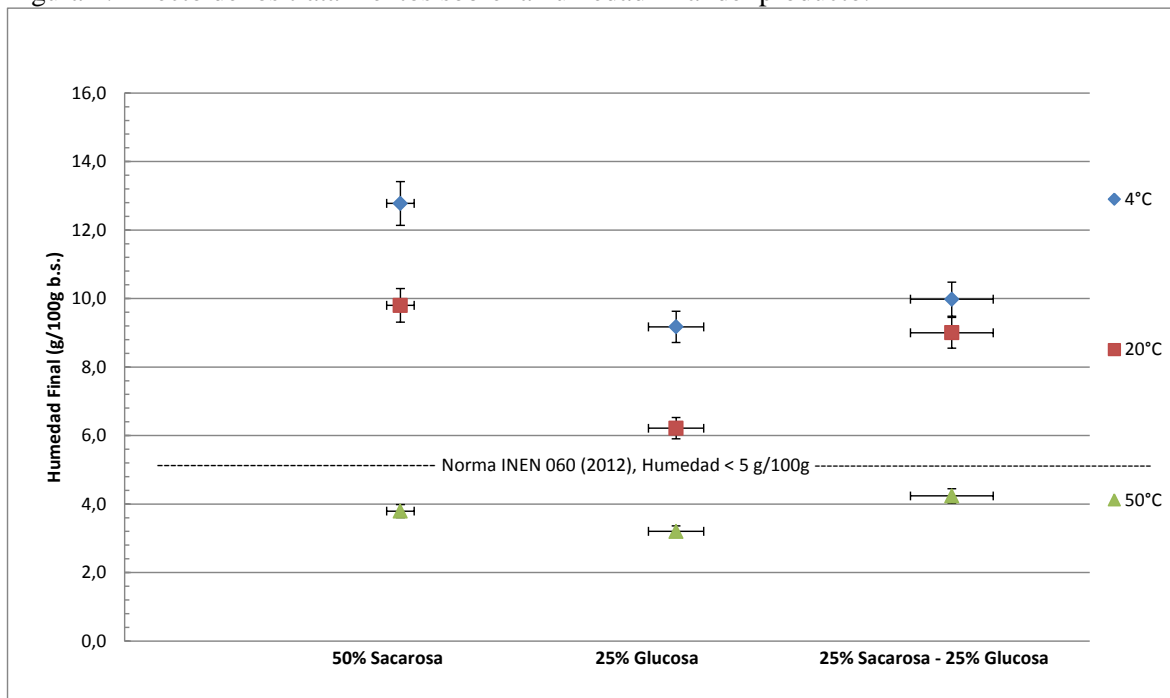
Tratamiento	Humedad (g/100g b.s.)
D	12.8a $\pm$ 0,4
H	9.9b $\pm$ 1,2
E	9.8 b $\pm$ 0,5
A	9.8 b $\pm$ 1,1
G	9.1 b $\pm$ 1,1
B	6.2 c $\pm$ 0,5
F	4.2 d $\pm$ 0,4
I	3.8d $\pm$ 0,4
C	3.2 d $\pm$ 0,6

Medias seguidas por las mismas letras no difieren entre sí al 5% de probabilidad por la prueba Tukey.

Como se observa en la Tabla 4 y en el Figura 2, los prototipos que fueron deshidratados osmóticamente a 50°C presentaron el menor contenido de humedad siendo estadísticamente iguales entre sí y diferentes estadísticamente a todos los otros tratamientos. Además, fueron los únicos que cumplieron con la especificación de la norma INEN 060 que indica que los chips deben tener un

porcentaje de humedad inferior al 5%. Con las otras temperaturas se obtuvieron contenidos de humedad entre 6,2 y 12,7 g/100g en base seca (b.s.) por lo tanto fueron descartados del análisis.

Figura 2. Efecto de los tratamientos sobre la humedad final del producto.



La razón por la cual la temperatura y composición del jarabe afectan la humedad del producto puede deberse a cambios en la viscosidad del jarabe. En estudios realizados por Azarpazhooh y Ramaswamy (2010), se observó que conforme aumenta la temperatura de preconcentración disminuye la viscosidad del jarabe facilitando la difusión de los azúcares durante la ósmosis; disminuye el contenido de agua y aumenta los sólidos en el producto (Figuras 3 y 4). El tratamiento 50% Sacarosa a 50°C tiene una viscosidad de 0,00630 Pas.s producto de la alta temperatura y permitió obtener menor contenido de humedad final.

Figura 3. Viscosidad jarabe vs temperatura preconcentración

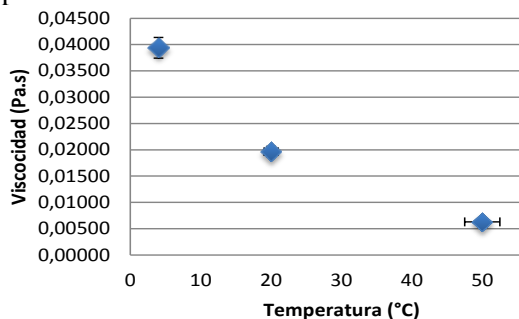
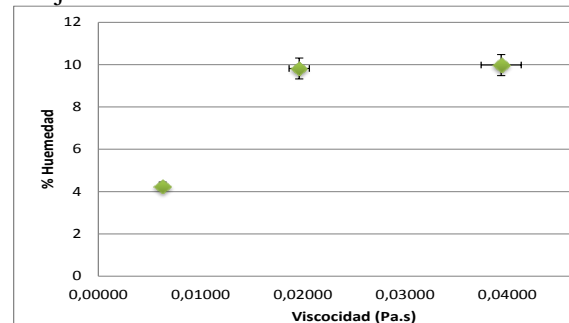


Figura 4. % Humedad del chip vs viscosidad del jarabe



La influencia de los solutos en los jarabes a 50°C fue determinada mediante el porcentaje de ganancia de sólidos y el porcentaje de pérdida de agua a través de las siguientes ecuaciones (Chauhan *et al.*, 2010):

$$\text{Ecuación (1) Pérdida de Peso } (W_r) = (W_0 - W_t)$$

$$\text{Ecuación (2) Ganancia de Sólidos después de deshidratación osmótica } (SG) = (S_t - S_0)$$

$$\text{Ecuación (3) Pérdida de Agua} = \text{Pérdida de Peso} + \text{Ganancia de Sólidos}$$

$$\text{Ecuación (4) Pérdida de Agua (\%)} = \frac{(W_0 - W_t) + (S_t - S_0)}{W_0} \times 100$$

$$\text{Ecuación (5) Ganancia de Sólidos (\%)} = \frac{(S_t - S_0)}{W_0} \times 100$$

Donde  $W_0$  fue peso inicial de la muestra en gramos,  $W_t$  fue peso b.s. de las rodajas de manzana después de la deshidratación osmótica durante un tiempo,  $S_0$  fue peso inicial de sólidos en base seca de las rodajas y  $S_t$  fue el peso de sólidos en base seca luego de la deshidratación osmótica durante el tiempo.

Cómo se observa en la Tabla 5 el tratamiento glucosa 50% produjo la mayor ganancia de sólidos, seguido de la mezcla y por último la sacarosa. Con respecto a la pérdida de agua la mezcla de solutos tuvo un mayor porcentaje seguido de la sacarosa.

Tabla 5. Propiedades de los jarabes a 50°C (medias  $\pm$  desviación estándar)

Parámetro	Sacarosa	Glucosa	Mezcla
Ganancia de Sólidos (%)*	38,2 $\pm$ 0,7	44,9 $\pm$ 0,9	43,6 $\pm$ 1,0
Pérdida de Agua (%)*	39,6 $\pm$ 0,3	37,9 $\pm$ 1,1	40,6 $\pm$ 0,8
Humedad Final (%)**	4,2 $\pm$ 0,4	3,2 $\pm$ 0,6	3,8 $\pm$ 0,4

\* Luego de la deshidratación osmótica

\*\* Luego de la deshidratación osmótica y el horneado

El jarabe conteniendo glucosa al 50% facilitó la ganancia de sólidos. Este fenómeno podría ser atribuido a la menor masa molecular que presenta la glucosa (180 g/mol) frente a la sacarosa (342 g/mol) favoreciendo la difusión de la glucosa. Por otro lado, la glucosa en el interior de la célula ligaría más agua (Chauhan *et al.*, 2010). Adicionalmente, al ingresar más glucosa a las células disminuye su contenido en la solución, reduciendo la presión osmótica y la gradiente de concentración. El efecto neto fue menor salida de agua de las células de la manzana a la solución. Esto explicaría por qué los tratamientos con glucosa tuvieron menor porcentaje de pérdida de agua frente a los demás

tratamientos; en cambio los jarabes con sacarosa o la mezcla, 25% sacarosa y 25% glucosa, favorecieron la pérdida de agua debido a que por su mayor masa molecular generaron una respuesta opuesta a la de la glucosa. Por lo tanto, el mejor tratamiento fue aquel compuesto de la mezcla 25% sacarosa y 25% glucosa, ya que este favoreció tanto la ganancia de sólidos como la pérdida de agua. Sin embargo la prueba Tukey mostró que el contenido de humedad de los tres tratamientos a 50°C con diferentes solutos fue estadísticamente igual.

## 2.5.2 Contenido de Azúcares

El análisis de varianza (ANOVA) se presenta en la Tabla 6 y muestra que los factores tuvieron un efecto significativo en el contenido de azúcares totales de los tratamientos. Además, existió diferencia significativa entre los tratamientos. El efecto de los factores fue independiente porque la interacción no fue significativa. Los solutos y la temperatura influyeron por separado en el contenido de azúcares.

Tabla 6. Análisis de varianza ANOVA del contenido de azúcares totales de los tratamientos

Fuente de Variación	GL	SC	CM	FC	FT
TOTAL	26	2992,019	115,078		
TRATAMIENTOS	8	2972,695	371,587	346,117*	2,51
SOLUTOS (X)	2	2953,623	1476,811	1375,584*	3,55
TEMPERATURA (Y)	2	18,397	9,198	8,568*	3,55
INTERACCIÓN XY	4	0,675	0,169	0,157 <sup>n.s.</sup>	2,93
ERROR	18	19,325	1,074		

\*Significativo al 5% de probabilidad por la prueba F.

n.s. No significativo al 5% de probabilidad por la prueba F.

Como se observa en la Tabla 7 el contenido de azúcares totales de los tratamientos fue altamente influenciado por el tipo de soluto.

Tabla 7. Contenido final de azúcares totales

Tratamiento	Soluto	°C	% Azúcares Totales*
C	50% Sacarosa	50	59,86 a ± 0,4
A	50% Sacarosa	4	58,55 a ± 1,1
B	50% Sacarosa	20	58,30 a ± 1,0
I	25% Sacarosa-25% Glucosa	50	47,13 b ± 0,3
G	25% Sacarosa-25% Glucosa	4	45,25 b ± 0,6
H	25% Sacarosa-25% Glucosa	20	44,72 b ± 0,5
F	50% Glucosa	50	34,36c ± 1,8
D	50% Glucosa	4	32,80c ± 1,0
E	50% Glucosa	20	32,69c ± 1,1

\*Medias seguidas por las mismas letras no difieren entre sí al 5% de probabilidad por la prueba de Tukey

Para determinar el contenido ideal de azúcares en los chips de manzana no existe una especificación en la norma INEN. Por lo tanto, se estableció de acuerdo a lo observado durante la experimentación y a la información bibliográfica sobre el tipo de soluto.

Durante el desarrollo de los prototipos se observó que los tratamientos deshidratados en el jarabe de 50% sacarosa presentaban una capa superficial brillante lo cual es un indicio de cristalización, además fue muy difícil su manipulación ya que se pegaban entre sí y sobre las bandejas en las que eran horneados, produciendo alta cantidad de mermas debido a su fácil rompimiento. Este fenómeno de cristalización se debería a que la sacarosa durante la preconcentración penetra en muy bajas cantidades y apenas de 0,5 a 1 mm al interior (Flink y Lenart, 1984).

La captación de azúcar “resulta en la formación de una capa superficial de alto contenido de azúcares que interfiere en los gradientes de concentración permitiendo la rápida salida de agua en el inicio y bloqueando la ganancia de sólidos” (Hawkes y Flink, 1978). Esta pérdida rápida de humedad y la poca captación de azúcares que se da en la superficie produce según Hosahalli y Ramaswamy (2006) cambios estructurales tales como encogimiento, colapso de las células superficiales y un alto índice de fracturabilidad que sumados a la cristalización durante el horneado no generan un producto de buena calidad. Además su contenido de azúcar es alto (58,9 g/100g b.h.) por los azúcares de la capa exterior cristalizada.

Por otro lado, la glucosa presentó una buena penetración de sólidos durante la ósmosis y produjo chips con un contenido de humedad permitido por la norma, < 5 g/100g (Norma INEN 1334-2-1:2011). Sin embargo, los chips pre concentrados en 50% glucosa tuvieron el menor contenido de azúcares totales (33,38% de media) que sumado al bajo grado de dulzor de la glucosa (74/100) producen según Chauhan *et al.*,(2010) en el caso de frutas ácidas, productos deshidratados que resultarían poco atractivos para el consumidor debido a su escaso sabor.

La combinación de los dos solutos produjo chips con un contenido de azúcar medio del 45,7%, sin la presencia de cristalización, fusionando las propiedades osmóticas de la sacarosa y la glucosa y potenciando el dulzor de esta última. Por lo tanto, el mejor contenido de azúcares resultó de la combinación de solutos de los tratamientos G, H e I.

### 2.5.3 Contenido de Acidez.

El análisis de varianza (ANOVA) se presenta en la Tabla 8 y muestra que existieron diferencias significativas entre los tratamientos. El contenido de acidez de estos fue influenciado estadísticamente por el tipo de soluto y la temperatura de preconcentración. Sin embargo, el efecto de la interacción no fue significativa porque los solutos y las temperaturas influyeron por separado y no en conjunto.

Tabla 8. Análisis de varianza ANOVA del contenido acidez de los tratamientos

Fuente de Variación	GL	SC	CM	FC	FT
TOTAL	26	16.493	0.634		
TRATAMIENTOS	8	14.913	1.864	21.421*	2,51
SOLUTOS (X)	2	1.075	0.537	6.124*	3,55
TEMPERATURA (Y)	2	13.220	6.610	75.316*	3,55
INTERACCIÓN XY	4	0.618	0.155	1.761 <sup>n.s.</sup>	2,93
ERROR	18	1.580	0.088		

\*Significativo al 5% de probabilidad por la prueba F.

n.s. No significativo al 5% de probabilidad por la prueba F.

Como se evidencia en la Tabla 9 el contenido de acidez fue altamente influenciado por la temperatura de preconcentración. Los tratamientos C, F e I fueron preconcentrados a 50°C y son los que presentaron el menor contenido de acidez. Al ser estadísticamente iguales entre sí y diferentes a los otros tratamientos, se confirmó que no existió un efecto de la interacción de los factores sobre el contenido de acidez.

De acuerdo con Joshi *et al.* (2011) un nivel de acidez bajo equilibra el dulzor sin que el producto llegue a ser considerado como un snack ácido entre los consumidores

Tabla 9. Contenido de acidez de los tratamientos

Tratamiento	% Ácido Máfico (g/100g)
G	5.0 a ± 0,3
E	4.6 ab ± 0,1
H	4.5 ab ± 0,5
D	4.4 ab ± 0,2
A	4.2 ab ± 0,2
B	4.2 b ± 0,2
I	3.1 c ± 0,3
F	3.0 c ± 0,1
C	2.8 c ± 0,2

Medias seguidas por las mismas letras no difieren entre sí al 5% de probabilidad de la prueba Tukey.

El producto tratado a 50°C tendría menor contenido de acidez porque la cantidad de ácido málico lixiviado de la manzana y la concentración de ácido cítrico utilizado como regulador de pH

disminuyen facilitando la formación de azúcar invertido durante la preconcentración debido a la alta temperatura.

Complementariamente, para determinar si el menor contenido de acidez era perceptible por los consumidores se realizó una prueba sensorial de elección forzada 2 AFC (Two Alternative Forced Choice). Como existieron 2 grupos de tratamientos estadísticamente iguales se escogió una prueba que involucró únicamente una muestra de cada grupo. En la Figura 5 se presenta el formulario que llenaron los “64 jueces que requiere la prueba 2AFC para tener un 80% de poder” (Heymann y Lawless, 2010).

Figura 5. Prueba 2AFC

De las muestras que se le presentan a continuación pruebe de izquierda a derecha y marque con una X la muestra que considere MENOS ÁCIDA.	
757 <input type="checkbox"/>	321 <input type="checkbox"/>

Las muestras (757 y 321) fueron los tratamientos H e I preconcentrados en la mezcla de 25% sacarosa y 25% glucosa a 20 y 50 °C, para evitar el sesgo que se podría presentar si es que las muestras procedían de distintos azúcares de preconcentración ya que “el equilibrio ácido-dulce percibido en la lengua es alterado de acuerdo al tipo y cantidad de azúcar y ácido” (Olivas-Gastelum *et al.*, 2009).

De las 64 respuestas, 47 escogieron a la muestra 321 como la de menor acidez, 15 escogieron la muestra 757 como de mayor acidez y dos respuestas fueron eliminadas porque no detectaron diferencias. De acuerdo a estadística binomial, 40 es el número mínimo de juicios coincidentes con un alfa de 5% necesarias para detectar diferencias. Por lo tanto, el tratamiento I (muestra 321) es la muestra con menor contenido de acidez que si fue detectado por los jueces. Al ser I estadísticamente igual que los tratamientos C y F los tres presentan el contenido ideal de acidez



## 2.6 Ponderación

Las variables de respuesta fueron clasificadas por su importancia entorno a las características y producción del producto final. El contenido de humedad fue la más importante al momento de elaborar un producto tipo chip ya que influye directamente sobre la vida útil, la crocancia y el nivel de agrado del consumidor (Joshi *et al.*, 2011). Después está el contenido de azúcares que influye en el sabor y en las condiciones de producción ya que genera cristalización y mermas. Finalmente la acidez que complementa las características sensoriales que se esperan en el producto final. En la tabla 10 se presentan los resultados obtenidos, el tratamiento preconcentrado en la mezcla de 25% sacarosa y 25% glucosa a 50°C fue el único que cumplió con todas las especificaciones establecidas y fue el mejor prototipo.

Tabla 10. Tabla de ponderación

Prototipos			Variables			Total
			% Humedad	% Azúcares	% Acidez	
			Importancia 3	Importancia 2	Importancia 1	
[Solutos]	Temperatura	Tratamiento	Bajo	Medio	Baja	
50% Sacarosa	4°C	A	0	0	0	0
50% Sacarosa	20°C	B	0	0	0	0
50% Sacarosa	50°C	C	3	0	1	4
25% Glucosa	4°C	D	0	0	0	0
25% Glucosa	20°C	E	0	0	0	0
25% Glucosa	50°C	F	3	0	1	4
25% Sac - 25% Glu	4°C	G	0	2	0	2
25% Sac - 25% Glu	20°C	H	0	2	0	2
<b>25% Sac - 25% Glu</b>	<b>50°C</b>	<b>I</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>6</b>

### 3. Análisis Sensorial

#### 3.1 Prueba de Nivel de Agrado

Considerando que “las pruebas de nivel de agrado presentan a los jueces una descripción verbal de la sensación que les produce la muestra” (Angulo y O’Mahony, 2009). Considerando además, que la prueba afectiva expresa la reacción subjetiva del juez ante el producto, indicando si le gusta o le disgusta, si lo acepta o lo rechaza, si lo prefiere a otro o no (Fortín y Desplancke, 2001), se llevó a cabo una prueba de nivel de agrado para conocer la apreciación de los posibles consumidores acerca del producto desarrollado.

De acuerdo con Anzaldúa (1994) el grupo de jueces para una prueba de nivel de agrado debe estar comprendido entre 35 y 70 personas si únicamente se analiza una muestra sin comparación. Según Lawless (1999) se requiere del número máximo de evaluadores dentro del rango para considerar los resultados como representativos de las tendencias de los gustos de la población o mercado. Por lo tanto, se realizó la prueba a 70 jueces de ambos sexos entre 15 y 65 años.

La prueba fue llevada a cabo en los centros comerciales el Bosque y Quicentro Sur durante el fin de semana (8 y 9 Diciembre, 2012). A los jueces se les presentó una muestra que contenía 5 chips de manzana y un formulario (Figura 6) en el cual debían marcar la opción que mejor represente su agrado frente al producto.

Figura 6. Formulario prueba de nivel de agrado

Edad:	Sexo:
Instrucciones.	
Por favor pruebe la muestras 561 de chips de manzana que se le presenta e indique su agrado marcando con una X dentro de la siguiente escala.	
1. Me disgusta muchísimo	----
2. Me disgusta mucho	----
3. Me disgusta	----
4. Me disgusta ligeramente	----
5. Ni me gusta ni me disgusta	----
6. Me gusta ligeramente	----
7. Me gusta	----
8. Me gusta mucho	----
9. Me gusta muchísimo	----
Estaría dispuesto a comprar este producto: SI ---- NO---- Dependería del precio ----	

Los resultados de la prueba (Anexo 4) indicaron que el 54% de las respuestas eligieron *me gusta mucho*, seguido de un 27% por *me gusta* y finalmente con un 9% la opción *me gusta muchísimo*, por lo tanto el producto tiene un nivel de agrado alto (8/9) frente a los potenciales consumidores ya que apenas el 7% de las respuestas de los jueces fueron negativas. En la Figura 7 se observan el número de respuestas de los jueces para cada nivel de agrado de la escala.

Figura 7. Resultados de la prueba de nivel de agrado



La prueba también arrojó una idea preliminar de intención de compra por parte de los posibles consumidores. La Figura 8 muestra que el 67% de los jueces escogieron que sí comprarían el producto, el 27% dependería del precio y el 6% no lo compraría. Aunque el dato no fue representativo de toda la población de posibles consumidores si proporcionó indicios de que si existe intención de compra por parte de los consumidores.

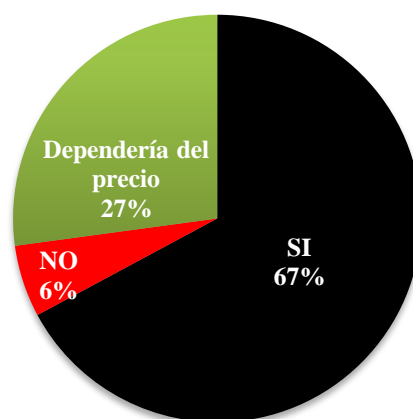


Figura 8. Intención de compra inicial del producto

### 3.2 Análisis de Textura: Nivel de Crocancia de los Chips de Manzana

Como parte del análisis sensorial de los chips de manzana desarrollados, se realizó un análisis de textura para determinar el nivel de crocancia medido como la fracturabilidad. Para esto se utilizó una prueba con patrones de comparación. “El uso de patrones del atributo genera en los jueces una percepción muy clara con respecto a que deben comparar y medir convirtiéndolos en jueces semi-entrenados, por lo tanto la sensibilidad y efectividad de la prueba es alta” (Kowalska *et al.*, 2010). Para la prueba se utilizaron 15 jueces “semi-entrenados”, según Kowalksa *et al.*, dada la efectividad de la prueba el panel de jueces puede ser pequeño y podría estar comprendido entre 9 y 15 jueces (2010).

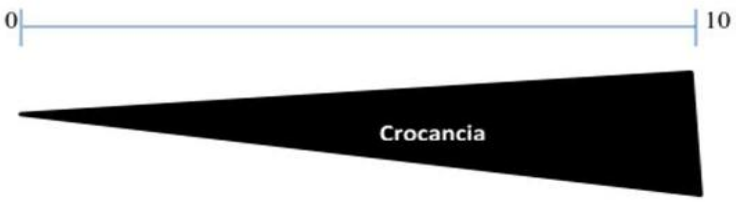
Los patrones utilizados en la prueba fueron, un chip comercial de papa (Frito Lay) que debía ser identificado como el más crocante y una rebanada de piña deshidratada (Solram) identificada como la menos crocante. Los jueces debían marcar sobre una línea de 10 cm que contenía el formulario el nivel de crocancia, tomando en cuenta los patrones. El nivel de crocancia mayor sería 10 y corresponde al chip de papa y el menor 0 y sería la piña deshidratada.

Figura 9. Formulario prueba nivel de crocancia

Muerda la papa frita e identifíquela como la más crocante, muerda la piña deshidratada e identifíquela como la menos crocante.

Evalúe la crocancia de la muestra de chip de manzana que se le presenta. Marque con una línea vertical sobre la escala, en el punto que mejor describa el atributo analizado.

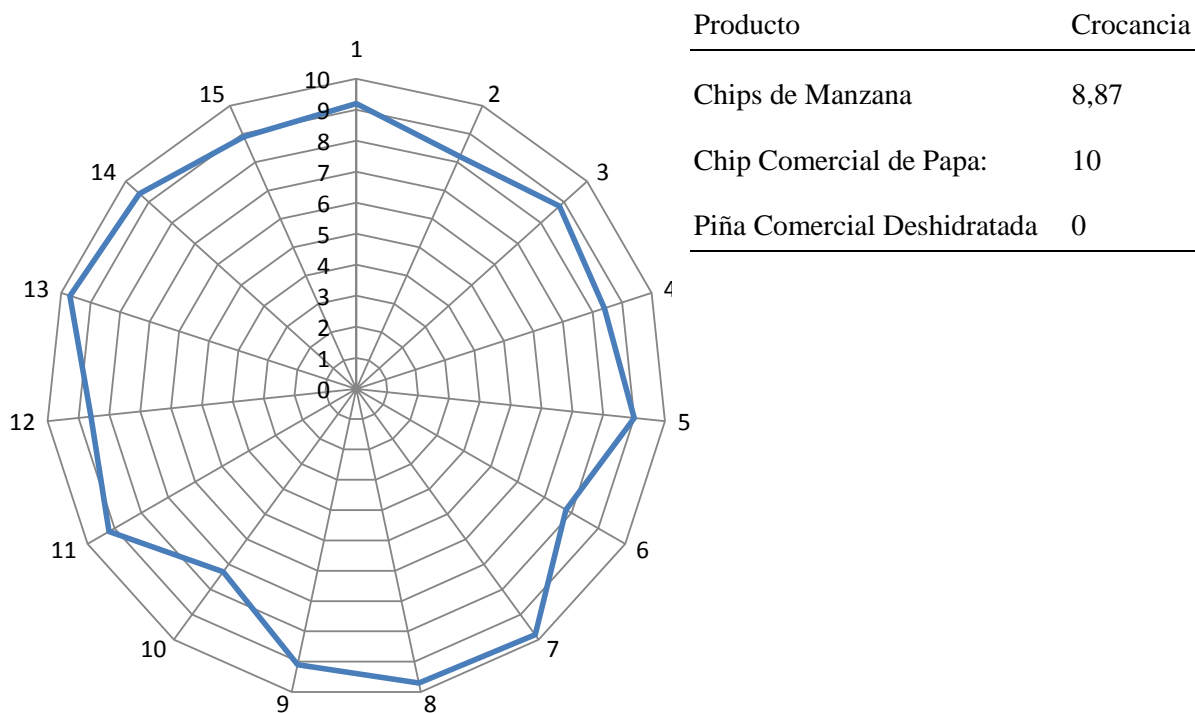
Muestra 804



Para cuantificar las respuestas de los jueces se midió la distancia en centímetros que cada uno marcó, se obtuvo la media y desviación estándar para obtener el nivel de crocancia del chip y observar la dispersión de los datos. Además se realizó un diagrama radial con las respuestas y los jueces para de esta forma observar gráficamente la efectividad de la prueba y la sensibilidad de los jueces.

La prueba arrojó 15 respuestas (Anexo 5) y se obtuvo un nivel de crocancia medio de 8,9, se evidenció una desviación estándar muy baja (0,7). Además, las respuestas de los jueces fueron coherentes y mantuvieron una tendencia, tal cual como se puede ver en el Figura 10. Estos resultados muestran que esta prueba puede ser utilizada para evaluar crocancia.

Figura 10. Niveles de crocancia de los chips de manzana identificados por cada juez.



Los resultados de la prueba evidencian que los chips de manzana tienen alta crocancia, lo cual es deseado en un producto tipo chip ya que potencia su atractivo entre los consumidores. El producto posee una crocancia muy cercana a la de los chips comerciales de papa obtenidos por fritura. Esta crocancia está directamente relacionada con la humedad final del producto que es conseguida en este caso con el horneado industrial. De esta forma se cumple una de las características que deben poseer los productos tipo chip a ser comercializados y aunque no está implícita en la norma es un requisito entre los consumidores.

## 4. Producto Final

### 4.1 Formulación

En la Tabla 11 se muestra una formulación proximal para procesar 5000 g de manzana Anna.

Tabla 11. Materias primas

Materia Prima	Cantidad (g)
Manzana Anna	5075
Sacarosa	3412,5
Glucosa	3412,5
Agua	6825
Ácido Cítrico	65

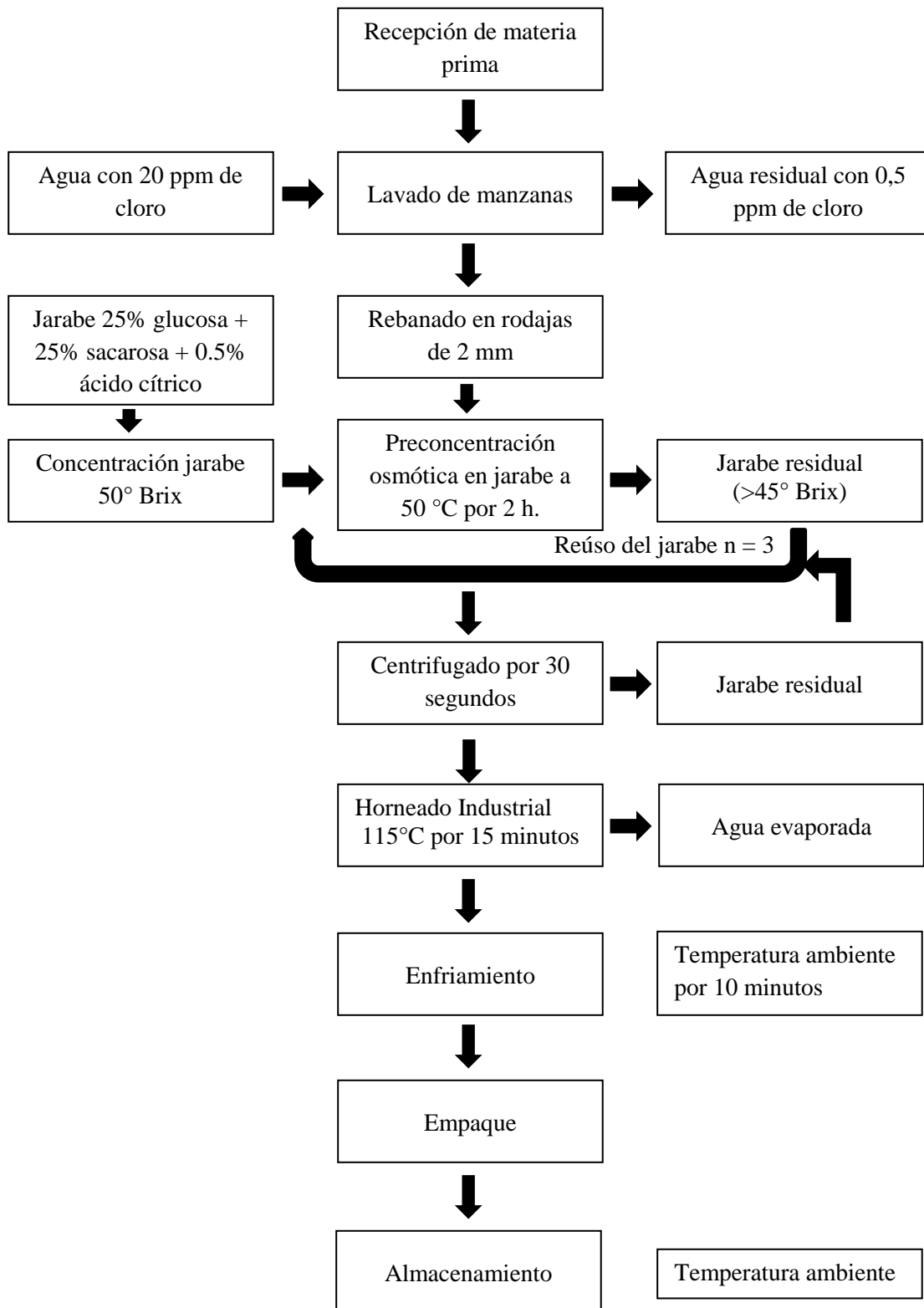
### 4.2 Costos de Materiales, Servicios, Suministros y Mano de Obra Indirecta.

En la Tabla 12 se describen los costos de producción estimados para un batch de 5000 g de manzana. Como el jarabe puede ser reusado hasta tres veces siempre y cuando mantenga mínimo 48° Brix y un pH entre 2 y 3 el costo se calculó en base al jarabe reutilizado.

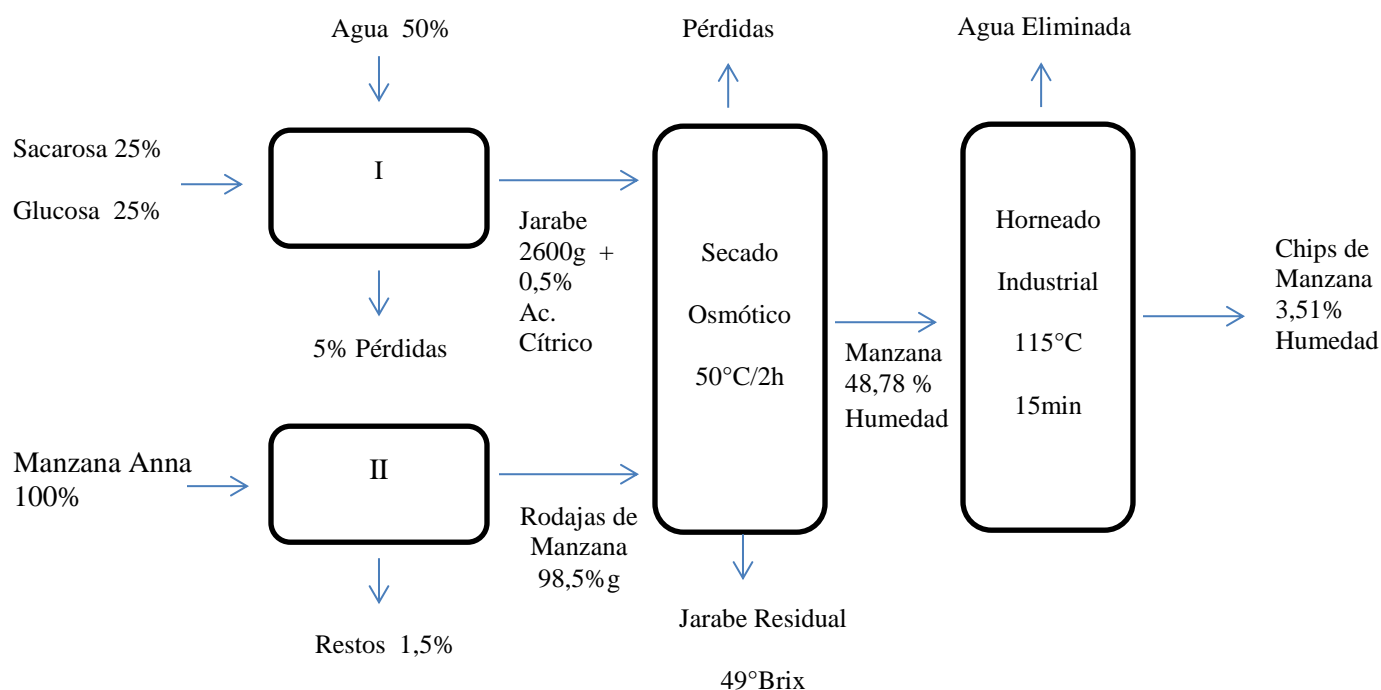
Tabla 12. Costos de producción

Insumos	\$USD/g	(g)/batch	\$USD/batch
Manzana Anna	0,00125	15000	18,75
Sacarosa	0,00085	3750	3,19
Glucosa	0,0018	3750	6,75
Agua	0,00005	7500	0,38
Ácido cítrico	0,00348	67,5	0,23
	USD/h	h/batch	
Gas industrial/h	0,7	8	5,6
Mano de obra indirecta/h	3,10	8	24,80
Instalaciones/h	1,66	8	13,28
	USD/Unidad	Unidades/batch	
Fundas	0,02	150	3,0
Cilindro de Cartón	0,14	150	21
Varios			0,45
			97,43 USD/batch

### 4.3 Diagrama del Proceso



#### 4.4 Balance de Materiales



##### Balance en I

$$\text{Pérdidas} + \text{Jarabe} = \text{Sacarosa} + \text{Glucosa} + \text{Agua}$$

$$\text{Pérdidas} + 2600\text{g} = 2730(0,25) + 2730(0,25) + 1315$$

$$\text{Pérdidas} + 2600\text{g} = 682,5\text{g Sacarosa} + 682,5\text{g Glucosa} + 1365\text{g Agua}$$

$$\text{Pérdidas} = 130\text{g}$$

##### Balance en II

$$1000(0,015) = 15$$

$$1000 + 15 = 1015\text{g Manzana}$$

##### Ácido Cítrico

$$2600(0,005) = 13\text{g Ácido Cítrico}$$

##### Balance en Preconcentración Osmótica

$$\text{Jarabe} + \text{Manzana} = \text{Jarabe Residual} + \text{Manzana Deshidratada} + \text{Pérdidas}$$

$$2600 + 1000 = 2660\text{g Jarabe Residual} + 632,88\text{g Manzana Deshidratada} + \text{Pérdidas}$$

$$\text{Pérdidas} = 307,12\text{g}$$

##### Balance en Horneado Industrial

$$\text{Manzana Deshidratada} = \text{Chips de Manzana} + \text{Agua Eliminada}$$

$$632,88 = 303,17\text{g Chips de Manzana} + \text{Agua Eliminada}$$

$$\text{Agua Eliminada} = 329,71\text{g}$$



## 4.5 Balance de Energía

### 4.5.1 Variación de Entalpía del Jarabe de Preconcentración Osmótica de 20 a 50°C

#### Calor Específico del Jarabe

$$Cp \text{ Jarabe} = m_a Cp_a + m_s Cp_s$$

$$Cp \text{ Jarabe} = 0,5 \left( 4,18 \frac{kJ}{kg \cdot ^\circ K} \right) + 0,5 \left( 1,46 \frac{kJ}{kg \cdot ^\circ K} \right)$$

$$Cp \text{ Jarabe} = 2,82 \frac{kJ}{kg \cdot ^\circ K}$$

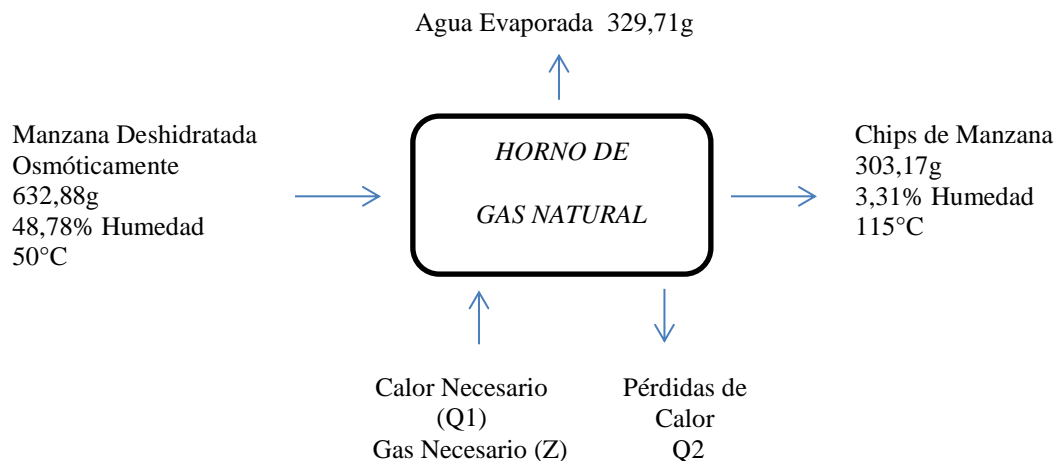
#### Variación de Entalpía del Jarabe

$$\Delta H \text{ Jarabe} = m Cp \Delta T$$

$$\Delta H \text{ Jarabe} = (2,743 \text{ kg}) \left( 2,82 \frac{kJ}{kg \cdot ^\circ K} \right) (323^\circ K - 293^\circ K)$$

$$\Delta H \text{ Jarabe} = 232,06 \text{ kJ}$$

### 4.5.2 Balance de Energía del Horneado Industrial



$$\sum H_i - \sum H_f + Q_1 = 0$$

$$(H_{sólidos 50^\circ C} + H_{agua 50^\circ C}) - (H_{sólidos 115^\circ C} + H_{agua 91^\circ C}) = -Q_1$$

$$\left[ (0,32116 \text{ Kg} \times 1,46 \frac{kJ}{kg \cdot ^\circ K} \times 323^\circ K) + (0,308 \text{ kg} \times 4,18 \frac{kJ}{kg \cdot ^\circ K} \times 323) \right] - \left[ (0,2925 \text{ kg} \times 1,46 \frac{kJ}{kg \cdot ^\circ K} \times 388^\circ K) + (0,32971 \text{ Kg} \times 4,18 \frac{kJ}{kg \cdot ^\circ K} \times 364^\circ K) \right] = -Q_1$$

$$[151,45 \text{ kJ} + 415,84 \text{ kJ}] - [165,9 \text{ kJ} + 501,66 \text{ kJ}] = -Q_1$$

$$567,29 \text{ kJ} - 667,35 \text{ kJ} = -Q_1$$

$$Q_1 = 100,06 \text{ kJ} \text{ (Al 50\% de la capacidad del horno)}$$

$$\frac{100,06 \text{ kJ}}{Q_1} \times \frac{0,63288 \text{ kg}}{1,26576 \text{ kg}} = 200,12 \text{ kJ} \text{ (Cálculo para el 100\% de la capacidad del horno)}$$

$$Q_1 = 200,12 \text{ kJ}$$

Según Borrás (1997) el 43% del calor generado por hornos de gas se pierde a través de paredes, chimeneas y en la llama en sí por lo tanto el  $Q_2$  se calculó en base a este dato. Si se requieren 200,12KJ para el proceso, de acuerdo a las pérdidas, el calor que debió generar el horno fue:

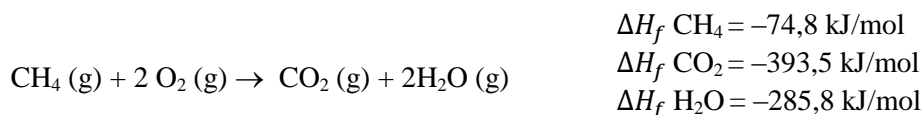
$$\frac{200,12kJ}{Q_2} \times \frac{100\%}{43\%} = 86,05 kJ$$

$$Q_2 = 86,05 kJ$$

$$200,12kJ + 86,05 kJ = 286,17 kJ \text{ Calor real que se debe generar}$$

En base al calor real necesario para el proceso se calculó la cantidad de gas natural considerado por fines prácticos como metano puro y aire.

#### Calor de Combustión del Gas Natural



$$\Delta H_{\text{combustión}} = \sum np. \Delta H_f \text{ productos} - \sum -np. \Delta H_f \text{ reactivos}$$

$$\Delta H_{\text{combustión}} = -393,5kJ + 2(-285,8kJ) - (-74,8 kJ)$$

$$\Delta H_{\text{combustión}} = -890,3 \frac{kJ}{mol}$$

#### Cantidad de Gas Natural, Oxígeno y Aire necesario por Batch de 1,2657 Kg de Producto

$$\frac{286,17kJ}{1,2657kg} \times \frac{1000kg}{ton} \times \frac{1mol \text{ Gas}}{890,3kJ} \times \frac{0,016kg}{1mol \text{ Gas}} = 4,06 \text{ kg de } \frac{\text{Gas}}{\text{Tonelada de Producto}}$$

$$Z = 4,06 \text{ kg de Gas}$$

$$4,06kg \times \frac{mol(\text{CH}_4)}{0,016kg} \times \frac{2mol\text{O}_2}{mol(\text{CH}_4)} = 507,5 \text{ mol O}_2$$

$$V_{\text{O}_2} = \frac{n \times R \times T}{P} = \frac{507,5 \times 0,082 \times 298}{1} = 12401,27 \text{ L O}_2^*$$

$$V_{\text{aire}} = 12,46 \text{ L} \times \frac{100}{21} = 59053,66 \text{ L Aire}^*$$

\* Aproximación a nivel del mar y como si fuese un gas ideal.



## **4.6 Industrialización del Proceso**

El proceso de elaboración industrial de los chips de manzana se divide en 4 etapas. La primera es la recepción y preparación de la fruta, la segunda es la preconcentración osmótica, la tercera es el horneado industrial y la cuarta el empaqueo y almacenamiento. En este capítulo se describirá el equipamiento industrial tentativo a ser usado en el proceso.

### **4.6.1 Recepción y Preparación de la fruta**

La manzana Anna es recibida en cajas de 20Kg y tras ser inspeccionadas en una banda transportadora, de forma visual y manualmente de acuerdo lo estipulado en la ficha técnica para la recepción de manzana (Anexo 6) pasan a la línea de lavado MOD T2 de Dincox SL, España (Anexo 10), adaptada únicamente a las funciones de lavado, reducción de carga microbiana y secado. Luego las manzanas son colocadas en contenedores de acero inoxidable hasta ser transferidas a la máquina rebanadora (Multislicer de Kronen), (Anexo 11). El producto es rebanado en rodajas de 2mm y es impulsado, por medio de un empujador y de las cuchillas, dirigiéndole por debajo de las mismas hacia una banda transportadora.

### **4.6.2 Preconcentración Osmótica**

Las manzanas rebanadas son conducidas a unos contenedores canasta los cuales son sumergidos por dos horas en el equipo de deshidratación osmótica EX1 Argental, (Anexo 12), que se encarga de agitar, controlar la temperatura de preconcentración (50°C), los grados °Brix del jarabe y el tiempo de preconcentración. Finalizado el proceso el exceso de jarabe debe ser eliminado de los chips. Las canastas son retiradas del jarabe donde se escurre la mayor parte del jarabe, sin embargo el exceso es quitado en una centrifugadora K50-600 rpm de Kronen, (Anexo 13). Las canastas son colocadas en el equipo y centrifugadas a 600 rpm por 5 minutos.

### **4.6.3 Horneado Industrial**

Las rodajas de manzana deshidratadas son retiradas de las canastas y colocadas manualmente en bandejas de aluminio para ser horneadas durante 15 minutos a 115°C en un horno industrial FE472 Argental, (Anexo 14). Luego de este proceso los chips pasan a empaqueo semiautomático con la empacadora manual para alimentos secos modelo E.M.G. 20 (Anexo 15).

## 5. Estudio de Vida Útil del Producto

El estudio de vida útil fue realizado en base al modelo de degradación cinética mediante la ecuación de Arrhenius. La variable que fue medida como referencia fue el contenido de humedad del producto que conforme a la Norma INEN 060 (2012) no debe ser mayor al 5%. La humedad no solo determina la vida útil del producto sino también las características sensoriales que acompañaron el estudio. Las muestras de chips de manzana se realizaron de acuerdo al proceso de producción establecido y fueron empacadas en los envases de presentación de 12 g para luego ser almacenadas a 4, 20 y 35. La determinación de humedad del producto en el tiempo cero se realizó mediante el método AOAC 925.10 (2001) de la estufa. El contenido de humedad de las muestras almacenadas a las distintas temperaturas fue determinado periódicamente cada 7 días hasta que este sobrepase la especificación de la Norma INEN 060 (2012). Simultáneamente se incubaron muestras de chip sembradas en medio Sabouraud a 35°C para observar si existió crecimiento de unidades formadoras de colonias de mohos durante el tiempo del estudio (Hoffman, 2003).

Como se observa en la Tabla 13 luego de 42 días de estudio se observó que el contenido de humedad subió del 3,3 al 5,9% en las muestras almacenadas a 35°C.

Tabla 13. Resultados de los análisis

DÍA	Contenido de humedad (g/100g)		
	4°C	20°C	35°C
0	3,31	3,31	3,31
7	3,31	3,33	3,68
14	3,40	3,48	3,84
21	3,58	3,5	4,07
28	3,71	3,56	4,61
35*	3,72	3,64	5,42*
42	3,72	3,68	5,91

\* Día en que sobrepasa el límite establecido por la norma INEN 060 (2012) para Snacks

Con ese tiempo y todos los datos obtenidos se calculó el tiempo de vida útil, proceso que está detallado en el Anexo 16. Las muestras que se almacenaron a 4 y 20°C no pasaron el límite permitido por la norma y no presentaron ninguna característica sensorial de deterioro.

En la Tabla 14 se encuentran los tiempos obtenidos del estudio a distintas temperaturas. Tomando como referencia la ciudad de Quito y su temperatura que está en un rango entre 15 y 20°C, los chips de manzana durarían redondeando el tiempo, 3,5 meses.

Tabla 14. Tiempo de vida útil de los chips de manzana a distintas temperaturas.

Temperatura (°C)	Tiempo (meses)
4	6,03
15	3,78
20	3,16
35	1,75

En cuanto a las características microbiológicas del producto hasta el día 35 no se desarrollaron unidades formadoras de colonia sin embargo en el día 42 una de las muestras presento 2 ufc/g, por lo tanto se suspendió de igual forma el estudio microbiológico ese día. De acuerdo a la norma INEN 060 el límite permisible para buena calidad es un recuento de mohos máximo de 10 ufc/g, por lo tanto el producto cumplió con los límites y presenta buena calidad.

Tabla 15. Resultado análisis microbiológico.

Tiempo	Aerobios (ufc/g)	Mohos (ufc/g)
0	0	0
Semana 1	0	0
Semana 2	0	0
Semana 3	0	0
Semana 4	0	0
Semana 5	0	0
Semana 6	<10 <sup>2</sup>	0

Tabla 16. Requerimientos microbiológicos, norma técnica ecuatoriana INEN 060

Requisito	n	C	m	M
Recuento estándar en placa ufc/g	5	2	10 <sup>3</sup>	10 <sup>4</sup>
Mohos ufc/g	5	2	10	10 <sup>2</sup>

Dónde:

n= Número de muestras a examinar.

m=índice máximo permisible para identificar nivel de buena calidad.

M=índice máximo permisible para identificar nivel de calidad.

C= número de muestras permisibles con resultados entre m y M.

## 6. Capacidad Antioxidante Total de los Chips de Manzana

Además de las antocianinas, otros flavonoides, ácidos fenólicos y las vitaminas pueden contribuir con el efecto de protección de los antioxidantes contra el daño oxidativo de las células (Cordenunsi *et al.*, 2005). Ya que la capacidad antioxidante de los distintos compuestos de la dieta no siempre se puede evaluar, la determinación de la capacidad antioxidante total permite una evaluación más realista del potencial efecto protector de un alimento (Cordenunsi *et al.*, 2005).

Para determinar la capacidad antioxidante total de los chips de manzana desarrollados se optó por el ensayo FRAP (Ferric reducing antioxidant power) que es un método colorimétrico basado en la reducción del complejo tripiridiltriiazina-férrico a su forma ferrosa por parte de las sustancias antioxidantes presentes en una sustancia. Esta reducción origina un complejo azul intenso con una absorción máxima a 593nm (Benzi y Strain, 1996).

### 6.1 Extracción de Antioxidantes

Para la extracción de los antioxidantes, se preparó una muestra en polvo de 50g de chip de manzana en un molino de café. La muestra fue mezclada con 125ml de dimetilcetona ( $\text{CH}_3\text{COCH}_3$ ) al 70%. Luego se agitó por 1 minuto en un equipo Vortex (3400 rpm) y se sometió la muestra a un baño de agua a 20°C por 60 minutos agitando constantemente. Transcurrido ese tiempo se bajó la temperatura de la muestra a 4°C añadiendo hielo al baño de agua. Se tomaron 3 muestras de 1,5 ml y fueron centrifugadas a 2500 g por 15 minutos. Luego se extrajeron los sobrenadantes que serán usados en el ensayo FRAP (Almonacid, 2010).

### 6.2 Ensayo FRAP (Ferric reducing antioxidant power)

El reactivo FRAP para el ensayo fue preparado mezclando 1020  $\mu\text{L}$  de Acetato de Sodio ( $\text{C}_2\text{H}_3\text{NaO}_2$ ) 300 mM pH 3,6 con 100  $\mu\text{L}$  de 2,4,6-Tris(2 pyridil) -s- Triazina ( $\text{C}_{18}\text{H}_{12}\text{N}_6$ ) 10 mM y 100  $\mu\text{L}$  de Cloruro Férrico ( $\text{FeCl}_3$ ) 20 mM. Paralelamente se preparó una solución de ácido ascórbico ( $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$ ) 1000mM. Luego se prepararon 3 muestras cada una contenía 20  $\mu\text{L}$  de cada sobrenadante más 900  $\mu\text{L}$  de reactivo FRAP. Simultáneamente se hicieron 3 estándares con 100  $\mu\text{L}$  de la solución de ácido ascórbico más 900  $\mu\text{L}$  de FRAP. A continuación, fueron incubados las muestras y los estándares a 37 °C y se midió la absorbancia a 593 nm a los 4, 30 y 60 minutos.

Para el cálculo se utilizó la siguiente fórmula en cada intervalo de tiempo:

$$\text{Valor FRAP} = \frac{\text{Cambio en la absorbancia de la muestra de 0 a 4 min}}{\text{Cambio en la absorbancia del estandar de 0 a 4 min}} \times 2 = \text{mmol Eq. Trolox/g ms}$$

### 6.3 Resultados y Discusión

En la Tabla 17 se observa la capacidad antioxidante obtenida de los chips de manzana, de la manzana Anna cruda (Almonacid *et al.*, 2010) y la de chips de manzana comerciales hechos con fritura (Joshi *et al.*, 2011).

Tabla 17. Capacidad antioxidante total

Producto	Valor FRAP (mmol Eq. Trolox/g ms)		
	4 min	30 min	60 min
Manzana Anna Cruda*	23,28a	31,39b	34,65b
Chips de Manzana Fritos*	1,04c	1,60c	1,96c
Chips de Manzana Desarrollados sin Fritura	2,05a	7,12b	9,73b

Medias seguidas por las mismas letras no difieren entre sí al 5% de probabilidad de la prueba Tukey.

\*Datos obtenidos de investigación bibliográfica

Los datos fueron tomados a los 3 tiempos ya que, aunque la reacción Redox que se produce es muy rápida no siempre el complejo  $\text{Fe}^{+3}$ -TPTZ se forma a los 4 minutos por lo tanto para evitar errores se esperó hasta los 60 minutos para obtener datos reales (Almonacid, 2010). Esto incluso fue comprobado ya que estadísticamente los valores FRAP a 30 y 60 minutos son iguales y los tomados a 4 minutos distintos.

Frente a la manzana cruda tanto los chips fritos como los desarrollados mediante deshidratación osmótica y horneado presentan una alta disminución de su capacidad antioxidante lo que evidencia un impacto de las condiciones de procesado sobre las propiedades antioxidantes de los compuestos de la manzana. La manzana Anna fresca presenta 34,65 de valor FRAP y los chips valores inferiores a 10. Sin embargo, los chips desarrollados con ósmosis más horneado presentan una mayor capacidad antioxidante que los fritos, (9,73 frente a 1,96) Por lo tanto las condiciones de preconcentración osmótica y horneado industrial escogidas para el desarrollo del producto conservarían en un 26% la capacidad antioxidante total de la manzana Anna, logrando así, mantener parcialmente estas propiedades.

## 7. Plan HACCP de la producción de chips de manzana

Para establecer los puntos críticos de control para el plan HACCP, se deben conocer los riesgos a los que puede estar expuesto el producto durante su producción, que pueden ser químicos físicos y microbiológicos.

### 7.1 Riesgos químicos

Presencia de materia orgánica por falta de lavado: si no se elimina por completo la materia orgánica de la manzana en el lavado previo a la desinfección, es posible que se formen tri-halometanos. Los tri-halometanos son un grupo de sustancias volátiles que se generan esencialmente en procesos donde el agua clorada se pone en contacto con material orgánico. Estos productos, están asociados a riesgos para la salud y el medio ambiente, vinculados a posibles cánceres como el de colon y vejiga, y efectos adversos durante el embarazo incluyendo aborto y retardo del crecimiento fetal (Rodríguez Vidal, 2003).

Mala limpieza de equipos: es posible que se acumulen productos desinfectantes en las máquinas al momento de lavarlas, si es que no se las enjuagó, lo que puede provocar una contaminación cruzada del producto.

### 7.2 Riesgos físicos

Trazas de metal: durante el proceso de rebanado y durante el empaque, es posible que por el desgaste de la cuchilla o de las piezas de las máquinas de empaque, se facilite la ruptura del metal y la caída de piezas las cuales pueden incrustarse o permanecer en las rodajas de manzana.

Material extraño en producto terminado: en el momento del empaque existe la posibilidad de que material extraño caiga dentro de la funda.

### 7.3 Riesgos Microbiológicos

Agua de Lavado: el agua con la que se lava las manzanas debe cumplir con los requisitos de agua potable para evitar contaminación de microorganismos que puedan estar presentes en el agua.

Tabla 18. Requisitos microbiológicos de agua potable INEN 2011.

Microorganismo	Máximo
Coliformes fecales ufc/100ml	<1
Cryptosporidium quistes/100L	Ausencia
Giardia quistes/100L	Ausencia



#### **7.4 Manipulación en producción**

El producto puede estar en riesgo si la gente manipulando el producto no respeta las normas de BPM's. Es primordial mantener limpiezas periódicas de las manos, el uso de guantes y cofia debe ser obligatorio. De igual forma se debe revisar la limpieza personal y de vestuario de los operarios diariamente. Si alguno de estos parámetros no se cumple, el producto puede estar en riesgo en cualquier etapa de proceso, siendo la de empaçado la más crítica.

#### **7.5 Horneado del Producto**

El control de la temperatura en la etapa de horneado es una prioridad para evitar el crecimiento microbiano y la calidad final del producto, si no se llega a la temperatura de 115°C en el producto, es posible la proliferación de algún microorganismo que pongan en riesgo la inocuidad del producto como también no se obtendrá el producto con las características esperadas de crocancia y sabor.

#### **7.6 Validación para los Puntos Críticos de Control**

El proceso de producción de los chips de manzana contempla dos puntos críticos de control. El primero es el control del horneado que será validado mediante los registros de los ensayos microbiológicos que demuestren que el producto cumple con las condiciones establecidas en el plan. El segundo punto crítico de control será validado mediante los reportes de quejas de los clientes (en el caso de que existieran) expresando su inconformidad debido a la presencia de material metálico o extraño en el producto empaçado.

Tabla 19. Plan HACCP y manejo de calidad

Etapa del Proceso	PC/PC C	Factor de Riesgo	Medida Preventiva	Límites Críticos	MONITOREO				Acción Correctiva	Verificación
					Que	Como	Cuando	Quien		
Recepción materia prima	PC	F: piedras, moretones, materia extraña.	Limpieza de las manzanas y selección de materia prima.	Máximo un 5% de producto sucio y con moretones.	Presencia de suciedad y de moretones en la manzana	Inspección visual y control del certificado de calidad del proveedor.	Momento de la recepción	Control de calidad	Queja formal al proveedor exigiendo posibles mejoras en producto despachado	Supervisión de recepción de materia prima diario
		Q: plaguicidas								
		B: microorganismos patógenos.								
Lavado	PC	F: no identificado	Agua potable con contenido de cloro dentro de rango	Ausencia de Coliformes fecales y de microorganismos patógenos	Control de la cantidad de cloro en el agua	Kit de comparación DPD (dietil-para-fenil-diamina)	Diario	Responsable de lavado de manzanas	Cloración y ozonificación del agua y notificación a proveedor de servicio de agua	Supervisión semanal de lavado de materia prima
		Q: agua con contaminación química.								
		B: <i>Giardia</i> , <i>Cryptosporidium</i>								
Desinfección	PC	F: no identificado	Medición de la cloración del agua	Mínimo de 20 ppm de cloro en agua de desinfección	Control de la concentración de cloro en agua de desinfección	Kit de comparación DPD	Cada batch de producción	Responsable de desinfección de manzana	Adición de cloro en agua	Verificación de la realización de las pruebas de comparación
		Q: Cloro Residual								
		B: <i>Giardia</i> , <i>Cryptosporidium</i>								
Rebanado	PC	F: trazas de metal	Mantenimiento o constante de cuchillas. Para riesgo biológico tratamiento térmico posterior	Ausencia de metales	Cuchillas de rebanadora	Inspección visual	Cada batch de producción	Responsable de rebanado y control de calidad	Revisión del batch afectado, de no encontrar el metal se da de baja el producto	Constancia de la revisión de las cuchillas cada batch
		Q: no identificado								
		B: microorganismos patógenos								
Concentración Osmótica	PC	F: no identificado	Buen manejo de BPM's	Máximo $10^3$ ufc/g	Recuento ufc aleatorio	Análisis de laboratorio	Semanal	Responsable de elaboración de jarabes	Mejoramiento de BPM's durante proceso	Higiene e inocuidad personal y de maquinas
		Q: no identificado								
		B: microorganismos patógenos								
Centrifugado	PC	F: no identificado	Buen manejo de BPM's	Máximo $10^3$ ufc/g	Recuento ufc aleatorio	Análisis de laboratorio	Semanal	Responsable de elaboración de jarabes	Mejoramiento de BPM's durante proceso	Higiene e inocuidad personal y de maquinas
		Q: no identificado								
		B: microorganismos patógenos								

Etapa del Proceso	PC/PC C	Factor de Riesgo	Medida Preventiva	Limites Críticos	MONITOREO				Acción Correctiva	Verificación
					Que	Como	Cuando	Quien		
Horneado	PCC	F: piezas del horno	Control de temperatura de y tiempo en horno	115°C por 15 minutos	Temperatura de las manzanas	Termómetro laser	Cada batch de producción	Responsable de horneado de manzanas y control de calidad	Aumento de temperatura hasta llegar al rango en el tiempo establecido	Registros tomados de temperatura de producto
		Q: no identificado								
		B: microorganismo patógenos								
Enfriamiento	PC	F: no identificado	Buen manejo de BPM's	Máximo 10 <sup>3</sup> ufc/g	Recuento ufc	Análisis de laboratorio	Semanal	Responsable de elaboración de jarabes	Mejoramiento de BPM's durante proceso	Higiene e inocuidad personal y de maquinas
		Q: no identificado								
		B: microorganismo patógenos								
Empaque	PCC	F: piezas, astillas o partes metálicas	Buen manejo de BPM's y detector de metales en luego de empacado el producto	Máximo 10 <sup>3</sup> ufc/g, y ausencia de material metálico o extraño.	Recuento ufc e inspección de materiales metálicos y extraños	Análisis de laboratorio y muestreo de productos	Cada despacho de producto	Responsable de empaque y control de calidad	Aumento del muestreo	Supervisión en despachos y quejas de clientes.
		Q: no identificado								
		B: microorganismos patógenos								
Almacenamiento y Transporte	PC	F: no identificado	Buen manejo de BPM's y acondicionamiento de lugar de almacenamiento y transporte	Temperatura no mayor a 21°C y humedad entre el 60 y el 70%.	Temperatura y humedad	Termómetro digital e higrómetro	Cada despacho y almacenamiento	Responsable de despacho y bodega	Almacenamiento y cámaras adecuadas y transporte	Supervisión de las bodegas y del transporte contratado.
		Q: no identificado								
		B: no identificado								

## 8. Control de calidad del Producto

### 8.1 Control de Materias Primas

#### 8.1.1 Manzana Anna

El control de calidad de la materia prima se realizará in situ, por medio de un muestreo al azar como está establecido en la norma INEN 476 (1998) para productos empaquetados o envasados, a través del monitoreo de los parámetros de calidad de la manzana que se aprecian en la Tabla 20.

Tabla 20. Parámetros de calidad de la manzana Anna

Parámetro	Condición	Especificación
Moretones	Número de moretones	No mayor a un 5%
Limpieza	Ausencia de materia extraña	Ausencia
Madurez del fruto	Coloración del producto, dulzor característico	Pruebas sensoriales y color de la fruta.

Si las especificaciones se cumplen, la manzana pasa a la siguiente etapa de su proceso. Se debe mantener las condiciones adecuadas para facilitar los análisis en el momento de la recepción.

#### 8.1.2 Sacarosa (Azúcar común)

Con la sacarosa, se procederá del mismo modo. Las características analizadas en la recepción serán:

- Color, visualmente triturando una muestra de 50 g y comparándola con una muestra patrón de color blanco (azúcar impalpable)
- Turbidez, mediante la disolución de 10 g de azúcar en 50 g de agua donde la muestra debe dar un color cristalino y transparente.
- Sabor, personal entrenado realizará un análisis mediante una dilución de glucosa, 10 g en 30 g de agua la cual debe generar un sabor característico sin sabores residuales metálicos, ácidos o amargos

Adicionalmente se realizará un análisis de todos los parámetros especificados en la ficha técnica (Anexo 7) una vez al mes.

### 8.1.3 Glucosa

La glucosa debe cumplir con las especificaciones que se establecen en la ficha técnica que confiere el proveedor, (Anexo 8). Adicionalmente en cada recepción del producto se monitoreará los siguientes parámetros:

- ° Baume,
- Color, cristalino sin trazas blancas
- pH, mediante el método AOAC: 981.12
- Sabor, personal entrenado realizará un análisis mediante una dilución de glucosa, 10 g en 30 g de agua la cual debe generar un sabor característico sin sabores residuales metálicos, ácidos o amargos.

Control de calidad correrá una verificación mensual, de todos los parámetros especificados en la ficha técnica con el propósito de avalar las cuantificaciones que se presentan en el producto.

### 8.1.4 Ácido Cítrico

El ácido cítrico, usado en la elaboración del jarabe, deberá cumplir con las especificaciones establecidas en la ficha técnica (Anexo 9).

En la recepción del producto se analizarán los siguientes parámetros:

- Claridad en solución, disolución de una muestra de 10 g en 50 g de agua donde no debe existir turbidez.
- Color en solución, mediante la trituración de 50 g de muestra, y comparándola con patrones de color blanco (azúcar impalpable)
- Sabor, personal entrenado realizará un análisis mediante una dilución de glucosa, 10 g en 30 g de agua la cual debe generar un sabor característico sin sabores residuales metálicos, ácidos o amargos

Una vez al mes se someterá a una revisión todas las especificaciones del producto.

## 8.2 Control de Producto Semielaborado

Dentro de la etapa de producción, se monitoreará los PCC's mediante un cronograma diario por parte de los trabajadores y por parte de gestión de calidad 3 veces por semana. Se supervisará la producción in situ, validando los instructivos de producción para garantizar que se respeten los parámetros de tiempo, temperatura y cantidades adecuadas en cada producción.

En la Tabla 21 se presentan las etapas que se monitorean en la producción de los chips de manzana:

Tabla 21. Parámetros de control de producto semielaborado

Parámetro	Condición	Especificación
Rebanado	Ausencia de trazas de metal	Ausencia total
Horneado	115 °C por 15 minutos	Cumplimiento de tiempo/temperatura
Empaque	Buen manejo de BPM's y acondicionamiento del lugar de empaque	Máximo 103 ufc/g, y ausencia de materiales extraños

### 8.2.1 Control del Jarabe de Preconcentración

El jarabe usado en el proceso, será sometido a una reutilización dadas las características que presenta y sus cualidades que pueden permanecer estables.

Para garantizar la reutilización del jarabe, manteniendo su potencial deshidratador, se deben analizar: los grados °Brix, el pH, temperatura y el color del mismo. Esto se lo realizará después de cada batch de producción por parte del personal de calidad. Además, se debe tener en cuenta que el volumen de jarabe siempre debe cubrir las rodajas de fruta. En la Tabla 22 se presentan las condiciones que deberá cumplir el jarabe para ser reutilizado.

Tabla 22. Condiciones del jarabe

Parámetro	Método	Especificación
Grados °Brix	AOAC: 932.12	>45° Brix
pH	AOAC: 981.12	Máximo 3
Temperatura	Termómetro laser	50 °C

Se realizaron pruebas de estabilidad del jarabe reutilizado para conocer cuánto puede durar con sus características sin mayor alteración, y se llegó a la conclusión de que luego de 5 veces que se re-usa el jarabe, las primeras alteraciones se presentan en los °Brix y pH del jarabe. En el caso del ° Brix, estos tienden a disminuir a valores inferiores de 45 °Brix, debido a la dilución que se genera por la deshidratación de las manzanas dentro del jarabe, lo que también ocurre con el pH, porque este aumenta hasta valores superiores a 3. Considerando un margen de seguridad se recomienda que el

jarabe sea reutilizado máximo 3 veces siempre y cuando cumpla con las especificaciones de la Tabla 22.

### 8.3 Control de Producto Terminado

El producto terminado debe cumplir con las especificaciones señaladas en la Tabla 23, y de no hacerlo se debe colocar el producto en cuarentena. Se realizará un muestreo aleatorio de los lotes que saldrán a distribución, para obtener la muestra que será analizada en el laboratorio de control de calidad.

Tabla 23. Parámetros de calidad de producto terminado

Parámetro	Método	Especificación	Referencia
Humedad	Lámpara Halógena	Máximo 5%	Norma INEN: 060 (2012)
Azucares Totales	AOAC 923.09	43 – 50 %	No menor de 43%
Peso	Balanza Calibrada	30 g	+/- 0.5 g
Microbiológico	Recuento en medio	Mohos: 10 ufc/g Aerobios: 10 <sup>3</sup> ufc/g	Norma INEN: 060 (2012) Norma INEN: 060 (2012)
Etiquetado	Inspección visual	Etiqueta debe constar nombre, fecha de elaboración, fecha de caducidad y lote.	Norma INEN: 1334-2 (2011)

### 8.4 Control del empaque

Es importante realizar un control sobre los productos que estarán en contacto directo e indirecto con el producto, por esta razón se realiza un control sobre los embalajes y materiales de empaque. La revisión abarca una verificación de las características y propiedades de estos materiales de acuerdo a las especificaciones que entrega el proveedor en su ficha técnica.

Los proveedores deben ser certificados, pero se debe validar los procesos de elaboración mediante auditorías continuas, cerciorándose que cumplan con normativas de calidad como BPM's u otras como las ISO. Los ensayos que se realizaran tentativamente en etapas posteriores cuando se pueda invertir en equipos de laboratorio para controlar la calidad de los envases serán las siguientes:

#### **8.4.1 Propiedades de barrera (Permeabilidad)**

Mide la velocidad de transmisión de gases (oxígeno, vapor de agua, dióxido de carbono) a través de un film y/o envase.

#### **8.4.2 Propiedades de transporte (Migración)**

Mide la cantidad de material, en este caso PPBO y cartón, que puede pasar a los alimentos al estar en contacto con estos. Ensayos de migración global en productos como agua destilada, ácido acético, alcohol etílico y aceite de oliva son usados con la finalidad de confirmar que los materiales en contacto con los alimentos cumplen los niveles de migración global permitidos por la legislación vigente.

#### **8.4.3 Identificación y caracterización de materiales de envase**

Las técnicas de microscopía permiten el estudio de la estructura del material mediante la determinación del número de capas que lo constituyen (monocapa o multicapa), identificación de polímeros que lo forman, así como medidas del espesor global y parcial de cada una de las capas que componen el material polimérico.

#### **8.4.4 Propiedades térmicas**

Obtención de termogramas que complementen la información necesaria en el control de calidad (temperatura de fusión, temperatura de transición vítrea, pureza, etc.)

#### **8.4.5 Propiedades mecánicas**

Medida de las propiedades de tracción relacionadas con las tensiones que sufre el material al ser manipulado y con el uso mecánico del embalaje.

#### **8.4.6 Propiedades ópticas**

Control de las propiedades de brillo y transparencia.

(Juran y Gryna, 2005)



## 9. Análisis Físico-Químicos y Contenido Nutricional del Producto

### 9.1 Perfil Químico

La caracterización físico-química del producto fue realizada en el laboratorio de análisis de alimentos de la Universidad San Francisco Quito. Fibra dietaria fue realizada en el laboratorio certificado Seidlab. En la Tabla 24 se presentan los resultados de los análisis de los chips de manzana.

Tabla 24. Perfil químico del producto

Factor	Método	g /100g
Grasa	AOAC 985.15	0,02
Azúcares Totales	AOAC 923.09	51,93
Fibra Alimentaria*	AOAC 945.38	6,76
Fibra Bruta	AOAC 962.09	0,78
Proteínas	AOAC 955.04	0,43
Humedad	AOAC 925.10	3,31
Cenizas	AOAC 923.03	0,35
Ácido Málico	AOAC 942.75	3,06
		mg/100g
Vitamina C	AOAC 976.22	0,67
Sodio	AOAC 976.25	26,66
		$\frac{mmol Eq.Trolox}{g \times m \times s}$
Capacidad Antioxidante Total	FRAP (Benzi y Strain, 1996)	9,73

\* Análisis Elaborado por Seidlab (Certificado: Anexo17)

## 9.2 Contenido Nutricional

En la Figura 11 se presenta el contenido nutricional por porción de 30g de los chips de manzana desarrollados en base a lo estipulado en la norma INEN 1334-2 (2011).

Figura 11. Etiqueta nutricional

<b>Información Nutricional</b>	
Tamaño de Porción 1 Funda (30g)	
Porciones por envase 1	
<b>Cantidad por porción</b>	
<b>Energía</b> (Calorías) 442 KJ (100 Cal)	
<b>%Valor Diario*</b>	
<b>Grasa Total</b> 0g	0%
<b>Colesterol</b> 0mg	0%
<b>Sodio</b> 10mg	0%
<b>Carbohidratos Totales</b> 29g	10%
Fibra Dietaria 2g	8%
Azúcares 16g	
<b>Proteína</b> 0g	
Vitamina A 0%	Vitamina C 0%
Calcio 0%	Hierro 0%
<p>* Los porcentajes de valores diarios están basados en una dieta de 8380 KJ (2000 calorías). Sus valores pueden ser más altos o más bajos dependiendo de sus necesidades calóricas.</p>	

## 10. Estudio de Mercado

### 10.1 Mercado de productos tipo snack en Ecuador

El mercado de snacks en Ecuador está valorado en alrededor de 200 millones de dólares (Chon *et al.*, 2012). Parte de este mercado, 105 millones de dólares, está formado por los snacks tradicionales (papas fritas, tostitos, yucas fritas, entre otros). Adicionalmente participan minoritariamente otras industrias: lácteos, frutas, vegetales, etc. El Ecuador tiene un consumo per cápita de snacks de alrededor de 3 kg al año, el cual es menor a los 10 kg por año que tiene Estados Unidos, que es el mayor consumidor. (Chon *et al.*, 2012)

### 10.2 Análisis del Mercado

Con el fin de estimar el comportamiento del consumidor frente al producto desarrollado se realizaron encuestas a hombres y mujeres de la ciudad de Quito entre los 18 y 65 años de edad. La razón de realizar encuestas pese a que se conoce que el consumo es de 3 kg por año por persona fue para conocer la intención de compra, la frecuencia de consumo, los lugares de comercialización, los posibles precios de venta, entre otros.

#### 10.2.1 Número de encuestas

Para calcular el número de muestras se utilizó la fórmula:  $n = \left(\frac{z \times s}{k}\right)^2$  (Contreras, 2013).

$$n = \left(\frac{z \times s}{k}\right)^2 = \left(\frac{1,96 \times 129,3}{19,5}\right)^2 = 169$$

Dónde:

z = nivel de confianza del 95%

s = desviación estándar

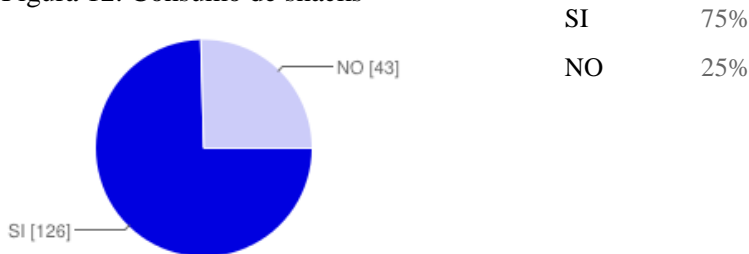
k = error

### 10.3 Resultados de la Encuesta

Se realizaron 169 encuestas. El cuestionario enviado en línea a través de las redes sociales se realizó entre el 21 y 25 de marzo de 2013. El formato de la encuesta se encuentra en el anexo 18 y los resultados de la misma fueron los siguientes:

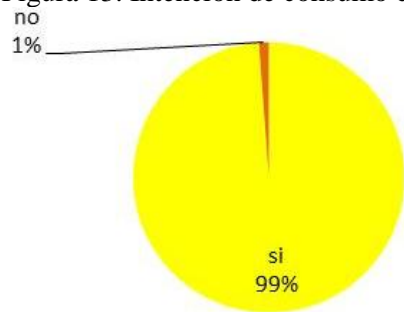
En la Figura 12 se muestra que en cuanto al consumo de snacks, el 75% de los encuestados si es consumidor regular frente al 25% que no lo es, esto refleja que los snacks son bastante atractivos para los consumidores.

Figura 12. Consumo de snacks



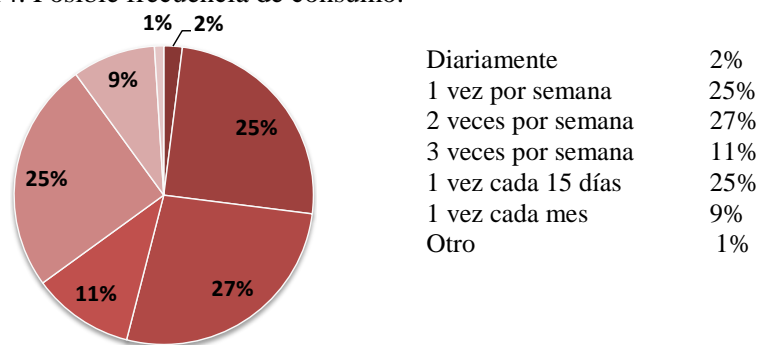
La Figura 13 muestra que el 99% estaría dispuesto a consumir un producto tipo chips a base de manzanas pero sin la adición de grasa, lo cual es un indicador de que el producto tendría un alto potencial de comercialización. La casi ausencia de grasa y el hecho de que sea un chip de una fruta atrae a los consumidores, incluso a los que no consumen snacks.

Figura 13. Intención de consumo de los chips de manzana



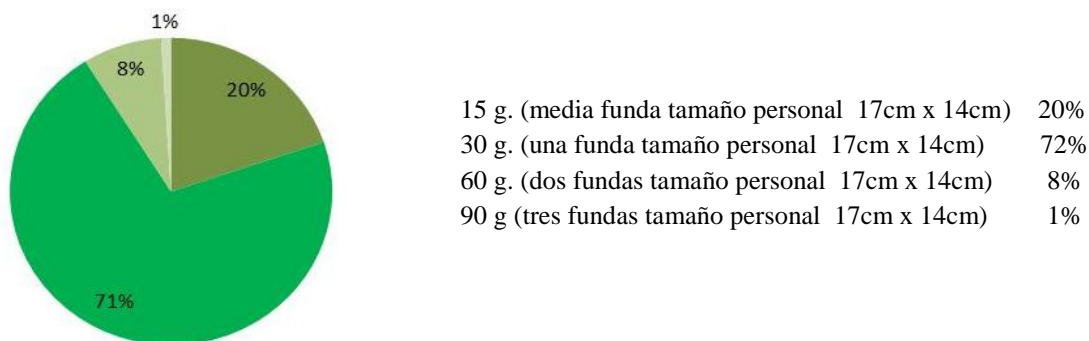
La Figura 14 indica la posible frecuencia de consumo de los chips de manzana. El 27% de los encuestados consumiría el producto 2 veces por semana, el 25% 1 vez por semana y el 25% 1 vez cada 15 días. El resto de frecuencias registraron valores inferiores al 11%.

Figura 14. Posible frecuencia de consumo.



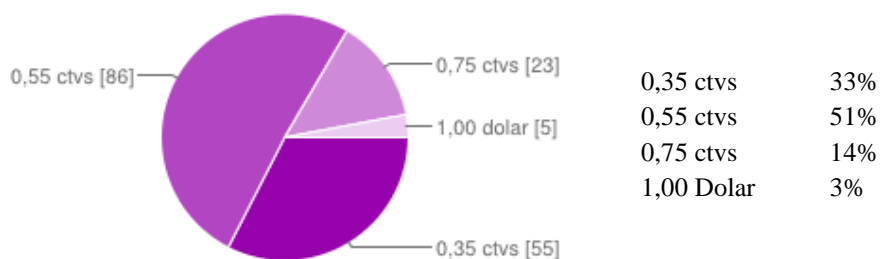
En cuanto a la cantidad de producto que se consumiría, la Figura 15 muestra que el 72% de los encuestados consumiría una funda personal de 30g. Esto proporcionó una idea de la presentación que se va a manejar principalmente para la comercialización del producto.

Figura 15. Cantidad de consumo



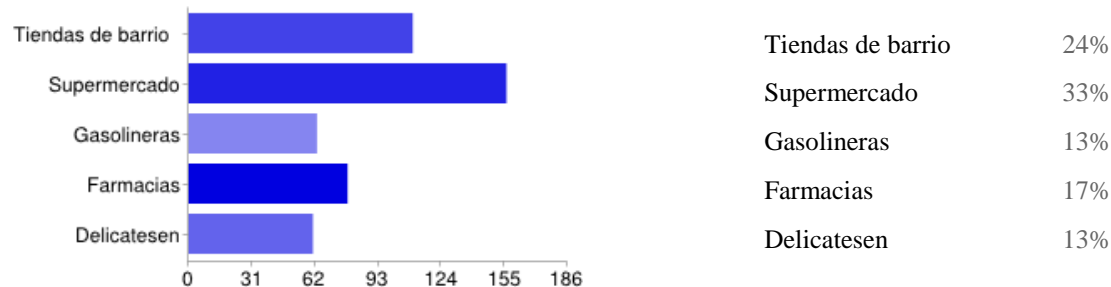
El precio que los posibles consumidores desearían pagar se aprecia en la Figura 16. El 51% estaría dispuesto a pagar 0,55 centavos de dólar por el producto, lo que sugiere que el precio de venta al público debería ser superior a ese valor.

Figura 16. Posibles precios del producto



En la Figura 17 se observa que los lugares preferidos para comprar el producto fueron supermercados, tiendas, farmacias, gasolineras y delicatessen mayormente.

Figura 17. Lugares de posible comercialización del producto



De los resultados del estudio sociológico (Anexo 19), el 56% de los encuestados fueron mujeres, el 44% fueron hombres. Respecto a la edad de los encuestados, el 39% se encontraban entre los 18 y 25 años, el 25% entre 26 y 30 años, el 19% entre 31 y 40 años, el 13% entre 41 y 50 años y el 4% restante fueron entre 51 y 60 años.

Por otra parte, el 51% de los encuestados hombres tenían como ingreso personal 515 USD o más mientras que el 47% de las mujeres ganaban 376 USD o más.

El margen de error de la encuesta para una población de 1360972 (INEC 2013) fue del 19,49% y fue calculado de la siguiente manera:

$$error = \frac{z \times s}{\sqrt{n}} = \frac{1,96 \times 129,3}{\sqrt{169}} = 19,49 \%$$

Para estimar una población de posibles consumidores se tomó como referencia a los habitantes del cantón Quito de la provincia de Pichincha que se encuentran entre los 18 y 65 años de edad. Pese a que el mercado abarca a menores entre 6 y 18, estos no fueron tomados en cuenta para el estudio para de esta forma asegurar respuestas más exactas. Sin embargo, no se descarta en un futuro ampliar el estudio a este grupo social. Por lo tanto, se obtuvo un total de 1'360.972 habitantes de los cuales el 47% son hombres y 53% mujeres (INEC, 2013).

## **11. Rotulado Comercial de los Chips de Manzana**

### **11.1 Nombre del Producto**

El nombre comercial tentativo para el producto fue MANZANNA Chips haciendo alusión a la variedad de fruta utilizada.

### **11.2 Etiqueta y Presentación**

En la Figura 18 (siguiente página) se presenta la etiqueta comercial del producto para una presentación personal de 30g.

Figura 18. Etiqueta del producto

La variedad Anna se destaca entre todas las variedades ensayadas, por su rendimiento y calidad. Este cultivar es un híbrido con baja necesidad de frío, cuyo fruto es de forma alargada, y es cultivada ampliamente en el Ecuador.

Contenido Neto 30g

Quito Ecuador

Información Nutricional	
Tamaño de Porción 1 Funda (30g)	
Porciones por envase 1	
Cantidad por porción	
Energía (Calorías) 493 KJ (120 Cal)	
% Valor Diario*	
Grasa Total 0g	0%
Colesterol 0mg	0%
Sodio 10mg	0%
Carbohidratos Totales 29g	10%
Fibra Dietaria 2g	8%
Azúcares 16g	
Proteína 0g	
Vitamina A 0%	Vitamina C 0%
Calcio 0%	Hierro 0%

\*Los porcentajes de valores diarios están basados en una dieta de 8380 KJ (2000 calorías). Sus valores pueden ser más altos o más bajos dependiendo de sus necesidades caloricas.

Ingredientes: manzanas, glucosa, sacarosa, ácido cítrico

Fabricado por APFELWERK S.A.



## 12. Conclusiones

Se consiguió desarrollar chips de manzana de la variedad Anna mediante la inmersión de las rebanadas de la fruta en un jarabe de preconcentración osmótica de 25% sacarosa, 25% glucosa y 50% agua durante 2 horas a 50°C complementado con un horneado industrial a 115°C durante 15 minutos.

Los MANZANNA chips serían un producto atractivo para los consumidores ya que el 99% de los encuestados estarían dispuestos a consumirlo. Además, poseen un nivel de agrado alto (8/9). Esto se atribuye a las características principales que posee que son: elaborado con manzanas frescas, la no adición de grasas y su alta crocancia.

La crocancia (medida como fracturabilidad) conseguida en el producto fue de 8,87/10 lo que significa que se logró obtener un producto con una textura cercana a la de un chip convencional (10/10).

Los MANZANNA chips desarrollados tuvieron mayor capacidad antioxidante total que los chips fritos analizados, sin embargo, es menor al producto fresco lo que indica que el proceso empleado es mejor que la fritura clásica.

Mediante el modelo de degradación cinética se estimó que la vida útil del producto, incluyendo un margen de seguridad, sería de 6 meses siempre y cuando este sea almacenado en un lugar fresco y seco.

El estudio de mercado mostró que MANZANNA chips es un producto de alto potencial y atractivo para el mercado ecuatoriano.

## 12. Recomendaciones

Es necesario realizar estudios complementarios en el futuro en torno a la reutilización del jarabe de deshidratación osmótica, para de esta forma maximizar y garantizar el reúso del mismo ya que esto permitiría reducir los costos de materia prima.

Se recomienda mayor investigación para mantener la capacidad antioxidante total de la manzana o mejorar la resultante luego del procesamiento ya que esto potenciaría aún más el consumo del producto.

Se recomienda realizar estudios con otras variedades de manzana que se comercializan en el país para de esta forma aumentar la oferta del producto y asegurar el abastecimiento de esta materia prima en el caso de que se presentaran problemas con la variedad Anna.

Sería necesario recurrir en el futuro a un texturómetro que mida la crocancia y otros atributos de textura para que puedan ser comparados con la crocancia obtenida en este estudio sensorialmente.

También se recomienda contemplar la idea de desarrollar el producto adicionando sabores como canela, caramelo, entre otros para aumentar su valor agregado frente a los consumidores.

Adicionalmente, se debería ampliar el estudio de mercado al grupo social entre 6 y 18 años, para de esta forma aumentar el tamaño del mercado y estimar el potencial de consumo que tendría el producto en este grupo social.

Finalmente, se debería tomar en cuenta la maquinaria necesaria para una posible industrialización de la producción en el futuro basándose en la demanda que presente el producto.

## 14. Bibliografía

- Almonacid, S., Araya, M., Cabezas, L., Chiffelle, I., Henriquez, C., Simpson, R., Speisky, H. (2010). *Determination of antioxidant capacity, total phenolic content and mineral composition of different fruit tissue of five apple cultivars grown in Chile*. Chilean Journal of Agricultural Research. 70: 523-536.
- Alzamora, M., Tapia, M. (2000). *Application of combined methods technology in minimally processed fruits*. Food Research International, 26: 125-129.
- Angulo, O., OMahony, M. (2009). *Aplicación del modelo de Thurstone a las pruebas sensoriales de diferenciación de nivel de agrado*. Archivos Latinoamericanos de Nutrición. 59: 34-42.
- Anzaldúa, A. (1994). *Evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y práctica*. Acribia: Zaragoza.
- Azarpazhooh, E., Ramaswamy, H. (2010). *Microwave-osmotic dehydration of apples under continuous flow medium spray conditions: comparison with other methods*. Drying Technology, 28: 49-56.
- Badui, S. (2006). *Química de los Alimentos*. Pearson Education: México D.F.
- Benzie, I., Strain, J. (1996). *The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of antioxidant power: The FRAP assay*. Journal of Analytical Biochemistry, 239: 70-76.
- Borras, E. (1997). *Gas Natural: Características, distribución y aplicaciones industriales*. Editores Técnicos Asociados: Barcelona.
- Chauhan, O., Raju, P., Singh, A. (2011). *Effects of osmotic agents on colour, textural, structural, thermal and sensory properties of apple slices*. International Journal of Food Properties, 14:5, 1037-1048.
- Chen, K. (2004). *Manipulación de alimentos*. Instituto Nacional del Aprendizaje: Alajuela.
- Chon, J. (2012) *El negocio de los snacks en América*. IDE Business School: Publicaciones Académicas de Negocios, 4: 50-54.
- Contreras, D. (2013) *El margen de error: incertidumbre y análisis de poblaciones*. Obtenido de Universidad de la Plata. Estadística Ampliada. <[universidaddelaplata.com.ar/npxana9wplj5/estadis/margen-de-error/contre02139ar](http://universidaddelaplata.com.ar/npxana9wplj5/estadis/margen-de-error/contre02139ar)>.
- Corlett, D. A. (1998). *HACCP's Users manual*. Aspen Publication: Gaithersburg.
- Cordenunsi, B., Genovese, J., Nascimiento, N., Hassimotto, R., dos Santos, F. (2005). *Effects of temperature on the chemical composition and antioxidant activity of three strawberry cultivars*. Food Chemistry 91: 113-121.
- Cubero, N., Monferrer, A. (2002). *Aditivos alimentarios*. Mundi-Prensa: Madrid.
- Dorria, M., Hassan, H., Sarrwy, S., Mostafa, E. (2010). *Influence of training systems on leaf mineral contents, growth, yield and fruit quality of "Anna" apple trees*. Journal of Agriculture and Biological Sciences, 6(4): 443-448.

- Doyle, L. E. (1997). *Materiales y procesos de manufactura para ingenieros*: Prentice-Hall Hispanoamericana S.A.: Naucalpan de Juarez.
- Fernández, L. (2003). *Industria de pulpa y papel y cartones*. Ediciones Pacífico: Lima.
- Ferre, D., Warrington. I. (2003). *Apples: botany, production and uses*. CABI Publishing: Cambridge.
- Fortin, J., Desplancke, C. (2000). *Guía de selección y entrenamiento de un panel de catadores*. Acribia: Zaragoza.
- Giovannetti, M. D. (1995). *El mundo del envase*. Ediciones Gustavo Gili: Barcelona.
- Gutiérrez, J. B. (2000). *Ciencia bromatológica: principios generales de los alimentos*. Ediciones Diaz de Santos S.A.: Madrid.
- Hawkes, J., Flink, J.(1984). *Osmotic concentration of fruit slices prior to freeze dehydration*. Journal of Food Processing Preservation. 2: 265–284.
- Hernández, A. (2003). *Microbiología industrial*. Editorial EUNED: San José.
- Hernández, A. G. (2010). *Tratado de nutrición: composición y calidad nutritiva de los alimentos*. Ed. Médica Panamericana: Madrid.
- Heping, L., Ramaswamy, S. (2006). *Osmotic dehydration of apple cylinders: conventional batch processing conditions*. Drying Technology. 24: 619-630.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización “INEN” (2012). *Reglamento técnico ecuatoriano para bocaditos RTE INEN 060:2012*. Quito.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización “INEN” (2011). *Reglamento técnico ecuatoriano para Rotulado de productos alimenticios para consumo humano. Parte 2. Rotulado nutricional. Requisitos NTE INEN 1 334-2:2008*. Quito.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización “INEN” (1998). *Reglamento técnico ecuatoriano para productos empaquetados o envasados método de muestreo al azar INEN 476:1998*. Quito.
- Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias “INIAP” (2004). *Cultivo del manzano en los valles interandinos del Ecuador*: Quito.
- Joshi, A. K., Rupasinghe, H. V., Pitts, N. L. (2011). *Comparison of nonfried apple snacks with commercially available fried snacks*. Food Science & Technology International, 17(3), 249-255.
- Juran, J., Gryna, F. (2005). *Manual de control de la calidad*. Editorial Reverté: Barcelona.
- Kowalska, H., Marzec, A., Zadrozna, M. (2010). *Analysis of instrumental and sensory texture attributes of microwave-convective dried apples*. Journal of Texture Studies. 41: 417-439.

- Lawless, H., Heyman, H. (1999). *Sensory evaluation of food. Principles and practices*. Aspen Publishers: Gaithersburg.
- Manivannan, P., Rajasimman, M. (2008). *Osmotic dehydration of beetroot in salt*. International Journal of Chemical and Biological Engineering. 8: 203-210.
- Manning, L. (2012). *Food and drink - good manufacturing practice: A guide to its responsible management (GMP6)*. John Wiley & Sons: Hoboken.
- Middleton, S. (2010). *Better cooking through convection*. Fine Cooking: Chevy Chase.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca “MAGAP”. Subsecretaría de Fomento Agroproductivo (2009). *Situación actual, perspectivas y propuesta para la comercialización de la manzana en el Ecuador: Quito*.
- Olivas-Gastélum, Nevárez, G., Gastélum, M. (2009). *Las pruebas de diferencia en el análisis sensorial de los alimentos*. Tecnociencia. 3: 1-7.
- Pitchford, P. (2007). *Sanando con alimentos integrales: Tradiciones asiáticas y nutrición moderna*. North Atlantic Books: Berkeley.
- Riveros, H. S. (2004). *Inocuidad, calidad y sellos alimentarios*. IICA: Quito.
- Rodriguez, J. (2003). *Procesos de potabilización del agua e influencia del tratamiento de ozonización*. Diaz de Santos: Madrid.
- Tejero, A., Soto, H. (2001). *Partial Characterization of polyphenoloxidase extracted from ‘Anna’ apple*. Research Center in Food and Development: Hermosillo.
- Torres, E. (2009). En el mundo de los snacks. Obtenido de Industria Alimentaria: <[http://www.industriaalimenticia.com/Articles/Reportaje\\_Latinoamericano/BNP\\_GUID\\_9-5-2006\\_A\\_10000000000000575229](http://www.industriaalimenticia.com/Articles/Reportaje_Latinoamericano/BNP_GUID_9-5-2006_A_10000000000000575229)>
- United States Department of Agriculture. (2009). *Nutrition Facts of Fresh Fruits: Apples*. Obtenido de Household Commodity Fact Sheet. F510-F515. <<http://usda.mannlib.cornell.edu/MannUsda/viewDocumentInfo.do?documentID=1825>>

**Anexo 1.****Resultados del contenido de humedad de los tratamientos**

<b>Tratamiento</b>	<b>Repetición</b>	<b>Contenido de Humedad</b>	
		<b>(g/100g)</b>	<b>Media <math>\pm</math> desviación estandar</b>
<b>A</b>	<b>I</b>	10,9	9,8 $\pm$ 1,1
	<b>II</b>	9,4	
	<b>III</b>	8,9	
<b>B</b>	<b>I</b>	6,8	6,2 $\pm$ 0,5
	<b>II</b>	5,8	
	<b>III</b>	6,0	
<b>C</b>	<b>I</b>	2,9	3,2 $\pm$ 0,6
	<b>II</b>	2,7	
	<b>III</b>	3,9	
<b>D</b>	<b>I</b>	10,1	9,2 $\pm$ 1,1
	<b>II</b>	9,4	
	<b>III</b>	7,9	
<b>E</b>	<b>I</b>	10,9	9,9 $\pm$ 1,2
	<b>II</b>	10,4	
	<b>III</b>	8,5	
<b>F</b>	<b>I</b>	3,5	3,7 $\pm$ 0,4
	<b>II</b>	4,3	
	<b>III</b>	3,5	
<b>G</b>	<b>I</b>	13,2	12,7 $\pm$ 0,4
	<b>II</b>	12,7	
	<b>III</b>	12,3	
<b>H</b>	<b>I</b>	9,6	9,8 $\pm$ 0,5
	<b>II</b>	10,4	
	<b>III</b>	9,3	
<b>I</b>	<b>I</b>	3,9	4,2 $\pm$ 0,4
	<b>II</b>	4,0	
	<b>III</b>	4,6	

**Anexo 2.****Contenido de Azúcares Totales de los Tratamientos**

<b>Tratamientos</b>	<b>Repetición</b>	<b>Contenido de Azúcares Totales</b>	
		<b>(g/100g)</b>	<b>Media ± desviación estandar</b>
<b>A</b>	<b>I</b>	57,2	58,5 ± 1,1
	<b>II</b>	59,6	
	<b>III</b>	58,7	
<b>B</b>	<b>I</b>	59,2	58,2 ± 1,0
	<b>II</b>	57,1	
	<b>III</b>	58,4	
<b>C</b>	<b>I</b>	59,3	59,8 ± 0,4
	<b>II</b>	60,2	
	<b>III</b>	59,9	
<b>D</b>	<b>I</b>	45,8	45,2 ± 0,6
	<b>II</b>	44,5	
	<b>III</b>	45,3	
<b>E</b>	<b>I</b>	44,0	44,7 ± 0,5
	<b>II</b>	45,2	
	<b>III</b>	44,8	
<b>F</b>	<b>I</b>	46,8	47,1 ± 0,3
	<b>II</b>	47,5	
	<b>III</b>	47,0	
<b>G</b>	<b>I</b>	32,5	32,8 ± 1,0
	<b>II</b>	33,9	
	<b>III</b>	31,9	
<b>H</b>	<b>I</b>	31,3	32,6 ± 1,1
	<b>II</b>	33,0	
	<b>III</b>	33,6	
<b>I</b>	<b>I</b>	32,3	34,3 ± 1,8
	<b>II</b>	36,1	
	<b>III</b>	34,6	

**Anexo 3.****Contenido de Ácidez de los Tratamientos**

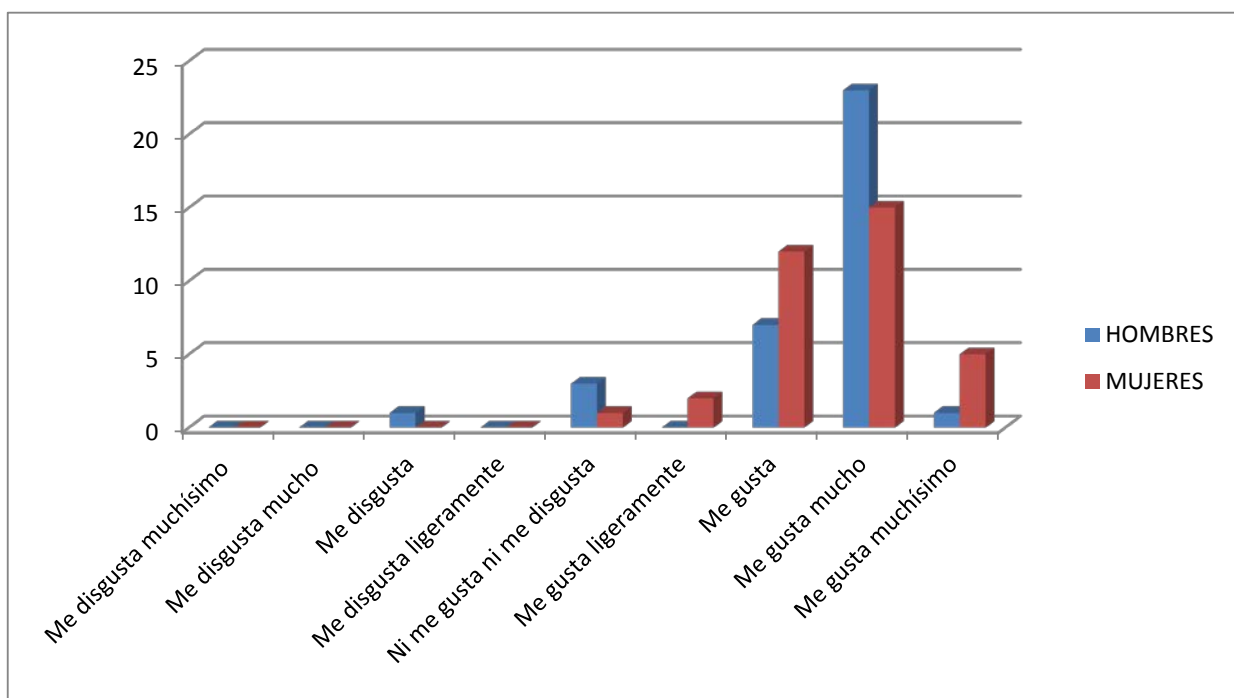
<b>TRATAMIENTO</b>	<b>REPETICIÓN</b>	<b>Contenido de Acidez</b>	
		<b>(g/100g)</b>	<b>Media <math>\pm</math> desviación estandar</b>
<b>A</b>	<b>I</b>	4,3	4,2 $\pm$ 0,2
	<b>II</b>	4,4	
	<b>III</b>	3,9	
<b>B</b>	<b>I</b>	4,2	4,2 $\pm$ 0,2
	<b>II</b>	4,0	
	<b>III</b>	4,3	
<b>C</b>	<b>I</b>	2,6	2,8 $\pm$ 0,2
	<b>II</b>	2,8	
	<b>III</b>	3,1	
<b>D</b>	<b>I</b>	5,2	5,0 $\pm$ 0,3
	<b>II</b>	5,2	
	<b>III</b>	4,7	
<b>E</b>	<b>I</b>	4,4	4,5 $\pm$ 0,5
	<b>II</b>	4,0	
	<b>III</b>	5,1	
<b>F</b>	<b>I</b>	3,5	3,1 $\pm$ 0,3
	<b>II</b>	2,7	
	<b>III</b>	3,2	
<b>G</b>	<b>I</b>	4,1	4,4 $\pm$ 0,2
	<b>II</b>	4,5	
	<b>III</b>	4,5	
<b>H</b>	<b>I</b>	4,7	4,6 $\pm$ 0,1
	<b>II</b>	4,8	
	<b>III</b>	4,5	
<b>I</b>	<b>I</b>	3,1	3,0 $\pm$ 0,1
	<b>II</b>	3,0	
	<b>III</b>	2,9	



#### Anexo 4.

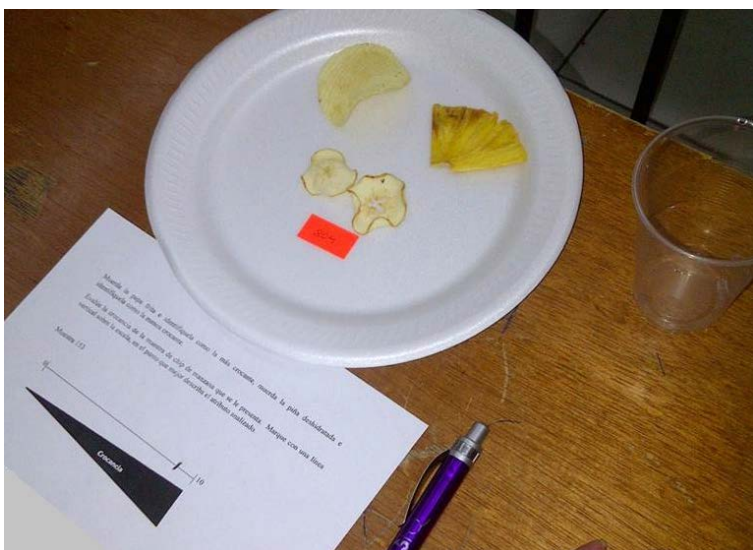
#### Resultados Prueba de Nivel de Agrado

Nivel de Agrado	Respuestas	Hombres	Mujeres
Me disgusta muchísimo	0	0	0
Me disgusta mucho	0	0	0
Me disgusta	1	1	0
Me disgusta ligeramente	0	0	0
Ni me gusta ni me disgusta	4	3	1
Me gusta ligeramente	2	0	2
Me gusta	19	7	12
Me gusta mucho	38	21	17
Me gusta muchísimo	6	2	4
Total	70	34	36



## Anexo 5.

### Resultados Prueba Sensorial de Nivel de Crocancia



Jueces	Nivel de Crocancia (escala 0-10cm)
1	9,2
2	8,2
3	8,8
4	8,4
5	9,0
6	7,8
7	9,8
8	9,7
9	9,1
10	7,3
11	9,2
12	8,6
13	9,7
14	9,4
15	8,9
<b>Media</b>	8,9
<b>Desviación Estándar</b>	0,7

## Anexo 6.

### Ficha Técnica de la Manzana

#### FICHA TÉCNICA PARA LA RECEPCION DE MANZANA ANNA

Área encargada: Departamento de Gestión de Calidad  
Encargado: Jefe de Control de Calidad

Código: MA 003  
Vigencia: Enero, 2013  
Versión: 01

#### 1. Descripción del Producto:



1.1 Nombre común: Manzana

1.2 Nombre científico: *Malus domestica*

Familia: Rosaceae

Género: *Pyrus*

Especie: *Malus L.*

1.3 Variedad: Manzana Anna

1.4 Procedencia de la fruta: Puenbo, Ecuador

#### 2. Características del producto

2.1 Características Cualitativas

Color: Característico

Olor: Característico

## FICHA TÉCNICA PARA LA RECEPCION DE MANZANA ANNA

Área encargada: Departamento de Gestión de Calidad  
Encargado: Jefe de Control de Calidad

Código: MA 003  
Vigencia: Enero, 2013  
Versión: 01

Materia Extraña: Ausencia (plásticos, cabello, piedras y gusanos)

Color: verde-rojo, acorde a un estándar de color.

°Brix: 10.

Defectos: Moretones, cortes, fruto podrido. Máximo aceptable, 5 %.

Plagas: Ausencia

### 2.2 Características Cuantitativas

Se recibirán en cajas de 20 kg

Longitud promedio 7.00 cm

Longitud mínima 5.50 cm

Longitud máxima 8.50 cm

Ancho NA

### 2.3 Especificaciones Microbiológicas

Coliformes totales	< 3 ufc/g
E. coli	máx. 10 ufc/g
Mesófilos	800 ufc/g
Parásitos	Ausencia
Levaduras	máx. 100 ufc/g
Mohos	máx. 50 ufc/g

## FICHA TÉCNICA PARA LA RECEPCION DE MANZANA ANNA

Área encargada: Departamento de Gestión de Calidad  
Encargado: Jefe de Control de Calidad

Código: MA 003  
Vigencia: Enero, 2013  
Versión: 01

### 3. Inspección

#### 7. Inspección

Criterio para muestreo está basado en la NORMA INEN 255 (Procedimientos de muestreo y tablas para la inspección por atributos).

Nivel de Inspección            S-2

AQL                                    4


El producto se rechazará dependiendo de los resultados obtenidos de la muestra que se tomará por el lote recibido, indicado según la norma establecida.

Desarrollado por:  
Gestión de Calidad

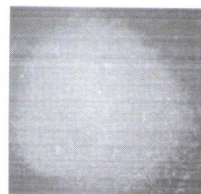
Revisado por:  
Jefe de Gestión de Calidad

Autorizado por:  
Jefe de Planta

## Anexo 7. Ficha Técnica Sacarosa

		<b>ESPECIFICACIONES DE CALIDAD DE MATERIAS PRIMAS</b>	
<b>FECHA ELABORACIÓN</b> Marzo 2009		<b>FECHA ACTUALIZACIÓN</b> Julio 2010	<b>CODIGO:</b> MR/EC/PR-008

**NOMBRE DEL PRODUCTO:** AZUCAR BLANCO



### INFORMACIÓN GENERAL

**Proveedor:** INGENIO LA TRONCAL (ECUDOS S.A.)  
**Normas que aplican:** NTE INEN 0259:00 1R

### ESPECIFICACIONES


#### Especificaciones sensoriales

<b>Color:</b>	Blanco
<b>Olor:</b>	Ligeramente dulce
<b>Sabor:</b>	Dulce
<b>Apariencia general:</b>	Cristales, libre sabores y olores extraños

#### Especificaciones fisico-químicas

Parámetro	Unidades	Valor	Método
Polarización 20°C	°Z	99.40 Min.	ICUMSA GS2
Humedad	%	0.06 Max.	ICUMSA GS2
Cenizas por conductividad	%	0.10 Max.	ICUMSA GS2
Azucares reductores	%	0.10 Max.	ICUMSA GS2
Color	U.I.	300 Max.	ICUMSA GS2
Turbidez	U.I.	150 Max.	ICUMSA GS2
Dióxido azufre	mg/kg	50 Max.	ICUMSA GS2
Materia insoluble en agua	mg/kg	150 Max.	ICUMSA GS2
Potencial floc	u.m.a.	0.14 Max.	SM-PR-006.04

<b>ELABORADO POR</b> Verónica Cuenca Control de Calidad	<b>REVISADO POR:</b> Santiago Capello Gerencia General	<b>APROBADO POR:</b> Santiago Capello Gerencia General
---------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------

	<b>ESPECIFICACIONES DE CALIDAD DE MATERIAS PRIMAS</b>	
	<b>FECHA ELABORACIÓN</b> Marzo 2009	<b>FECHA ACTUALIZACIÓN</b> Junio 2010

**TIEMPO DE VIDA ÚTIL:** 1 año

**ENVASE:** Sacos de 50 kg

**ALMACENAMIENTO:**

Mantener en un lugar fresco y seco.  
 Guardar en envases bien cerrados.  
 Proteger de la luz directa.

**TRANSPORTE:**

En camiones cerrados, limpios que no transporten alimentos u otros tipos de materiales no *compatibles*.

**MUESTREO:**

Según la norma militar Standard, inspección normal II, AQL 1.0



# Anexo 8. Ficha Técnica Glucosa



**Industrias del Maíz S.A.**  
Corn Products Andina



## CERTIFICADO DE ANÁLISIS

Página 1,  
Fecha: 28.07.2012



**La Casa de los Químicos**  
Av. América 118-17 y Asunción  
2 503-475 / 2 503-428  
QUITO - ECUADOR

### Dirección de Embarque del Proveedor

Planta: Cali Manufactura  
CRA 5 No. 52-56  
CALI (VALLE DEL CAUCA) 76 76001  
CO  
Tel: (052) 4315000

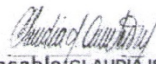
### Información de Embarque del Proveedor:

No. Entrega: 0080920341  
Orden de Venta/Artículo : 0000757545 000010  
Cantidad: 47,000 UN

Nota: Producto elaborado y analizado en la planta 4550 ( Cali Manufactura )  
Producto: 010500010I GLUCOSA ACIDA-TPL300-GL1130-EXP  
Marca: GLUCOSA GLOBE 1130 X 300 kg EX  
Lote: 0000674387

Fecha de Fabricación: 20.06.2012  
Fecha de Vencimiento: 18.02.2013

Análisis	Métodos	Resultados	Mínimo	Máximo
Baumé Comercial(140F/60F), Bé	AUTOMATICO	43,1	43,0	43,5
Color (Densidad Óptica)	CP.SMA C100	0,6	0,0	1,0
Dextrosa Equivalente, %	CP.SMA D30	39,9	38,0	42,0
pH	CP.SMA P40	5,05	4,80	5,20
SO <sub>2</sub> , ppm	CP.SMA S120	212,000	100,000	250,000
Sólidos Brix 20°C, %	AUTOMATICO	83,09	82,80	83,90
Olor	P.MOA E133	B	A	B
Sabor	P.MOA E133	B	A	B
TPC, UFC/g	CP.SMA I.A	< 5	0	500
Hongos y Levaduras, UFC/g	CP.SMA II.A	< 5	0	250
E.Coli /g	CP.SMA IV.D	NEGATIVO	NEGATIVO	NO DETECTAB
Salmonella y Shigella /25g	CP.SMA V.A	NEGATIVO	NEGATIVO	NO DETECTAB

Información Adicional	Responsables
Interpretación de las letras A, B, C ó D: A = Superior (Igual o similar al estándar) B = Aceptable (Pequeña diferencia en relación del estándar) C = No satisfactorio ( Gran diferencia en relación del estándar)	 <b>Responsable: CLAUDIA ISABEL QUINTERO MUÑOZ</b> GERENTE DE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD Documento emitido electrónicamente Emitido por:



## Anexo 9. Ficha Técnica Acido Cítrico



# 石河子市长运生化有限责任公司

SHIHEZI CITY CHANGYUN BIOCHEMICAL CO., LTD

地址: 中国新疆石河子市北三路 12 号 电话(Tel): 86-993-2918472  
 Add: No.12 North 3 Road, Shihezi, 传真(Fax): 86-993-2516874  
 Xinjiang, P. R. China 邮编 (P. C.): 832005

## Certificate of Analysis

COMMODITY: CITRIC ACID ANHYDROUS  
 BATCH NO: SHZCY-A0338  
 QUANTITY: 40 MTS /1600 BAGS  
 STANDARD: BP2008/USP30/FCCVI/E330

GRANULAR SIZE: 30-100 MESH  
 DATE OF MANUFACTURING: NOVEMBER 29, 2010  
 DATE OF TESTING: NOVEMBER 29, 2010  
 DATE OF REPORT: NOVEMBER 29, 2010  
 DATE OF EXPIRY: NOVEMBER 28, 2013

PACKING: IN 25KG NET KRAFT PAPER PLASTIC COMPOUND BAGS WITH INNER LINER.

	Item	BP2008	USP30	FCCVI	E330	Test Result
1	Definition	Test passed			White or colourless, odourless crystalline powder With very sour taste	Pass test
2	Characteristics	Colorless crystals or white crystalline powder	Colorless crystals or white crystalline powder	Colorless crystals or white crystalline powder	Easily soluble in water, freely soluble in alcohol	Pass test
3	Identification	Test passed	Test passed	Test Passed		Pass test
4	Clarity of solution	Test passed				Pass test
5	Color of solution	Test passed				Pass test
6	Readily carbonisable substance	Test passed	Test passed	Test passed	No More Than Standard	Pass test
7	Oxalates	350 ppm max	Test passed	Test passed	100 ppm max	100 ppm
8	Sulphates	150 ppm max	Test passed		150 ppm max	<150 ppm
9	Heavy metals (As PB)	10 ppm max	10 ppm max	5 ppm max	5 ppm max	< 5 ppm
10	Water	1.0% max	0.5% max	0.5% max	0.5% max	0.16%
11	Sulphated ash	0.1% max	0.05% max		0.05% max	0.02%
12	Bacterial endotoxins	0.5 I.U./Mg max				< 0.5 I.U./Mg
13	Aluminium	0.2 ppm max				< 0.2 ppm
14	Lead			0.5 ppm max	1 ppm max	<0.5 ppm
15	Arsenide		3 ppm max		1 ppm max	< 1 ppm
16	Iron				50 ppm max	< 50 ppm
17	Chlorides				50 ppm max	< 50 ppm
18	Mercury				1ppm max	< 1 ppm
19	Organic volatile impurities		Test passed			Pass test
20	Ignition residue			0.05% max		
21	Tridodecylamine			0.1 ppm max		
22	Ultraviolet radiation absorptivity (PAH) %			280-289 nm 0.25 290-299 nm 0.20 300-359 nm 0.13 360-400 nm 0.03		
20	Content	99.5%-101.0%	99.5%-100.5%	99.5% - 100.5%	99.5% - 100.5%	99.9%

Result: Conform to the standard: BP2008/USP30/FCCVI/E330

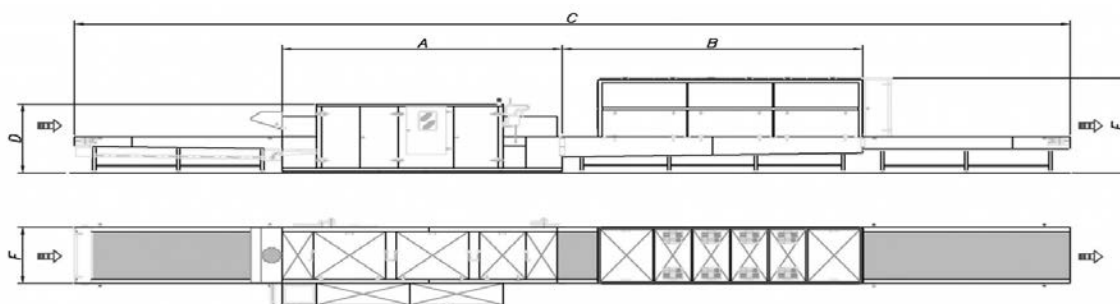
## Anexo 10. Línea de lavado MOD.T2 Dincox SL (España)



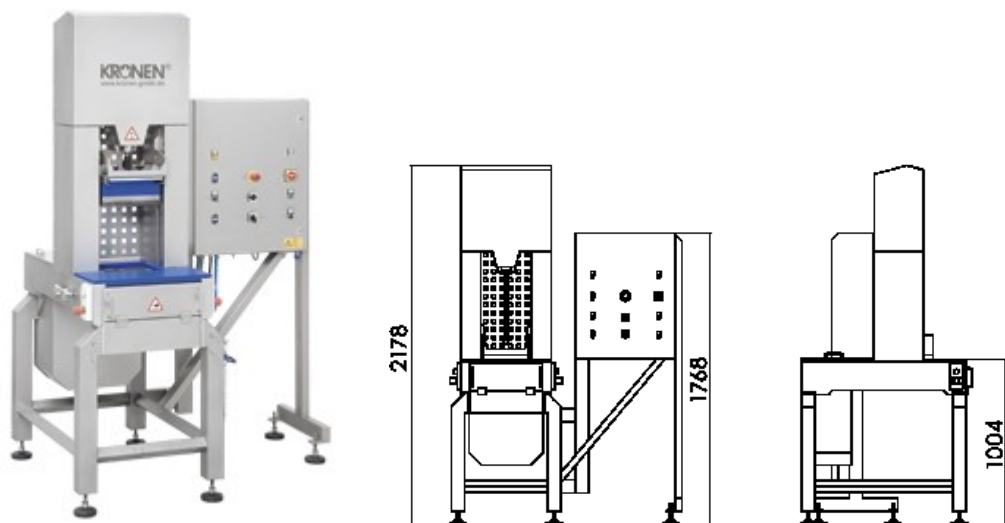
### Ficha Técnica MOD.T

	T-2	T-3
Capacidad productiva	10-15 Tn/hora	15-20 Tn/hora
Potencia bomba	5 Kw	7.5 KW
Capacidad depósito	1100 l	1600 l
Fases	Lavado / Aclarado / Desinfectado / Secado / Abrillantado / Secado	Lavado / Aclarado / Desinfectado / Secado / Abrillantado / Secado
Sistema calefacción	Lavado: Resist. Eléct. / Vapor / Gasoil / Gas Secado: Resist. Eléct. / Vapor	Lavado: Resist. Eléct. / Vapor / Gasoil / Gas Secado: Resist. Eléct. / Vapor
Tipo de filtro	Filtro Rotativo Autolimpiante + Filtro Separador de Sólidos -opcional-	Filtro Rotativo Autolimpiante + Filtro Separador de Sólidos -opcional-
Potencia secado	3 x 5.5 KW	6 x 5.5 KW

### Plano



## Anexo 11. Rebanadora Multislicer. Kronen, Alemania



### Ficha Técnica Multislicer.

Medidas	
Largo	1040 Mm
Ancho	1400 Mm
Alto	2180 Mm
Peso	300 Kg
Altura de carga y descarga	1004 mm
Altura de descarga	817 mm
Potencia eléctrica	
Rendimiento	2.5 kW
Voltaje	3~400 Volt N/PE
Frecuencia	50 Hz
Agua	
Conexión hidráulica	Nein Texto
Neumática	
Presión	6 bar
Consumo de aire	80 Norma litro / min
Datos concernientes al proceso	
Cantidad por hora	400 pz/h

## Anexo 12. Equipo de Deshidratación Osmótica EX1 Argental, Argentina



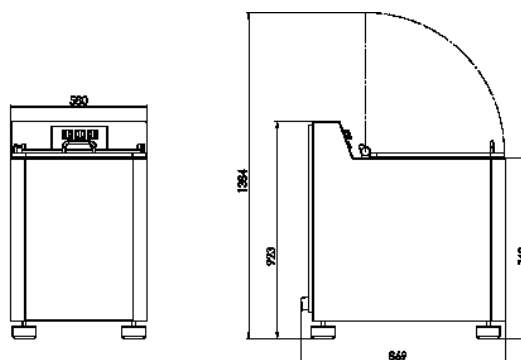
Construida en acero inoxidable A.I.S.I. 304, de 1,5 mm de espesor, con un diámetro de 4000 mm. y altura de 900 mm interior. Capacidad de jarabe 50 lts, capacidad de carga 4 contenedores de 450 mm x 700 mm x 100 mm de ancho. Sistema de traslación por rotación de canastos dentro del jarabe, agitación y cambio de exposición del producto, por medio de motorreductor de velocidad variable. Sistema de calefacción del jarabe, eléctrico con termostato digital de variación mas/menos 1°C. Sistema de control de nivel de glucosa o sacarosa del jarabe por refractómetro. Sistema de control de tiempo por temporizador digital.

### Anexo 13. Centrifugadora K50-ECO 600 Kronen, Alemania



#### Ficha Técnica

Medidas	
Largo	869 mm
Ancho	580 mm
Alto	923 mm
Peso	140 Kg
Altura de carga y descarga	768 mm
Altura de descarga	768 mm
Potencia eléctrica	
Rendimiento	0.75 kW
Voltaje	3~400 Volt N/PE
Frecuencia	50 Hz
Agua	
Volumen de la cesta	44 L
Datos concernientes al proceso	
Revoluciones	600 r.p.m.
Tiempo de centrifugación	fijo



## Anexo 14.

### Horno Rotativo FE472 Argentall, Argentina



#### Ficha Técnica

Alto	2085 mm
Ancho	1236 mm
Prof.	1615 mm Sin Campana
	2026 mm Con
Prof.	Campana

**Chapería Exterior:** Chapa Inox

**Campana:** Sin Rejilla

**Extractor:** Estándar

**Puerta Cámara de Cocción:**

Manija cromada aislada térmicamente

Doble punto de cierre + anclaje vertical

Doble vidrio c/ bisagra

Burlete silicona y chapa

**Iluminación:** En cámara de cocción, acceso y mantenimiento por la columna

**Panel de Comando:** Digital estándar (Opc. Programable) y electromecánico auxiliar

**Vaporización:** Automática / Manual con uso panel auxiliar

**Movimiento de carro:** Bastidor

**Cantidad de estantes estándar:** 15

**Tamaño bandejas:** 45 x 70

**Sup. de Cocción:** 4,72 m<sup>2</sup>

**Peso Neto del horno:** 795 Kg

**Ubicación Hornalla:** Trasera (acceso lateral)

**Ubicación recirculador:** Superior

**Espacio para acceso:**

Lateral 700

Posterior (No necesita)

## Anexo 15. Empacadora manual para alimentos secos modelo. E.M.G 20



### FICHA TECNICA:

- Capacidad de producción: Hasta 1.000 bolsas/hora.
- Capacidad de las bolsas:  $\frac{1}{2}$ , 1 kilo.
- Productos a empacar: Granos secos, snacks, frutas secas

### DESCRIPCION DEL EQUIPO

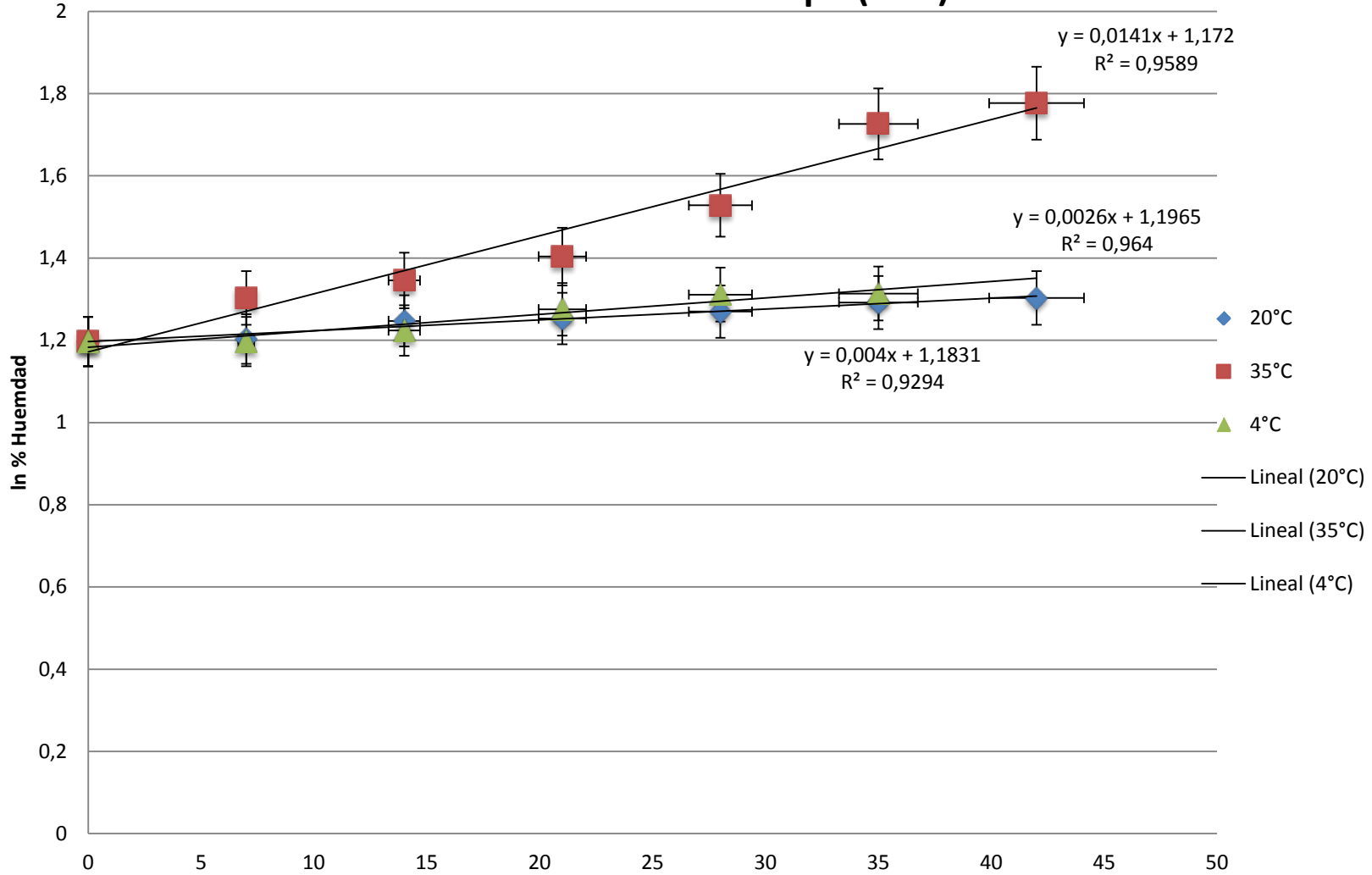
- Fabricada en acero inoxidable A.I.S.I 430.externo con estructura en ángulo de  $1\frac{1}{2}''$  h/r. Equipada con tolva de alimentación de 50 kilos en acero inoxidable A. I. S. I. 430.
- La maquina dosifica el producto y sella la bolsa con gran exactitud y confiabilidad.
- Accionada a pedal.
- Aspectos que garantizan una larga vida útil del equipo, conservando las características estéticas que brinda el acero inoxidable al paso del tiempo.

**Anexo 16. Resultados Modelo de Degradación Cinética para el Estudio de Vida Útil**

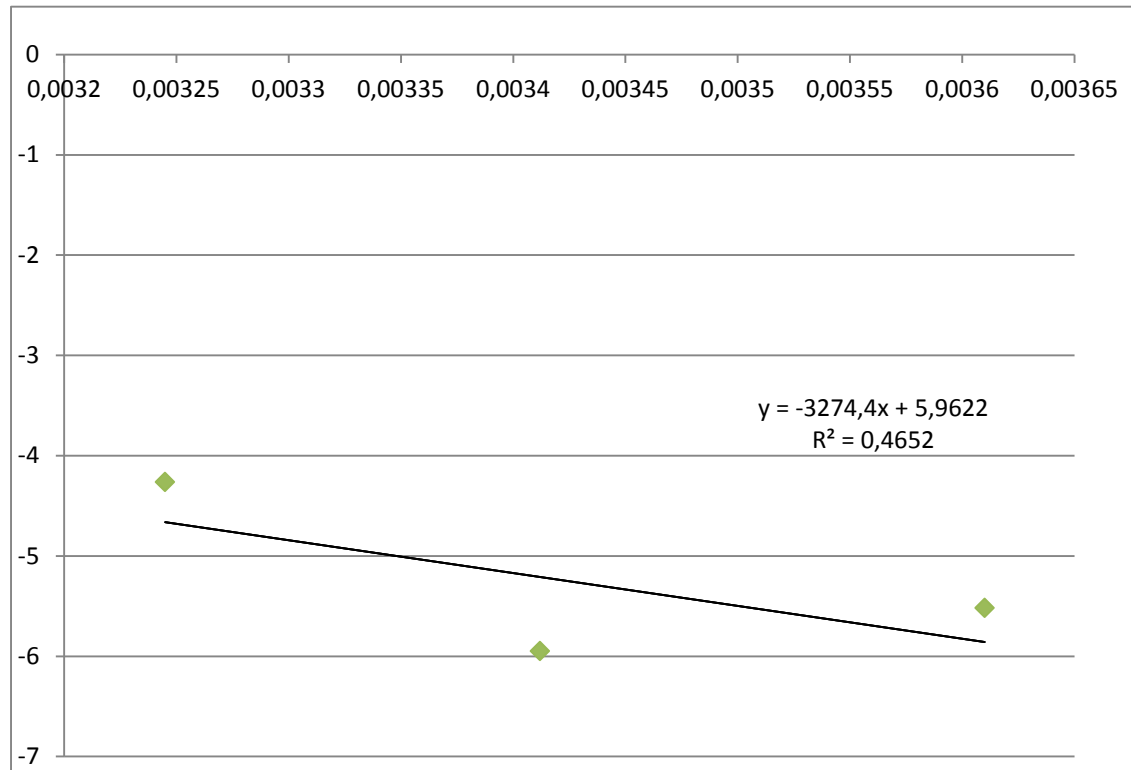
<b>DÍA</b>	<b>20°C</b>		<b>35°C</b>		<b>4°C</b>	
	<b>% Humedad</b>	<b>ln % Humedad</b>	<b>% Humedad</b>	<b>ln % Humedad</b>	<b>% Humedad</b>	<b>ln % Humedad</b>
<b>0</b>	3,31	1,20	3,31	1,20	3,31	1,20
<b>7</b>	3,33	1,20	3,68	1,30	3,31	1,20
<b>14</b>	3,48	1,25	3,84	1,35	3,4	1,22
<b>21</b>	3,50	1,25	4,07	1,40	3,58	1,28
<b>28</b>	3,56	1,27	4,61	1,53	3,71	1,31
<b>35</b>	3,64	1,29	5,62	1,73	3,72	1,31
<b>42</b>	3,68	1,30	5,91	1,78	3,72	1,31



# In % Humedad vs Tiempo (días)



Temperatura °C	k	ln k	1/T(°K)	ln k	T
4	0,004	-5,52	0,00361	-5,52	4
20	0,0026	-5,95	0,003412	-5,95	20
35	0,0141	-4,262	0,003245	-4,262	35



3274,4	<b>EA/R</b>
6,48	<b>EA</b>

**Cálculo del ko promedio.**

Temperatura	1/T Kelvin	k	Ln k	Cálculo ko: $\ln k = \ln ko - \frac{Ea}{R} \left( \frac{1}{T} \right)$	ko
4°C	0,00361	0,004	-5,52	$\ln 0,004 = \ln ko - \frac{6,48}{1,98 \times 10^{-3}} \left( \frac{1}{277} \right)$	539,15
20°C	0,003412	0,0026	-5,95	$\ln 0,0026 = \ln ko - \frac{6,48}{1,98 \times 10^{-3}} \left( \frac{1}{293} \right)$	184,93
35°C	0,003245	0,0141	-4,26	$\ln 0,0141 = \ln ko - \frac{6,48}{1,98 \times 10^{-3}} \left( \frac{1}{308} \right)$	581,57
<b>ko promedio</b>					435,22

Temperatura Tentativa de Conservación (°C)	Calculo de k: $k = ko \text{ promedio } e^{-\frac{Ea}{R} \left( \frac{1}{T} \right)}$	k	Cálculo de Tiempo de vida útil en días: $\ln \frac{D_0}{D_t} = k x t$	Tiempo (días)	Tiempo (meses)
4	$k = 435,22 e^{-\frac{6,48}{1,98 \times 10^{-3}} \left( \frac{1}{277} \right)}$	0,0032	$\ln \frac{3,31}{5,91} = 0,0032 x t$	180,93	6,03
15	$k = 435,22 e^{-\frac{6,48}{1,98 \times 10^{-3}} \left( \frac{1}{288} \right)}$	0,0051	$\ln \frac{3,31}{5,91} = 0,0051 x t$	113,53	3,78
20	$k = 435,22 e^{-\frac{6,48}{1,98 \times 10^{-3}} \left( \frac{1}{293} \right)}$	0,0061	$\ln \frac{3,31}{5,91} = 0,0061 x t$	95,03	3,16
35	$k = 435,22 e^{-\frac{6,48}{1,98 \times 10^{-3}} \left( \frac{1}{308} \right)}$	0,0110	$\ln \frac{3,31}{5,91} = 0,0110 x t$	52,64	1,75

## Anexo 17. Certificado de Análisis de Fibra Alimentaria Emitido por Seidlab

	<b>SEIDLABORATORY Cia. Ltda.</b> Servicio Integral de Laboratorio	Laboratorio acreditado por: American Association For Laboratory Accreditation  Certificados N° 2102-01/02									
LABORATORIO ACREDITADO BAJO NORMA ISO/IEC 17025											
<b>INFORME DE ENSAYO NR. 68179</b>											
<b>TIPO MUESTRA:</b> Declarada por el cliente como:	<b>MANZANA DESHIDRATADA</b>										
<b>CODIGO LABORATORIO:</b>	68179- 1										
<b>TIPO DE PRODUCTO:</b>	MANZANA DESHIDRATADA										
<b>CLIENTE:</b>	SR. DIEGO MORA										
<b>DIRECCION:</b>	BREDAS E 965										
<b>CONDICION LLEGADA Y TIPO DE ENVASE</b>	FUNDA ZIPLOC CERRADA										
<b>NUMERO DE LOTE:</b>	ND										
<b>FECHA RECEPCION:</b>	13/03/20										
<b>FECHA INICIO ENSAYO:</b>	13/03/20										
<b>CONTENIDO DECLARADO:</b>	ND										
<b>CONTENIDO ENCONTRADO:</b>	35,5 g										
<b>FECHA DE ELABORACION:</b>	ND										
<b>FECHA DE CADUCIDAD:</b>	ND										
<b>CONDICIONES AMBIENTALES DE LLEGADA DE LA MUESTRA:</b>	Temperatura 22 ° C	Humedad relativa 43 %									
<b>FORMA DE CONSERVACIÓN:</b>	AMBIENTE										
<b>MUESTREO:</b>	ES RESPONSABILIDAD DEL CLIENTE										
<table border="1"><thead><tr><th>ENSAYOS FISICO QUIMICOS</th><th>METODO</th><th>UNIDAD</th><th>RESULTADO</th></tr></thead><tbody><tr><td>Fibra dietaria</td><td>AOAC 945.38</td><td>%</td><td>6,62</td></tr></tbody></table>				ENSAYOS FISICO QUIMICOS	METODO	UNIDAD	RESULTADO	Fibra dietaria	AOAC 945.38	%	6,62
ENSAYOS FISICO QUIMICOS	METODO	UNIDAD	RESULTADO								
Fibra dietaria	AOAC 945.38	%	6,62								
<b>NS:</b> No solicita el cliente/ <b>ND:</b> No declara.											
Datos tomados del cuaderno de Fibra dietaria Pág. 140 B											
Los resultados expresados arriba tienen validez solo para la muestra analizada en condiciones específicas no siendo extensivo a cualquier lote.											
Este informe no será reproducido, excepto en su totalidad con la aprobación del Director Técnico											
• <b>Tiempo de almacenamiento de informes:</b> Cinco años a partir de la fecha de ingreso de la muestra											
Atentamente,		13/03/26	<b>FECHA EMISION</b>								
 Dra. Mayra Vinueza Director de Calidad											
Página 1 de 1											
Melchor Toaza N61-63 entre Av. del Maestro y Nazareth Telfs.: 248 3145 / 280 8849 / 247 6314 / 247 7095 Telefax: 280 8825 • E-mail: seidla@uio.satnet.net											

## Anexo 18. Encuesta Estudio de Mercado

### Encuesta de Estudio de Mercado

Estimada (o) Sr. Sra., estamos realizando un estudio de mercado para determinar la factibilidad de producir chips de manzana.

Por favor, responda las siguientes preguntas:

1. ¿Es usted consumidor regular de productos tipo chips, como por ejemplo papas fritas, yucas fritas o frutas deshidratadas?

Si \_\_\_ No \_\_\_

2. ¿Estaría dispuesto a consumir un producto tipo chips a base de manzanas pero sin la adición de grasa?

Si \_\_\_ No \_\_\_

Si su respuesta es No por favor indique su razón \_\_\_\_\_

y continúe a las preguntas 8, 9 y 10, si no es así, prosiga con la encuesta.

3. Indique, ¿con qué frecuencia estaría dispuesto a consumir este producto?

Diariamente \_\_\_\_\_

1 vez por semana \_\_\_\_\_

2 veces por semana \_\_\_\_\_

3 veces por semana \_\_\_\_\_

1 vez cada 15 días \_\_\_\_\_

1 vez cada mes \_\_\_\_\_

Otro (especifique) \_\_\_\_\_

4. ¿Qué cantidad del producto consumiría, cada vez que lo adquiriera?

15 g. (media funda tamaño personal 17 cm x 14 cm)

30 g. (una funda tamaño personal 17 cm x 14 cm)

60 g. (dos fundas tamaño personal 17 cm x 14 cm)

90 g (tres fundas tamaño personal 17 cm x 14 cm)

5. ¿En qué momento del día consumiría el producto?

- Desayuno \_\_\_\_\_
- Medio día \_\_\_\_\_
- Almuerzo \_\_\_\_\_
- Media tarde \_\_\_\_\_
- Merienda \_\_\_\_\_
- Cualquier momento del día \_\_\_\_\_

6. ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por una presentación de una funda tamaño personal de 30 g?

- 35 ctvs
- 55 ctvs
- 75 ctvs
- 1 dólar

7. ¿Dónde le gustaría encontrar el producto?, puede escoger más de una respuesta.

- Tiendas de barrio \_\_\_\_\_
- Supermercado \_\_\_\_\_
- Gasolineras \_\_\_\_\_
- Farmacias \_\_\_\_\_
- Delicatesen \_\_\_\_\_

A fin de realizar un estudio sociológico, por favor responda las siguientes preguntas:

8. ¿A qué grupo de edad pertenece?

- 18 – 25 \_\_\_\_\_
- 26 – 30 \_\_\_\_\_
- 31 – 40 \_\_\_\_\_
- 41 – 50 \_\_\_\_\_
- 51 – 60 \_\_\_\_\_
- Mayor a 60 \_\_\_\_\_

9. Genero

M\_\_\_\_\_

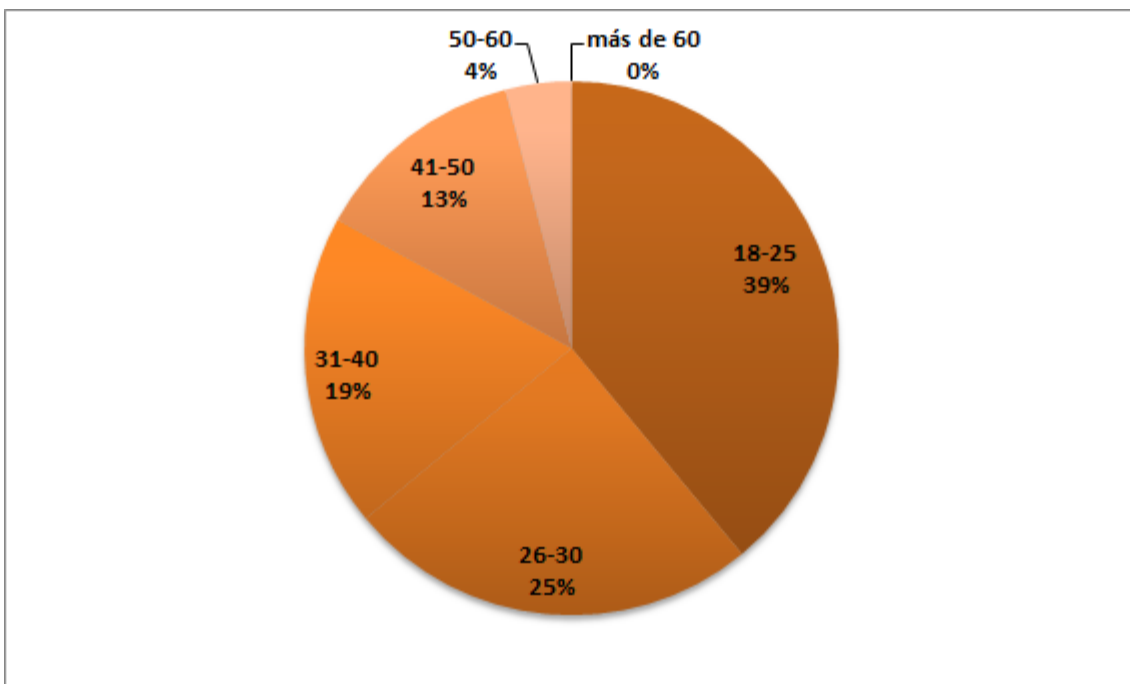
F\_\_\_\_\_

10. Su ingreso personal está entre

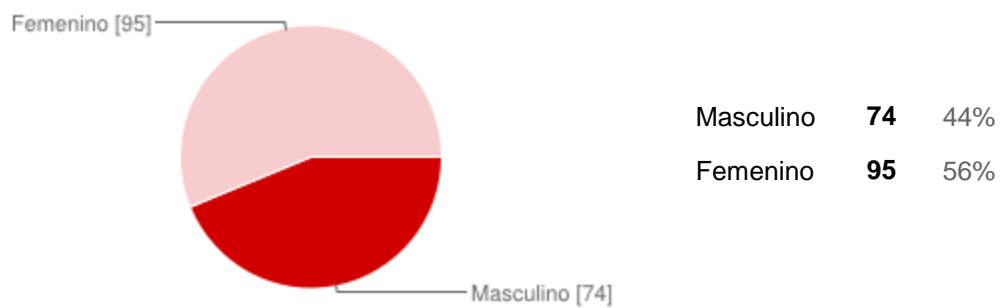
Hombres	Mujeres
0 -215	0 - 131
216- 311	131 - 193
312 -388	194 - 271
389 – 515	272- 375
515 – más	376 - más

## Anexo 19. Resultados estudio sociológico

### Edades de encuestados



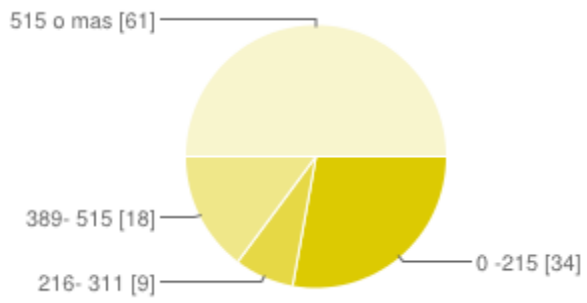
### Genero de encuestados



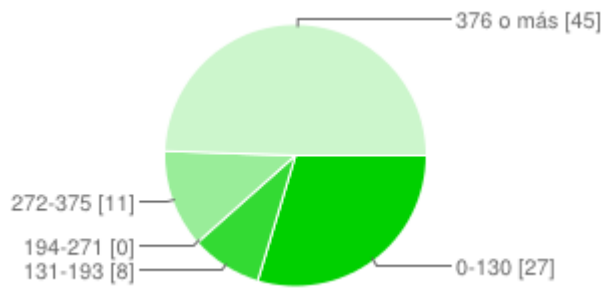


## Ingresos de encuestados

### Hombres



### Mujeres



**Anexos 20, 21 y 22.**

**Norma INEN 060: 2012, Norma INEN 1334-2-1:2011, Norma INEN 476-1998**