

**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

TEMA

**Desarrollo de compota de banano orgánico (*Musa
acuminata* AAA) enriquecida con harina de
quinua (*Chenopodium quinoa* W)**

AUTOR

Durán Saavedra, Edwin Steven

**Trabajo de titulación previo a la obtención del grado de
INGENIERO AGROINDUSTRIAL
Con concentración en Agronegocios**

TUTOR

Ing. Velásquez Rivera Jorge Ruperto, M. Sc.

Guayaquil, Ecuador

Marzo de 2017



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo de titulación, fue realizado en su totalidad por **Durán Saavedra Edwin Steveen**, como requerimiento para la obtención del título de **Ingeniero Agroindustrial Con concentración en Agronegocios**

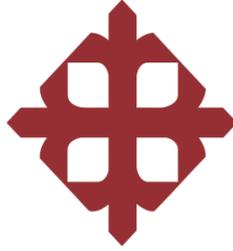
TUTOR

Ing. Velásquez Rivera Jorge Ruperto, M. Sc.

DIRECTOR DE LA CARRERA

Ing. Franco Rodríguez John Eloy, Ph. D.

Guayaquil, a los 17 días de Marzo de 2017



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, Durán Saavedra Edwin Steven

DECLARO QUE:

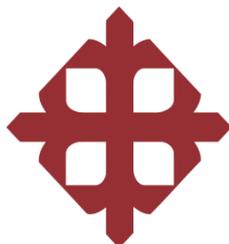
El Trabajo de Titulación, **Desarrollo de compota de banano orgánico (*Musa acuminata* AAA) enriquecida con harina de quinua (*Chenopodium quinoa* W)** previo a la obtención del título de **Ingeniero Agroindustrial Con concentración en Agronegocios**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, a los 17 días de Marzo de 2017

EL AUTOR

Durán Saavedra, Edwin Steven



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

AUTORIZACIÓN

Yo, Durán Saavedra Edwin Steven

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la publicación en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación, **Desarrollo de compota de banano orgánico (*Musa acuminata* AAA) enriquecida con harina de quinua (*Chenopodium quinoa* W)**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 17 días de Marzo de 2017

EL AUTOR

Durán Saavedra, Edwin Steven



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

CERTIFICACIÓN URKUND

La Dirección de las Carreras Agropecuarias revisó el Trabajo de Titulación “**Desarrollo de compota de banano orgánico (*Musa acuminata* AAA) enriquecida con harina de quinua (*Chenopodium quinoa* W.)**”, presentada por el estudiante **Durán Saavedra Edwin Steeven**, de la carrera **Ingeniería Agroindustrial con Concentración en Agronegocios**, obtuvo el resultado del programa URKUND el valor de 0 %, Considerando ser aprobada por esta dirección.

| URKUND | |
|----------------|---|
| Documento | Durán Steeven UTE B 2016.doc (D25488464) |
| Presentado | 2017-02-03 15:25 (-05:00) |
| Presentado por | ute.fetd@gmail.com |
| Recibido | alfonso.kuffo.ucsg@analysis.arkund.com |
| Mensaje | SRTTB2016 Durán Mostrar el mensaje completo |
| | 0% de esta aprox. 38 páginas de documentos largos se componen de texto presente en 0 fuentes. |

Fuente: URKUND-Usuario Alfonso Kuffó García, 2017

Certifican,

Ing. John E. Franco Rodríguez, PhD.
Director Carreras Agropecuarias
UCSG-FETD

Ing. Alfonso Kuffó García, M. Sc.
Revisor - URKUND

AGRADECIMIENTOS

Agradezco primero a Dios por brindarme la sabiduría y bendiciones, que me han permitido cumplir esta etapa tan anhelada en mi vida.

A mis padres, Mario y Fresia, por ser los pilares fundamentales de mi vida y ser un modelo de trabajo, responsabilidad, sencillez y honestidad, valores con los que he formado mi personalidad, por su apoyo incondicional y cariño que me han brindado desde siempre.

A mis amigos: Julady Maliza, Adolfo Filian, Luis Bula, Solange Castro, Mildred Paladines, Ing. José Guamán, Tnlgo. Eddie Paladines, Joan Santinez, Roger Rojas y Sangy Peñaranda, quienes fueron una valiosa fuente de experiencias de trabajo y aprendizaje compartido que enriqueció mi visión y criterio.

A mi Escuela Sucre, el Colegio Técnico Jambelí y la U.C.S.G.; instituciones a las que he pertenecido, por dedicar sus esfuerzos a la formación de ciudadanos de bien y realizarnos como profesionales éticos, por brindarme esta oportunidad y haber hecho posible concluirla.

A mi tutor y maestro el M.Sc. Jorge Velásquez Rivera quien fue mi guía y mentor para la realización de este trabajo, por compartir sus conocimientos para poder crecer profesionalmente.

Edwin Steveen Durán Saavedra

DEDICATORIA

Dedico este logro a mis padres, que me brindaron apoyo incondicional en el camino para poder concluir con éxito mis estudios, por su fe y confianza en mí fuerza, sabiduría y constancia, por creer que puedo hacer cosas grandes; a mis hermanas Liz y Nazrly que estuvieron siempre recordándome cuánto vale el esfuerzo y sacrificio; y amigos por sus sabios consejos.

Edwin Steveen Durán Saavedra



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

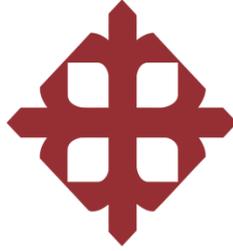
**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Ing. Jorge Ruperto Velásquez Rivera, M. Sc
TUTOR

Ing. John Eloy Franco Rodríguez, Ph. D.
DIRECTOR DE CARRERA

Ing. Manuel Donoso Bruque, M. Sc.
COORDINADOR DEL ÁREA



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

CALIFICACIÓN

Ing. Jorge Ruperto Velásquez Rivera, M. Sc
TUTOR

ÍNDICE GENERAL

| | |
|---|-----------|
| 1. INTRODUCCIÓN..... | 18 |
| 1.1 Objetivos..... | 19 |
| 1.1.1 Objetivo general. | 19 |
| 1.1.2 Objetivos específicos. | 19 |
| 1.2 Hipótesis | 20 |
| 2. MARCO TEÓRICO..... | 21 |
| 2.1. La Quinoa (<i>Chenopodium quinoa</i> W) | 21 |
| 2.1.1. Generalidades..... | 22 |
| 2.1.2. Usos de la quinoa (<i>Chenopodium quinoa</i> W). | 26 |
| 2.1.3. Ventajas de la quinoa..... | 27 |
| 2.1.4. Harina de quinoa..... | 27 |
| 2.1.5. Rendimiento en la obtención de harinas..... | 30 |
| 2.1.6. Calidad física, química y microbiológica de las harinas. | 30 |
| 2.2. Banano orgánico (<i>Musa acuminata</i> AAA L)..... | 33 |
| 2.2.1. Generalidades..... | 33 |
| 2.2.2. Puré de banano orgánico | 38 |
| 2.2.3. Uso del puré de banano orgánico en los alimentos. | 40 |
| 2.2.4. Rendimiento en la obtención de purés. | 41 |
| 2.2.5. Calidad física, química y microbiológica de purés. | 41 |
| 2.3. Compota de banano orgánico..... | 44 |
| 2.3.1. Generalidades..... | 45 |
| 2.3.2. Calidad física, química, microbiológica y sensorial de las compotas..... | 45 |
| 2.3.3. Proceso de elaboración de compota de banano..... | 49 |
| 3. MARCO METODOLÓGICO | 50 |
| 3.1. Localización del ensayo | 50 |
| 3.2. Condiciones climáticas de la zona | 50 |
| 3.3. Materiales, insumos y reactivos..... | 51 |
| 3.4. Metodología de la obtención de la harina de quinoa | 51 |
| 3.4.1. Rendimiento. | 51 |
| 3.5. Metodología de la obtención del puré de banano orgánico | 52 |

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 3.5.1. | Rendimiento..... | 52 |
| 3.6. | Metodología para la obtención de la compota de banano orgánico enriquecida con harina de quinua | 54 |
| 3.6.1. | Diagrama de flujo de la compota de banano orgánico..... | 54 |
| 3.7. | Caracterización de la harina de quinua, puré de banano orgánico y compota | 55 |
| 3.7.1 | Granulometría..... | 55 |
| 3.7.2 | Humedad. | 55 |
| 3.7.3 | Cenizas..... | 56 |
| 3.7.4 | Análisis microbiológico..... | 56 |
| 3.7.5 | Acidez titulable..... | 58 |
| 3.7.6 | Sólidos solubles (°Brix)..... | 58 |
| 3.7.7 | Potencial de Hidrógeno (pH)..... | 59 |
| 3.7.8 | Color..... | 59 |
| 3.7.9 | Consistencia. | 60 |
| 3.7.10 | Ácido ascórbico. | 60 |
| 3.7.11 | Análisis sensorial. | 61 |
| 3.8. | Fórmula testigo utilizada para la elaboración de la compota..... | 62 |
| 3.9. | Restricciones aplicadas para el diseño de mezclas..... | 62 |
| 3.10. | Combinaciones de tratamientos | 63 |
| 3.11. | Diseño experimental..... | 64 |
| 3.12. | Análisis de la varianza..... | 64 |
| 3.13. | Variables evaluadas | 65 |
| 3.13.1. | Variables Cuantitativas: Físicas y químicas..... | 65 |
| 3.13.2. | Variables Cualitativas: Atributos sensoriales. | 65 |
| 3.14. | Manejo del ensayo..... | 66 |
| 4. | RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... | 67 |
| 4.1. | Calidad física, química y microbiológica de la harina de quinua (<i>Chenopodium quinoa W</i>)..... | 67 |
| 4.1.1. | Rendimiento..... | 67 |
| 4.1.2. | Granulometría. | 67 |
| 4.1.3. | Humedad. | 67 |
| 4.1.4. | Cenizas..... | 68 |
| 4.1.5. | Análisis microbiológico. | 68 |

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 4.2. | Calidad física, química y microbiológica del puré de banano orgánico (<i>Musa acuminata</i> AAA) | 68 |
| 4.2.1. | Acidez titulable. | 68 |
| 4.2.2. | Ácido ascórbico. | 69 |
| 4.2.3. | Sólidos solubles (°Brix). | 69 |
| 4.2.4. | Potencial de Hidrógeno (pH). | 70 |
| 4.2.5. | Color. | 70 |
| 4.2.6. | Consistencia..... | 70 |
| 4.2.7. | Humedad. | 71 |
| 4.2.8. | Análisis microbiológico. | 71 |
| 4.3. | Calidad física, química, microbiológica y sensorial de la compota de banano orgánico | 71 |
| 4.3.1. | Consistencia..... | 71 |
| 4.3.2. | Potencial de Hidrógeno (pH). | 72 |
| 4.3.3. | Sólidos solubles (°Brix). | 72 |
| 4.3.4. | Acidez titulable. | 72 |
| 4.3.5. | Ácido ascórbico. | 72 |
| 4.3.6. | Análisis microbiológico. | 75 |
| 4.3.7. | Análisis sensorial..... | 75 |
| 5. | CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... | 90 |
| 5.1. | Conclusiones | 90 |
| 5.2. | Recomendaciones | 91 |
| | BIBLIOGRAFÍA. | |
| | ANEXOS. | |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Composición nutricional de la quinua en 100 g de muestra | 24 |
| Tabla 2. Contenido de ácidos grasos en 100 g de muestra | 24 |
| Tabla 3. Contenido de aminoácidos en mg/100 g de muestra | 25 |
| Tabla 4. Contenido de vitaminas en 100 g de muestra | 26 |
| Tabla 5. Composición nutricional de la harina de quinua en 100 g de muestra | 30 |
| Tabla 6. Requisitos físicos y químicos de la harina de quinua | 32 |
| Tabla 7. Requisitos microbiológicos de la harina de quinua..... | 33 |
| Tabla 8. Clasificación de especies de banano y plátano | 35 |
| Tabla 9. Composición química del banano orgánico..... | 37 |
| Tabla 10. Composición nutricional del banano..... | 38 |
| Tabla 11. Propiedades nutritivas del puré de banano en 100 g de muestra | 40 |
| Tabla 12. Caracterización del puré de banano orgánico | 42 |
| Tabla 13. Características de una compota..... | 45 |
| Tabla 14. Requisitos microbiológicos para los productos pasteurizados..... | 47 |
| Tabla 15. Materiales utilizados en el análisis de granulometría | 55 |
| Tabla 16. Materiales utilizados en el análisis de humedad..... | 56 |
| Tabla 17. Materiales utilizados en el análisis de cenizas | 56 |
| Tabla 18. Materiales utilizados para el análisis microbiológico de la compota | 57 |
| Tabla 19. Materiales utilizados en el análisis de acidez titulable | 58 |
| Tabla 20. Materiales utilizados en el análisis de °Brix..... | 59 |
| Tabla 21. Materiales utilizados en el análisis de pH..... | 59 |
| Tabla 22. Materiales utilizados en la determinación de color | 60 |
| Tabla 23. Materiales utilizados en la determinación de consistencia | 60 |
| Tabla 24. Fórmula testigo utilizada en la investigación | 62 |
| Tabla 25. Combinaciones de tratamientos | 64 |
| Tabla 26. Análisis de la varianza con grados de libertad | 65 |
| Tabla 27. Cuadro comparativo de compota desarrollada vs producto testigo | 74 |
| Tabla 28. Fórmula para el desarrollo del producto | 76 |

| | |
|---|----|
| Tabla 29. Promedios cuantitativos a los atributos generados por el QDA | 76 |
| Tabla 30. Modelo de mezcla cuadrático..... | 79 |
| Tabla 31. Modelo de mezcla lineal..... | 81 |
| Tabla 32. Modelo de mezcla cuadrático..... | 83 |
| Tabla 33. Modelo de mezcla cuadrático..... | 85 |
| Tabla 34. Modelo de mezcla cúbico..... | 87 |

ÍNDICE DE GRÁFICOS

| | |
|---|----|
| Gráfico 1. Proceso de elaboración de la compota de banano | 49 |
| Gráfico 2. Ubicación geográfica del laboratorio donde se realizó el estudio | 50 |
| Gráfico 3. Restricciones aplicadas | 63 |
| Gráfico 4. Datos físicos y químicos obtenidos del producto testigo vs compota desarrollada | 73 |
| Gráfico 5. Perfil sensorial de tratamientos vs testigo..... | 77 |
| Gráfico 6. Valoración de Intensidad de los atributos del banano, de acuerdo a testigo, tratamientos vs compota desarrollada..... | 78 |
| Gráfico 7. Aroma de banano | 80 |
| Gráfico 8. Sabor banano..... | 82 |
| Gráfico 9. Residual banano | 84 |
| Gráfico 10. Uniformidad de color | 86 |
| Gráfico 11. Textura | 89 |

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue desarrollar una compota a base de banano orgánico (*Musa acuminata* AAA) enriquecida con harina de quinua (*Chenopodium quinoa* W). En la obtención de la harina se utilizaron 500 g de quinua, la cual fue lavada, secada, tostada, molida y filtrada a través de un tamiz de 250 μ . El puré fue obtenido a partir de 151.5 g de banano orgánico, mediante el proceso de lavado, pelado, troceado y triturado en una licuadora de marca Oster (México), cuya capacidad es de 1.5 lts. Para el diseño de mezclas se utilizó el programa estadístico *Desing Expert 8.0*; se establecieron 14 formulaciones que fueron procesadas por triplicado y luego de preparadas, evaluadas por un panel sensorial conformado por seis jueces semi-entrenados en este tipo de producto. La formulación seleccionada por el programa se aproximó a una de las formulaciones planteadas inicialmente, la misma que estuvo conformada por el 50.5 % de puré, 2.47 % de harina de quinua y 40.03 % de agua. Los atributos físicos, químicos, microbiológicos y sensoriales fueron comparados estadísticamente frente a una muestra testigo. Los valores en las características físicas y químicas de la compota resultante fueron superiores a los de la muestra testigo. En el aspecto microbiológico la compota cumplió los requisitos de la norma INEN 2337 (2008). El QDA realizado para la descripción sensorial de la nueva compota, estableció un perfil mejorado.

Palabras Claves: quinua, banano, puré de banano, harina de quinua, perfil sensorial, panel sensorial.

ABSTRACT

The objective of the present research was to develop a compote based on organic banana (*Musa acuminata* AAA) enriched with quinoa flour (*Chenopodium quinoa* W). To obtain the flour, 500 g of quinoa were used, which was washed, dried, roasted, ground and filtered through a 250 μ sieve. The purée was obtained from 151.5 g of organic banana, by washing, peeling, chopping and grinding in a blender of Oster brand (Mexico), whose capacity is 1.5 lts. For the design of mixtures, the statistical program *Desing Expert* 8.0 was used; 14 formulations were established that were processed in triplicate and then prepared, evaluated by a sensory panel made up of six semi-trained judges in this type of product. The formulation selected by the program approached one of the formulations initially proposed, which was made up of 50.5% puree, 2.47% quinoa flour and 40.03% water. Physical, chemical, microbiological and sensory attributes were compared statistically against a control sample. The values in the physical and chemical characteristics of the resulting compote were higher than those in the control sample. In the microbiological aspect, the compote fulfilled the requirements of the norm INEN 2337 (2008). The QDA performed for the sensory description of the new compote, established an improved profile.

Keywords: quinoa, banana, banana puree, quinoa flour, sensory profile, sensory panel.

1. INTRODUCCIÓN

La Constitución Política del Ecuador establece como estrategia de desarrollo el cambio de la matriz productiva (Senplades 2013).

El Ecuador posee una biodiversidad, que puede ser aprovechada en la obtención de alimentos nutritivos. Según el Codex alimentario la compota es el producto preparado con pulpa y/o puré de fruta(s), mezclado con azúcares y/u otros edulcorantes como la miel, con o sin agua y elaborado hasta adquirir una consistencia gelatinosa adecuada; el contenido mínimo de sólidos de la fruta debe ser del 45 % (FAO, 2007).

El banano (*Musa acuminata* AAA) es una de las frutas tropicales más cultivadas y una de las cuatro más importantes en términos globales, por detrás de la uva, los citrus y la manzana. Anualmente se producen más de 28 millones de toneladas, de las cuales casi dos tercios provienen de Sudamérica (Lucín y Ochoa, 2009).

La quinua (*Chenopodium quinoa* W) es considerada como el único alimento de origen vegetal que contiene todos los aminoácidos esenciales, oligoelementos, vitaminas, además carece de gluten. Este vegetal es una gran fuente de calcio, hierro y vitamina B (Navas, 2009).

Los principales productores del mundo son Bolivia y Perú. En el año 2008 la producción de ambos países representó el 92 % de quinua

producida en el mundo. Más atrás se encuentran: Estados Unidos, Ecuador, Argentina y Canadá, totalizando cerca del 8 % de los volúmenes globales de producción (FAO, 2012).

Esto ha sido apreciado como la base para el desarrollo de un alimento con la utilización de harina de quinua a fin de ofrecer un alimento popular con un contenido importante de aminoácidos.

Con los antecedentes expuestos, el presente trabajo tiene los siguientes objetivos:

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo general.

Desarrollar una compota de banano orgánico (*Musa acuminata* AAA) enriquecida con harina de quinua (*Chenopodium quinoa* W).

1.1.2 Objetivos específicos.

- Determinar el rendimiento en la obtención del puré de banano orgánico (*Musa acuminata* AAA) y la harina de quinua (*Chenopodium quinoa* W), para su uso en compotas.
- Analizar la calidad física, química y microbiológica de las materias primas.
- Evaluar las fórmulas indicadas por el diseño D-óptimo mediante el empleo de análisis sensorial.

- Valorar la calidad de la(s) formulación(es) seleccionad(as).

1.2 Hipótesis

- El uso de la harina de quinua mejorará las características de calidad de la compota de banano.
- El uso de la harina de quinua no mejorará las características de calidad de la compota de banano.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. La Quinua (*Chenopodium quinoa W*)

Según Estrella (1998), las propiedades nutricionales y medicinales de la quinua, la convierten en un alimento muy apreciado por poblaciones aborígenes. Los Cañaris cultivaron la quinua antes de la llegada de los españoles. En Pasto se hallaron grandes extensiones de cultivo de “quinio”.

En 1986 el INIAP presenta las primeras variedades de quinua: INIAP-Imbaya e INIAP-Cochasquí, estas variedades poseían un sabor amargo por su alto contenido de saponinas (> 0.1 %). Debido al interés de adquirir variedades con menor contenido de saponina y luego de ocho años de investigación se entregan dos variedades más, estas de sabor dulce debido a su bajo porcentaje de saponina (<0.1 %): INIAP-Ingapirca e INIAP-Tunkahuán (Villacrés, Peralta, Egas y Mazón, 2011).

La quinua es un importante componente en la nutrición de las poblaciones prehispánicas, se localiza en las tierras altas de los Andes. La quinua era consumida comúnmente en las regiones andinas, hasta que los países de la zona iniciaron la importación masiva del trigo (Alandia, Cardozo y Zanabria, 1979).

La quinua despliega una gran variedad con respecto al color y el contraste de la mata y del fruto. Sus variables son iguales a la altura sobre el

nivel del mar en que se cultiva, y se adaptan a las diferentes condiciones climáticas propias de los Andes. La altura para el cultivo comercial varía de 2 000 a 4 000 m, la temperatura media entre 10 y 20 °C y la precipitación pluviométrica de 200 a 800 mm (Alandia *et al.* 1979).

2.1.1. Generalidades.

2.1.1.1 Zonas de producción de cultivo.

Peralta (2011), menciona en su investigación que en Ecuador, los centros de producción de quinua se concentran en determinadas áreas de seis provincias de la sierra, de las cuales las de mayor importancia por la superficie de cultivo son: Chimborazo, Imbabura, Cotopaxi; con menor cuantificación, Tungurahua, Pichincha, Carchi; en las provincias de Cañar y Azuay, el cultivo ha desaparecido; esto es un indicador de que la especie está extinguiéndose y que la superficie cosechada decrece en forma paulatina.

La quinua es cultivada principalmente en países como: Bolivia, Perú y en varias zonas de Colombia, Ecuador, Chile y Argentina. Este vegetal ha sido apreciado por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) como uno de los cultivos más prometedores de la humanidad, tanto por sus propiedades benéficas, como también por sus múltiples usos (Montoya, Martínez y Peralta, 2005).

La siembra se programa según la zona y depende de la época lluviosa, al norte del país incluyen los meses de Junio y Julio, en el centro y sur los meses de Octubre y Noviembre, y la cosecha se realiza de siete a ocho meses después de la siembra (Peralta, 2011).

En Colombia se cultiva principalmente en Cundinamarca, Boyacá, Cauca y Nariño. En los años 80's, las proyecciones para la siembra de quinua en Colombia eran aproximadamente de 6 000 ha, 500 en zonas de cabildos indígenas, 1 200 en minifundios y más de 4 000 entre medianos agricultores de la zona de Nariño. Hoy en día, el cultivo no destaca en este país y se encuentra muy situado en comunidades pequeñas (Montoya *et al.*, 2005).

2.1.1.2 Composición nutricional de la quinua.

El Instituto Nacional de Innovación Agraria, considera de forma nutricional, que la quinua es la fuente natural proteica vegetal económica por su alto contenido de proteínas del 14 a 20 %; 5.7 a 11.3 % de grasa y 2.7 a 4.2 % de fibra principalmente (INIA, 2017).

A continuación, en las Tablas 1 y 2 se muestra la composición nutricional y ácidos grasos de la quinua:

Tabla 1. Composición nutricional de la quinua en 100 g de muestra

| Parámetros | Contenido |
|----------------------|------------------|
| Energía (kcal/100 g) | 453.08 |
| Humedad (%) | 13.7 |
| Proteína (%) | 13.9 |
| Grasa (%) | 4.95 |
| Carbohidratos (%) | 66.73 |
| Cenizas (%) | 3.70 |
| Fibra (%) | 8.61 |
| Calcio (%) | 0.18 |
| Fósforo (%) | 0.59 |
| Magnesio (%) | 0.16 |
| Potasio (%) | 0.95 |
| Sodio (%) | 0.02 |
| Cobre (ppm) | 10.0 |

Fuente: Vaca (2008)

Elaborado por: El Autor

Tabla 2. Contenido de ácidos grasos en 100 g de muestra

| Ácidos grasos | Contenido (%) |
|----------------------|----------------------|
| Cáprico C10:0 | - |
| Láurico C12:0 | - |
| Mirístico C14:0 | Trazas |
| Palmítico C16:0 | 11.49 |
| Estéarico C18:0 | Trazas |
| Oleico C18:0 | 27.01 |
| Linoleico C18:2 | 56.8 |
| Linolénico C18:3 | 4.7 |

Fuente: Vaca (2008)

Elaborado por: El Autor

a) Contenido de aminoácidos en la quinua

Debido al alto valor nutritivo y a la mayor composición de aminoácidos esenciales, el valor calórico es más elevado que en otros cereales, tanto en

grano como en harina, alcanzando un valor de 350 Cal/100 g, considerándose apto para zonas y épocas frías (INIA, 2017).

En la Tabla 3, se presenta el contenido de aminoácidos de la quinua.

Tabla 3. Contenido de aminoácidos en mg/100 g de muestra

| Aminoácidos | Contenido (mg/100g) |
|--------------------|----------------------------|
| Ácido aspártico | 11.8 |
| Serina | 5.8 |
| Ácido glutámico | 21.4 |
| Prolina | 4.6 |
| Treonina | 5.1 |
| Glicina | 18.2 |
| Alanina | 6.5 |
| Valina | 6.4 |
| Metionina | 1.5 |
| Isoleucina | 5.2 |
| Leucina | 8.6 |
| Fenilalanina | 5.7 |
| Lisina | 7.4 |
| Arginina | 8.0 |

Fuente: Vaca (2008)

Elaborado por: El Autor

b) Contenido de vitaminas

Las vitaminas son elementos esenciales en los alimentos, su aporte es necesario en la nutrición para el mantenimiento regular de la fisiología del organismo humano (INIAP, 2008).

En la Tabla 4 se muestran las principales vitaminas que contiene la quinua.

Tabla 4. Contenido de vitaminas en 100 g de muestra

| Vitaminas | Contenido |
|-------------------------------|------------------|
| Vitamina E (mg/100 g) | 1.43 |
| Vitamina B12 (μ g/100 g) | 0.48 |
| Ácido fólico (mg/100 g) | 1.69 |
| Vitamina B1 (mg/100 g) | 0.46 |
| Vitamina B2 y B3 (mg/100 g) | 3.56 y 29.98 |
| Vitamina B5 y B6 (mg/100 g) | 3.53 y 28.05 |

Fuente: Laboratorio Nutrición y Calidad, INIAP (2008)

Elaborado por: El Autor

2.1.2. Usos de la quinua (*Chenopodium quinoa* W).

Las plantas amargas con alto contenido de saponina, de granos negros y colores oscuros no son arremetidos por los insectos, por lo general, las raíces funcionan como plantas trampa de nemátodos que atacan especialmente a los tubérculos (papa, oca, olluco), por ello se cosecha la quinua extrayendo la raíz y toda la planta para luego aprovechar como combustible, tanto el tocón como la raíz donde van adheridos los nemátodos formando nudosidades a manera de rosarios (Huaraca, 2012).

La quinua puede ser implementada, como alimento nutricional en los desayunos de los más pequeños, como producto balanceado junto a otros granos, se la puede consumir en sopas, guisos, chicha blanca y hasta en chaulafán como en Ecuador, en humita dulce en Bolivia, galletas, panes, tortillas y postres, que son productos tradicionales en la región Andina (Mujica y Jacobsen, 2003).

La quinua puede ser utilizada medicinalmente, ya que contiene propiedades curativas cicatrizantes, desinflamantes, analgésicas y desinfectantes. Debido a su alto porcentaje nutricional, la quinua posee gran demanda en Alemania, Dinamarca, Francia, Japón, Gran Bretaña y USA (Mujica y Jacobsen, 2003).

2.1.3. Ventajas de la quinua.

- Carece de gluten y posee sabor agradable.
- Contiene un alto porcentaje en vitaminas, calcio, fósforo, hierro, proteínas y grasas digestibles que no producen colesterol.
- Único alimento vegetal que posee todos los aminoácidos esenciales.
- Posee un gran poder nutritivo.
- Como alimento supera al trigo y al arroz en el aporte nutricional.
- Puede reemplazar las proteínas de la carne y la leche.
- Es una planta de climas fríos y de cultivo poco exigente.
- Resiste a climas fríos y secos, crece en suelos pobres y erosionados.
- Es poco sensible a las plagas.

(Agrofuturo, 2016)

2.1.4. Harina de quinua.

La harina de quinua está constituida por altos niveles de proteínas que llegan de un 15 % a un 18 % (en comparación la del trigo, llega entre 1 % y 15 %). Además, estas proteínas son del tipo globulinas, similares a

las globulinas del amaranto, distintas a las del trigo y de calidad biológica superior (Llerena, 2010).

La ausencia de gluten la convierte en un producto recomendable para pacientes celíacos y al poseer un balance de aminoácidos muy similar al de la carne, es apta para consumidores vegetarianos, veganos y personas omnívoras. Entre sus minerales, la quinua destaca por sus altos contenidos de litio (Llerena, 2010).

2.1.4.1 Procedimientos para un desecado de calidad.

Blanqueado: se aplica en verduras y frutas para mantener sus características de color y sabor. Este método consiste en introducir el alimento en agua salada hirviendo o en vapor (en el caso de verduras de hoja verde) durante algunos segundos o minutos, dependiendo del alimento. Luego, se sumergen en agua helada y se escurren (Garcés, 2016).

Baño de limón: esta técnica se utiliza para impedir la oxidación del alimento, es decir que se ponga color café, como las manzanas, por ejemplo. En este método, se exprime jugo de limón directamente sobre el alimento a deshidratar o bien se sumerge en un poco de agua con jugo de limón. Se deja secar el alimento sin enjuagar (Garcés, 2016).

La técnica más económica para deshidratar alimentos y que no requiere electricidad, es deshidratar ante los rayos del sol y un ventilador de manera que el aire caliente este en constante circulación. Deshidratado ya el

producto, se tiene que realizar un correcto almacenamiento para evitar la contaminación microbiana, la humedad que propicia los hongos y el contacto con insectos (Garcés, 2016).

2.1.4.2 Composición nutricional de la harina.

El uso de la harina de quinua aumenta considerablemente la cantidad de nutrientes en los alimentos, puede ser ofrecida a niños con desnutrición, debido a la calidad proteínica que posee (López, Graham, Rojas y MacLean, 2017).

La quinua (*Chenopodium quinoa* W) posee entre 2.8 g/100 g de porción comestible en la quinua cocida y 19.5 g/100 g en la sémola de quinua, con un promedio ponderado de 12.3 g/100 g (Muñoz, Casso y Meneses, 2007).

El aceite de quinua contiene ácidos grasos no saturados en un nivel elevado, con 26 % de ácido oleico, 50 % de ácido linoleico, 5 % de ácido linoleico, y 19 % de ácidos saturados, resalta el alto contenido de calcio, magnesio, hierro, cobre y zinc (Muñoz *et al.*, 2007).

En la Tabla 5 se presenta la composición nutricional de la harina de quinua.

Tabla 5. Composición nutricional de la harina de quinua en 100 g de muestra

| Parámetros | Cantidad | Unidad |
|-------------------|-----------------|---------------|
| Proteína | 13.0 | g |
| Grasas | 6.10 | g |
| H. carbono | 71.0 | g |
| Hierro | 5.20 | mg. |
| Calorías | 370.0 | kcal. |
| Fibra | 3.4 | g |
| Ceniza | 3.06 | g |
| Calcio | 0.12 | mg. |
| Fósforo | 0.36 | mg. |

Fuente: Llerena (2010).

Elaborada por: El Autor

2.1.5. Rendimiento en la obtención de harinas.

Román y Castillo (2005), en su estudio sobre el rendimiento de diversas harinas a partir de variedades de cebada (*Hordeum sativum* J) reportaron un 30.11 % de rendimiento de la especie Esmeralda dos.

Parker (2005), señaló en su investigación sobre la semilla de quinua, que el rendimiento y tamaño de partícula promedio obtenido alcanzó un 94.1 % y 60 micrones, respectivamente.

2.1.6. Calidad física, química y microbiológica de las harinas.

2.1.6.1 Granulometría.

Alvarado (2017) al procesar harina de yuca obtuvo el 98.1 % de rendimiento en harina, la cual fue tamizada por una malla N° 70 de marca Tyler con apertura de 210 μm o 0.210 mm. Se comprobó que cumple con el

requisito establecido por la norma INEN 517 (1981) que indica que el 95 % de las partículas deben pasar la malla.

2.1.6.2 Humedad.

Arroyave y Esguerra (2006), al procesar harina de quinua obtuvieron un contenido de humedad del 13.1 %; la humedad en harinas no debe ser mayor al 15.5 % según los parámetros establecidos por la norma A.O.A.C. (1996).

Parker (2005), estudió el grano de quinua y obtuvo un % de humedad entre el 11.6 a 12.2 %, en su estado natural. La norma INEN 2337 (2008), establece que el nivel de humedad para la harina de quinua no debe ser mayor al 13.5 % (véase en la Tabla 6).

2.1.6.3 Cenizas.

La basicidad de las cenizas da una idea de la proporción entre sales orgánicas, más carbonatos y otras sales inorgánicas; es típica para cada alimento y puede utilizarse, en muchos casos, para detectar fraudes (INEN 3042, 2015).

Parker (2005), en su estudio sobre el grano de quinua reportó 1.54 % de cenizas, en base al método oficial de la A.O.A.C. 923.03 (1996).

La norma INEN 2337 (2008), establece que el rango máximo de cenizas que puede contener la harina de quinua es del 3 % (véase en la Tabla 6).

Agurto y Mero (2011), establecieron que el porcentaje total de cenizas obtenido en su investigación sobre la harina de arroz fue de 1.19 %, según el método establecido por A.O.A.C. oficial 923.03 (1996).

2.1.6.4 Análisis microbiológico.

En las Tablas 6 y 7 se muestran los requisitos físicos, químicos y microbiológicos que debe cumplir la harina de quinua (INEN 2337, 2008).

Tabla 6. Requisitos físicos y químicos de la harina de quinua

| Requisitos | Unidad | Valores | | Método de ensayo |
|---|--------|---------|---------|--------------------|
| | | Mínimo | Máximos | |
| Humedad | % | - | 13.5 | NTE INEN-ISO 712 |
| Proteína | % | 10 | - | NTE INEN-ISO 20483 |
| Fibra cruda | % | 1.70 | - | NTE INEN 522 |
| Cenizas totales | % | - | 3 | NTE INEN-ISO 2171 |
| Grasa | % | 4.0 | - | NTE INEN-ISO 11085 |
| Acidez (expresado en ácido sulfúrico) | % | - | 0.17 | NTE INEN-ISO 7305 |
| Tamaño de partícula pasa por un tamiz de 212 µm como mínimo | % | 95 | | NTE INEN 517 |

Fuente: INEN 2337 (2008).

Elaborada por: El Autor

Tabla 7. Requisitos microbiológicos de la harina de quinua

| Requisitos | Unidad | Caso | n | c | m | M | Método de ensayo |
|-------------------------------|--------|------|---|---|-----------------|-----------------|------------------|
| Recuento de mohos y levaduras | UFC/g | 5 | 5 | 2 | 1×10^3 | 1×10^4 | NTE INEN 1529-10 |

Fuente: INEN 2337 (2008).

Elaborada por: El Autor

2.2. Banano orgánico (*Musa acuminata* AAA L)

2.2.1. Generalidades.

2.2.1.1 Localización de los cultivos.

El cultivo del banano está situado principalmente en África, América Latina y El Caribe. Cerca de 14 países lideran la producción en el mundo, en orden decreciente, tenemos los más importantes: Uganda, con 9'045 000 t; Colombia, con 3'457 190 t; Ruanda, con 2'593 080 t; Nigeria, con 2'591 000 t; Ghana, con 2'591 000 t; Perú, con 1'697 120 t; Ecuador, con 708 010 t. Venezuela ocupa el 15º puesto como productor platanero, con 491 980 toneladas anuales (FAO, 2007).

América Latina se destaca por ser el único exportador de banano orgánico, las exportaciones realizadas en el año 2009, fueron de 24.2 millones, que representan casi el tres % de las exportaciones totales de banano convencional (Soto, 2011).

El principal productor de banano del mundo es India. Con 748 100 ha y 26'996 600 t producidas, se afianza como líder absoluto en la industria bananera mundial. Esto significa que naciones, aunque tengan más cultivos que otras pueden originar menor cantidad de toneladas al año, por lo tanto, su productividad es menor. Es el caso de la Republica de Tanzania, segunda nación con más plantaciones de banano, pero en cuanto a productividad es excedida por naciones como Filipinas, China, Ecuador y Brasil (Álvarez, 2012).

2.2.1.2 Estacionalidad mundial del banano orgánico.

El banano es un cultivo adaptable a múltiples áreas agroecológicas, desde 0 hasta 2 000 m.s.n.m. y con temperaturas promedio entre los 17 °C y 35 °C. Las condiciones climáticas adecuadas para el crecimiento y desarrollo del cultivo se encuentran entre los 0° y 15° de latitud Norte y Sur (Navas, 2009).

Los plátanos, grupo AAB, constituyen el 17 %, mientras que los bananos de tierras altas, que se siembran en climas sub tropicales, en el Sur de Brasil, Norte de Argentina, Islas Canarias, y tierras altas de Filipinas, han generado gran aceptación por algunos mercados, como el japonés, por su sabor dulce. A este grupo, también pertenecen los bananos de sabor agridulce, conocidos como "Prata", de gran consumo en Brasil (Soto, 2011).

2.2.1.3 Variedades del banano orgánico.

Dentro de las variedades existentes del banano, el género *Musa*, el Sub Grupo “Cavendish”, es el de mayor producción a nivel mundial, con un 47 %, principalmente de los clones “Gran Enano” (Nanica) y “Valery” (Nanicao). El “Gros Michel” y otros bananos como el Lady’s Finger, representan un 12 % de la producción mundial; en la Tabla 8, se muestran las especies existentes del banano y plátano en general (Soto, 2011).

Tabla 8. Clasificación de especies de banano y plátano

| Clasificación de las especies de banano y plátano | | | | | |
|---|-------------------|---------------------|-----------------|---------------|--|
| Familia: <i>Musacea</i> | | | | | |
| Género: <i>Musa</i> | | | | | |
| Sección: Eumusa | | | | | |
| Especies | Grupo | Subgrupo | Clones | Otros Nombres | |
| <i>Musa acuminata</i> | Diploide AA | Sucrier | Baby banana | Lady’s Finger | |
| | | Gros Michel | Gros Michel | Orito | |
| | Triploide AAA | Cavendish | Gran Naine | Gran enano | |
| | | | Dwarf Cavendish | Cavendish | |
| | | | Valery | Robusta | |
| | | | Lacatan | Filipino | |
| | | | Williams | | |
| | | Rojo y Rojo - Verde | Morado | | |
| <i>Musa balbisiana</i> | Triploide AAB | Plantain | French Plantain | Dominico | |
| | | | Horn Plantain | Barraganete | |
| | | | Dominico Harton | | |
| | | | Maqueño | | |
| | | | Manzano | | |
| | | | Limeño | | |
| | Triploide ABC | Plantain | Cuatrofilios | | |
| | | | Pelipita | | |
| | Tetraploides AAAB | | FHIA 4 | | |
| | | | FHIA 21 | | |

Fuente: Guzmán (2014)

Elaborado por: El Autor

2.2.1.4 Composición química del banano orgánico.

Entre los principales minerales que posee, se destaca su contenido en potasio, mineral que actúa en el equilibrio hídrico de las células del cuerpo, y gracias a ello el banano es recomendable en personas que sufren de hipertensión arterial o afecciones cardiovasculares. Al ser una fruta baja en sodio también se adecua perfectamente antes la existencia de retención de líquidos en el organismo, ya que los disminuye (Licata, 2017).

Es importante el contenido de magnesio, para el buen funcionamiento nervioso, intestinal, muscular. Es fundamental en la formación ósea del cuerpo humano y dientes. El fósforo, el zinc, y el calcio también son considerables (Licata, 2017).

El ácido fólico es crucial en la producción de glóbulos rojos y blancos, así como en la síntesis del material genético y la formación de anticuerpos del sistema inmunológico (Sagarpa, 2010, p. 5).

Entre los principales carbohidratos que posee el banano, podemos mencionar la presencia de fibra soluble, ideal para disminuir los niveles de colesterol sanguíneo, regular el tránsito intestinal, y prevenir el cáncer de colon y demás formaciones tumorales en el tracto gastrointestinal (Licata, 2017).

En la Tabla 9 se puede apreciar los principales minerales que contiene el banano orgánico.

Tabla 9. Composición química del banano orgánico

| Composición química del banano Cavendish en 100 g de muestra | | |
|---|------------------------|--------------|
| Humedad | (%) | 68.6 – 78.1 |
| Proteínas | (%) | 1.1 – 1.87 |
| Lípidos | (%) | 0.016 – 0.4 |
| Carbohidratos | Total (g) | 19.33 – 25.8 |
| | Fibras (g) | 0.33 – 1.07 |
| Vitaminas | A (UI) | 190.00 |
| | Tiamina (B1) (mg) | 0.04 – 0.54 |
| | Riboflavina (B2) (mg) | 0.05 – 0.07 |
| | Niacina (B3) (mg) | 0.60 – 1.05 |
| | B6 (mg) | 0.32 |
| | Ácido nicotínico (mg) | 0.60 |
| Minerales | Ácido pantoténico (mg) | 0.20 |
| | Potasio (mg) | 370.00 |
| | Calcio (mg) | 3.2 – 13.8 |
| | Fósforo (mg) | 16.3 – 50.4 |
| Otros componentes orgánicos | Hierro (mg) | 0.4 – 1.50 |
| | Ácido málico (mg) | 500.00 |
| | Ácido ascórbico (mg) | 5.60 – 36.4 |
| | Ceniza (g) | 0.60 – 1.48 |
| | Ácido cítrico (mg) | 150.00 |

Fuente: Guzmán, (2014)

Elaborado por: El Autor

2.2.1.5 Composición nutricional del banano orgánico.

La nutrición y manejo de la fertilización en el banano orgánico, son factores que permiten obtener rendimientos altos y rentables. Estos conceptos se han desarrollado con el trabajo y apoyo de todos los que de una u otra forma están involucrados en la producción bananera a través del tiempo. Nutricionalmente, el banano orgánico aporta calorías a través de sus carbohidratos (Espinoza, 2017).

A continuación, en la Tabla 10, se presenta la descripción nutricional del banano orgánico

Tabla 10. Composición nutricional del banano orgánico en 100 g de muestra

| Parámetros | Contenido |
|-------------------|------------------|
| Calorías | 346 kcal |
| Grasa Total | 2 g |
| Grasa Saturada | 1 g |
| Colesterol | 0 mg |
| Sodio | 3 mg |
| Carbohidratos | 88 g |
| Fibra | 10 g |
| Azúcares | 47 g |
| Proteínas | 4 g |

Fuente: Nutrition Data (2016)

Elaborada por: El Autor

2.2.2. Puré de banano orgánico

Es un producto procesado y elaborado por medio de la trituración y homogeneización de la pulpa de banano de la variedad Cavendish en óptimo estado de maduración, se usa como materia prima en distintos productos terminado como: compotas, galletas, helados, entre otros. Es necesario aplicar tratamientos que eviten el pardeamiento enzimático, así como otros aditivos que ayuden a preservar el producto terminado (Guzmán, 2014).

2.2.2.1 Proceso de elaboración.

Para iniciar el proceso de fabricación es preferible que se transporten las bananas cuando aún están verdes para evitar daños mecánicos, se lavan utilizando agua con ozono, luego, se las deja madurar a 20 °C por seis días, llevando la fruta a una concentración de azúcares entre 22-23 °Brix, después se maduran con etileno por tres días más, finalizado este proceso, la piel es extraída manualmente o a máquina, pero este último influye en daños mecánicos y sabor amargo en el producto final (Booth, 2014).

El banano es triturado con un rodillo giratorio, luego de esto, se le rocía vapor al puré para evitar oxidación. Se puede acidificar el producto con ácido cítrico o jugo de limón para ampliar su tiempo de almacenamiento (Booth, 2014).

2.2.2.2 Propiedades nutritivas.

En la Tabla 11 se aprecia la información nutricional del puré de banano orgánico, motivo por el cual es consumido en muchas partes del mundo, ofrece gran variedad de minerales y vitaminas importantes para el desarrollo humano (Guzmán, 2014).

Tabla 11. Propiedades nutritivas del puré de banano en 100 g de muestra

| Información nutricional del puré de banano | | |
|---|------------------------|-------------|
| Calorías (cal) | | 85.2 |
| Carbohidratos (g) | | 20.8 |
| Fibra (g) | | 2.5 |
| Minerales | Calcio (mg) | 8.0 |
| | Fósforo (mg) | 28.0 |
| | Hierro (mg) | 0.6 |
| | Magnesio (mg) | 31-42 |
| | Manganeso (mg) | 0.64-0.82 |
| | Potasio (mg) | 300-450 |
| | Sodio (mg) | 0.006-0.145 |
| | Azufre (mg) | 13.0 |
| | Zinc (mg) | 0.28 |
| | Cobre (mg) | 0.16-0.21 |
| Vitaminas | Vitamina A (IU) | 430.0 |
| | Tiamina (mg) | 0.040 |
| | Riboflavina (mg) | 0.050 |
| | Niacina (mg) | 0.700 |
| | Piridoxina (mg) | 0.520 |
| | Ácido pantoténico (mg) | 0.306 |
| | Ácido fólico (mg) | 0.010 |
| | Biotina (mg) | 0.88 |
| | Inositol (mg) | 34.0 |

Fuente: Guzmán (2014).

Elaborado por: El Autor

2.2.3. Uso del puré de banano orgánico en los alimentos.

El puré de banano es utilizado principalmente para la alimentación de niños y adultos mayores, por sus propiedades nutritivas, necesarias para el desarrollo de las personas y por su fácil masticabilidad. Así mismo, existen otros usos como la industria de jugos de frutas, repostería, panadería y en la elaboración de productos de consumo diario (Guzmán, 2014).

2.2.4. Rendimiento en la obtención de purés.

Guevara y Málaga (2013, pp. 167-195), determinaron el proceso establecido para el rendimiento de puré de aguaymanto, cuyo porcentaje, con respecto a los frutos frescos con cáliz, fue de 72.4 %.

2.2.5. Calidad física, química y microbiológica de purés.

2.2.5.1 Acidez Titulable.

La acidez titulable cuantifica los ácidos orgánicos presentes en un compuesto que se hallan libres y se mide equilibrando los jugos o extractos de frutas con una base de concentración conocida (Dongowski, 1973).

Cabezas (2010), desarrolló un puré de guayaba con la inclusión del 25 % de quinua, obteniendo un porcentaje de acidez de 0.55 % mayor al de purés comerciales, esto se debe al aporte de la acidez natural de la guayaba que es de 5.23 %, es decir que la quinua no posee un valor de acidez significativo.

2.2.5.2 Sólidos solubles (°Brix).

Los sólidos solubles establecen la cantidad total de sacarosa diluida en el puré. Una solución de 25 °Brix tiene 25 g de azúcar (sacarosa) por cada 100 g de producto, es decir, en 100 g de solución hay 25 g de sacarosa y 75 g de agua. La pulpa de banano tiene 21 °Brix según la norma (INEN, 2337, 2008).

Guevara y Málaga (2013, pp. 167-195), obtuvieron como resultado en su investigación, la cantidad de 22 % de sólidos solubles en la pulpa de aguaymanto, se demostró que el producto si cumplió con los parámetros establecidos por la norma INEN 2337 (2008).

2.2.5.3 Potencial de Hidrógeno (pH).

El pH es una medida de acidez o alcalinidad de una disolución. Indica la concentración de iones hidronio $[H_3O^+]$ presentes en determinadas sustancias, en este caso en el puré de banano. El puré de banano debe tener un pH menor a 4.5 determinado por la norma INEN 2337 (2008).

Pérez (2013), estudió el puré de aguaymanto, e indicó que el pH obtenido del puré fue de 3.66, cumpliendo con los parámetros establecidos por la norma. En la Tabla 12 se presenta la caracterización del puré.

Tabla 12. Caracterización del puré de banano orgánico

| Parámetros | Características |
|--|-----------------------|
| Apariencia | Natural cremosa |
| Color (Hunter-Lab) | L= 65 – 70 |
| | a= -3 a +5 |
| | b= 20 – 35 |
| °Brix at 20 °C/68°F) | 21 – 27 |
| pH | 4.7 – 5.2 |
| Acidez | 0.5 – 0.6 % |
| Consistencia, Bostwick cm a 20°C/68°F) | 2.5 – 7.5 |
| Semillas | > 50 |
| Microbiología | Esterilidad comercial |
| Almacenamiento | Óptima= 5 – 14 °C |
| | Aceptable= 15 – 30 °C |
| | Evitar exponer al sol |
| Tiempo de vida | 12 meses |

Fuente: Confoco S.A. (2017)

Elaborado por: El Autor

2.2.5.4 Color.

Según la norma del CODEX STAN 17-1981, Rev.1-2001, el puré deberá tener un color normal y poseer la textura característica del producto. Una leve coloración rosa no tendrá efecto alguno. El número, tamaño y visibilidad de los defectos, tales como: semillas, tejido carpelar, partículas oscuras y cualquier otra materia extraña de naturaleza análoga no afectan gravemente al aspecto ni a la comestibilidad del puré de banano orgánico.

Barreda (2013), al estudiar el puré de papaya presentó como promedio los siguientes valores: (anaranjado) $L= 57,82$; $a= 15,82$ y $b= 53,11$.

2.2.5.5 Consistencia.

Según los parámetros establecidos por la empresa Confoco S.A. localizada en la ciudad de Pasaje – El Oro, el puré de banano puede obtener una consistencia mínima del 2.5 %, la misma que no debe ser mayor al 7.5 % ya que eso significaría que el producto está muy líquido lo cual no es conveniente para su venta al mercado.

2.2.5.6 Humedad.

Guevara y Málaga (2013, pp. 167-195), en su estudio sobre el puré de aguaymanto reportaron un porcentaje de humedad del 22 %.

2.2.5.7 Análisis microbiológico.

Barreda (2013), en su investigación sobre puré de papaya, analizó mohos, levaduras y bacterias ácido-lácticas; reportando un crecimiento microbiano de bacterias en el orden de 10^{-1} ; no hubo desarrollo de hongos.

2.3. Compota de banano orgánico

Según el Codex alimentario la compota es el producto preparado con pulpa y/o puré de fruta(s), mezclado con azúcares y/u otros edulcorantes permitidos, carbohidratos, como la miel, con o sin agua y elaborado hasta adquirir una consistencia gelatinosa adecuada; el contenido mínimo de sólidos de la fruta es de 35 % (FAO, 2007).

Castro (2013), menciona en su investigación que los cereales y las frutas son los primeros sólidos que el niño debe consumir. Los hidratos de carbono que son aportados por los cereales, brindan una magnífica fuente de energía, y las frutas son ricas en vitaminas y energía.

Las compotas también brindan varios beneficios nutricionales, ya que no contienen preservantes y es un producto esterilizado, facilitando el tiempo a las madres al alimentar a sus bebés, puesto que está lista para ser consumida a cualquier hora del día, es portable y práctica (Castro, 2013).

2.3.1. Generalidades.

Las características de una compota están en función del tipo de fruta que se usará de materia prima. Generalmente, las compotas presentan un sabor típico de la fruta que las componen. Deben estar libres de cuerpos extraños que habitualmente acompañan a las frutas. Las compotas de banano son de color amarillo, con viscosidad tolerable la cual no permite la masticación por los niños recién nacidos (Navas y Costa, 2013). En la Tabla 13 se muestran las características de la compota.

Tabla 13. Características de una compota

| Requisitos | Unidad | Mínimo % | Máximo % | Método de Ensayo |
|--------------------|----------|----------|----------|------------------|
| Sólidos Totales | g/100 g | 15 | - | INEN 14 |
| °Brix | g/100 | 5.25 | - | NTE INEN 380 |
| Acidez | | 0.5 | - | INEN 2337 |
| Vitamina C | mg/100 g | 30 | - | INEN 384 |
| pH | - | - | 4.5 | INEN 389 |
| Sal (NaCl) | mg/100 g | - | - | INEN 51 |
| Vacío | kPa | 60 | - | INEN 392 |
| Contenido Calórico | J/100 g | - | 420 | - |

Fuente: INEN 2337 (2008)

Elaborado por: El Autor

2.3.2. Calidad física, química, microbiológica y sensorial de las compotas.

2.3.2.1 Consistencia.

Se caracteriza como una forma de fricción interna, ya que los fluidos muestran una mínima resistencia al deslizarse. Se comprueba a través del

consistómetro de Bostwick, por la distancia que el fluido recorre bajo su propio peso en un intervalo de tiempo. La muestra debe de estar a una temperatura de 20 °C para ser colocada en el consistómetro por un lapso de 30 segundos y se registra su distancia recorrida (Navas, 2009).

Guzmán (2014), estudió el puré de banano y obtuvo una consistencia entre 3 a 8 cm, es decir que el puré de banano recorrió entre 3 a 8 cm en 30 s a 25 °C.

2.3.2.2 Potencial de Hidrógeno (pH).

Goyenola (2007), obtuvo un pH de 4.1 en la compota de banano de su investigación. En base a la norma INEN 2337 (2008), la cual establece que el pH de las jaleas o compotas debe ser menor a 4.5 (véase en la Tabla 13).

2.3.2.3 Sólidos solubles (°Brix).

La compota de banano debe poseer un contenido mínimo de 5.25 °Brix referido a la norma INEN 2337 (2008).

2.3.2.4 Acidez Titulable.

La norma NTE INEN 2337 (2008), establece que, para evitar una acidez elevada, la cantidad suficiente de ácido cítrico que se debe emplear es del 0.5 %.

2.3.2.5 Ácido ascórbico.

La norma NTE INEN 2337 (2008) establece que el (%) mínimo de vitamina C en jales, purés y compotas es del 30 % (véase en la Tabla 13).

2.3.2.6 Análisis microbiológico.

La norma INEN 2337 (2008) establece los requisitos microbiológicos para este tipo de productos, los cuales se presentan en la Tabla 14.

Tabla 14. Requisitos microbiológicos para los productos pasteurizados

| | n | m | M | c | Método de ensayo |
|---|----------|----------|----------|----------|-------------------------|
| Recuento estándar en placa REP UFC/cm ³ | 3 | < 10 | 10 | 1 | NTE INEN 1529-5 |
| Recuento de mohos y levaduras UP/cm ³ | 3 | < 10 | 10 | 1 | NTE INEN 1529-10 |

Fuente: INEN 2337 (2008)

Elaborado por: El Autor

En donde:

NMP= número más probable

UFC= unidades formadoras de colonias

UP= unidades propagadoras

n= número de unidades

m= nivel de aceptación

M= nivel de rechazo

c= número de unidades permitidas entre m y M

2.3.2.7 Análisis sensorial.

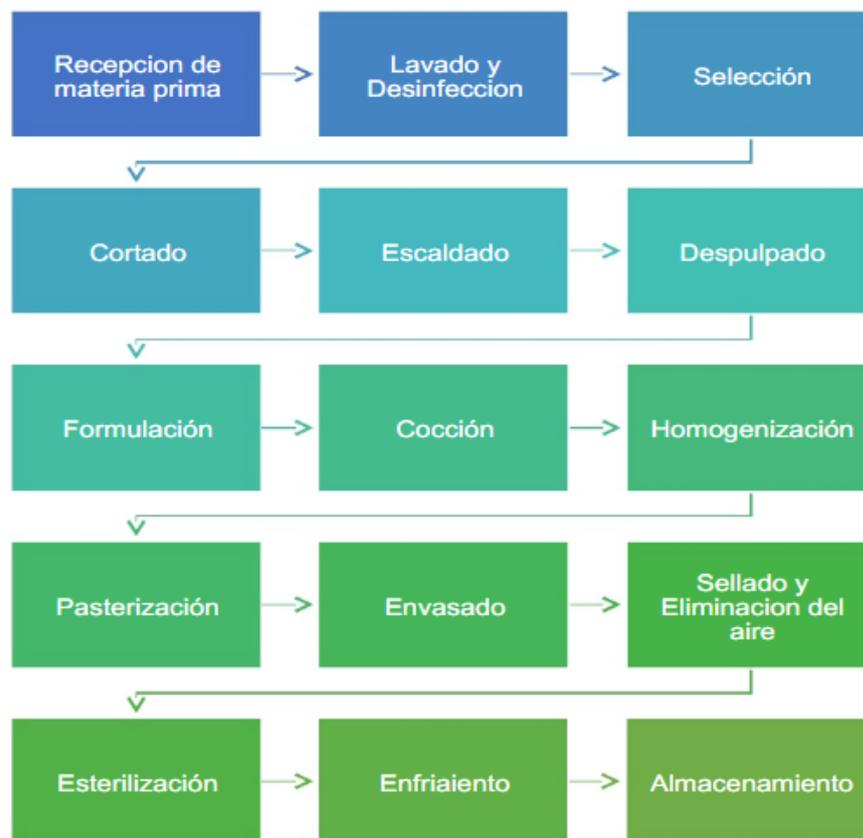
González (2016) menciona en su investigación que, desde la perspectiva de la industria de alimentos, la importancia de la evaluación sensorial se asienta principalmente en algunos aspectos como:

- **Control en el proceso de producción:** el cambio de algún componente en la receta, el cambio de la proporción en la formulación, la modificación de alguna variable del proceso, pueden generar variaciones en el perfil sensorial del producto terminado, por ello es crítico aplicar evaluaciones.
- **El análisis** se debe realizar en cada una de las materias primas que entran en su proceso, a los semielaborados e incluso a los materiales de empaque. Esto permite darle seguimiento al proceso de fabricación e identificar en qué etapa tuvo desviaciones que puedan afectar a las características sensoriales del producto terminado.
- **Memoria sensorial del consumidor:** los consumidores asocian el perfil sensorial de un producto con su marca y esto genera un nivel de aceptación o rechazo, lo cual es muy importante estandarizar para el éxito comercial de la marca.

2.3.3. Proceso de elaboración de compota de banano.

El proceso de fabricación de compota tiene varios pasos que van desde la recepción de la fruta hasta el almacenamiento y se describe a continuación en el Gráfico 1.

Gráfico 1. Proceso de elaboración de la compota de banano



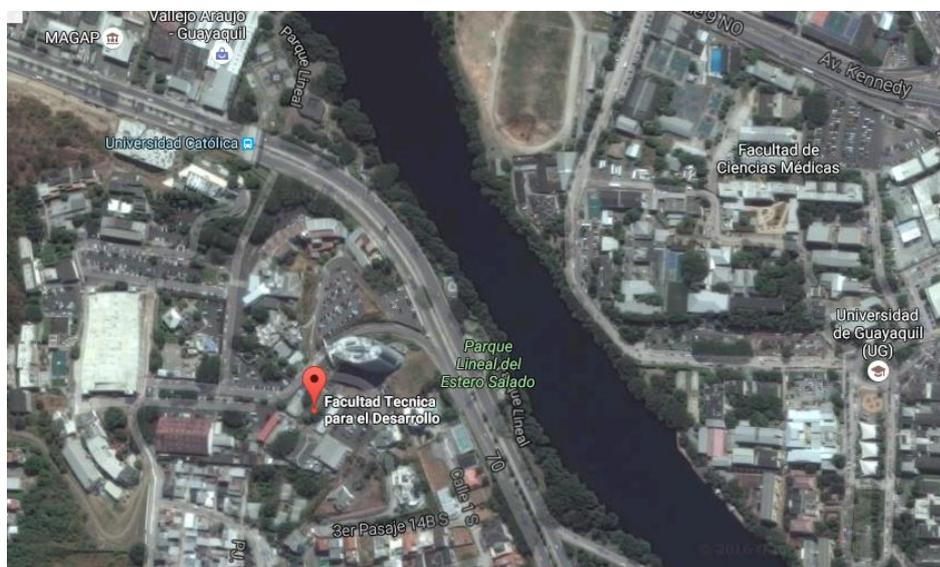
Fuente: Navas y Costa (2013)

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Localización del ensayo

El trabajo de investigación se desarrolló en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil (U.C.S.G.), localizada en la Av. Carlos Julio Arosemena Km. 1½ vía Daule, Guayaquil-Ecuador, en la Planta de Vegetales, entre los meses de Noviembre a Marzo del año 2017.

Gráfico 2. Ubicación geográfica del laboratorio donde se realizó el estudio



Fuente: Google maps (2016).

3.2. Condiciones climáticas de la zona

La ciudad de Guayaquil posee un clima tropical y se encuentra ubicada a 4 msnm; debido a que se encuentra en la zona ecuatorial, tiene temperaturas cálidas que permanecen durante todo el año, entre 25 y 28 °C aproximadamente (Climate data, 2016).

3.3. Materiales, insumos y reactivos

- Balanza Electrónica
- Agitador, estufa
- Ácido Ascórbico
- Banana
- Azúcar stevia, agua
- Recipientes de vidrio
- Harina de quinua
- Ácido Cítrico
- Pipetas, papel Toalla
- Ollas, licuadora industrial

3.4. Metodología de la obtención de la harina de quinua

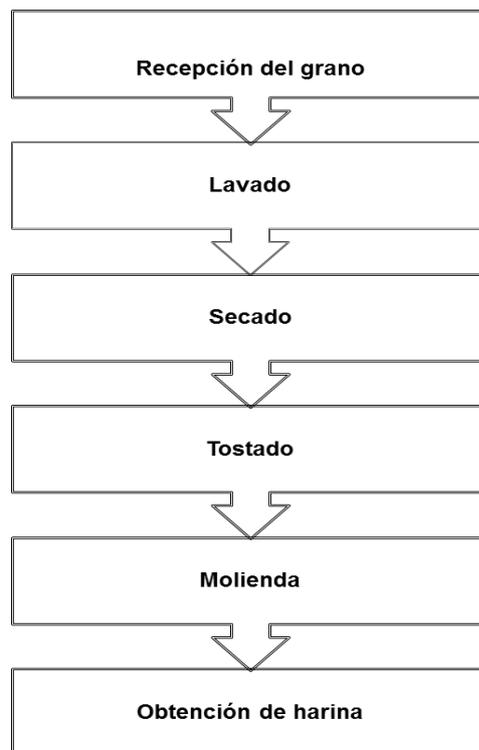
3.4.1. Rendimiento.

El grano de quinua fue obtenido de un centro comercial; se utilizaron 500 g de quinua como peso bruto, la cual fue lavada, secada, tostada a 80 °C por 30 minutos, triturada, filtrada a través de un tamiz de 250 μ y pesada. El peso neto obtenido de la harina de quinua fue de 347 g. El método que se aplicó para obtener el rendimiento de la harina fue a través de registros de su peso en cada proceso de transformación de la materia prima, se determinó el peso total del grano (peso bruto) hasta su peso neto.

Bustamante (2011), determina el rendimiento de la harina mediante la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Rendimiento} = (\text{Peso neto/Peso bruto}) \times 100 \%$$

3.4.1.1 Diagrama de flujo del procesamiento de harina de quinua.



Elaborado por: El Autor

3.5. Metodología de la obtención del puré de banano orgánico

3.5.1. Rendimiento.

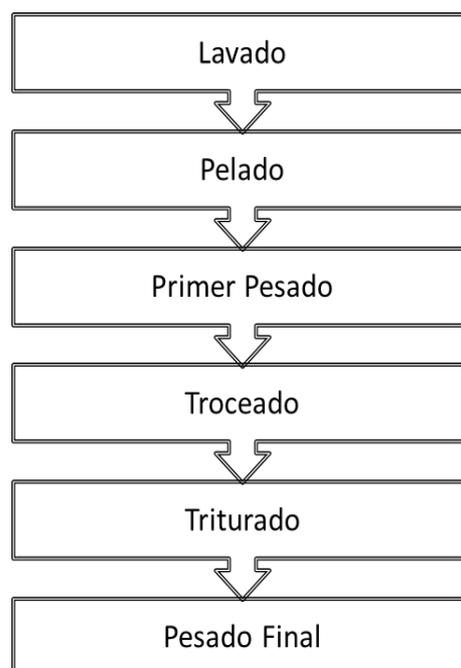
El puré de banano orgánico fue obtenido tras la transformación de 151.5 g de pulpa de banano, la cual fue lavada, pelada, pesada, troceada; y triturada en una licuadora de marca Oster (México), cuya capacidad es de 1.5 lts. Se pesaron 28 bananos, cuyo peso bruto fue de 3 224.5 g, luego se

realizó el triturado, obteniendo un peso neto de 1 589.35 g de puré; que fueron utilizados en la elaboración de la compota.

El método que se aplicó para obtener el rendimiento del puré fue por medio de registros de su peso; en cada proceso de transformación de la fruta, se determinó el peso total del banano (peso bruto) hasta su peso neto (puré). Se determinó el rendimiento del puré mediante la siguiente fórmula establecida por (Bustamante, 2011).

$$\% \text{ Rendimiento} = (\text{Peso neto/Peso bruto}) \times 100 \%$$

3.5.1.1 Diagrama de flujo del puré de banano orgánico.

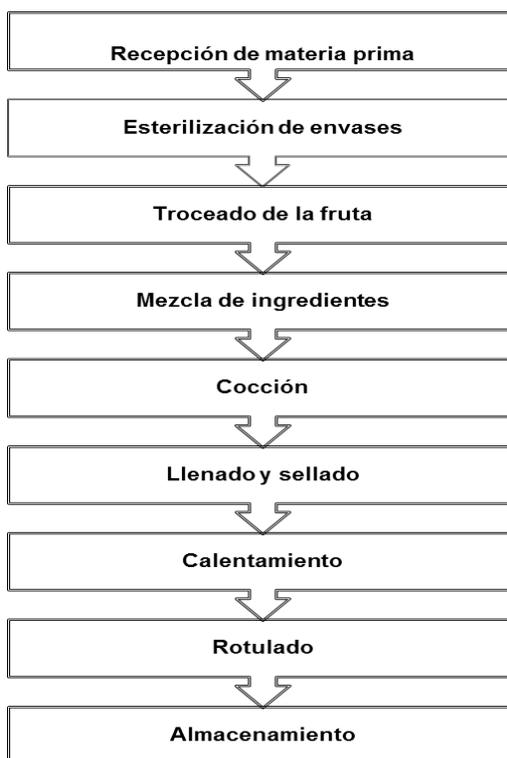


Elaborado por: El Autor

3.6. Metodología para la obtención de la compota de banano orgánico enriquecida con harina de quinua

La compota fue obtenida mediante el proceso de transformación del banano orgánico; se realizó la selección de las frutas más aptas para el proceso, luego fueron transportadas al área de lavado, pelado y troceado; inmediatamente cada ingrediente fue añadido con su respectivo peso: 120.09 g de agua, 151.5 g de puré, 7.41 g de harina de quinua; 15 g de azúcar stevia; 3 g de ácido cítrico y 3 g de ácido ascórbico; se homogenizó la mezcla antes de llevarla a cocción a temperaturas de 55 a 60 °C por 20 minutos y consecutivamente fue envasado y esterilizado el producto final (Véase en el Gráfico 1).

3.6.1. Diagrama de flujo de la compota de banano orgánico.



Elaborado por: El Autor

3.7. Caracterización de la harina de quinua, puré de banano orgánico y compota

3.7.1 Granulometría.

Para la determinación de granulometría de la harina de quinua fue utilizado un tamiz N° 60 equivalente a 250 μ ; 100 g de muestra fueron colocados en el tamiz retenedor de granulometría, el cual después de tres minutos de constante movimiento determinó el porcentaje de retención de la muestra.

Tabla 15. Materiales utilizados en el análisis de granulometría

| Materiales | Muestra |
|---|------------------|
| Balanza Vaso de precipitación Retenedor de granulometría Malla N° 60 | Harina de quinua |

Elaborado por: El Autor

3.7.2 Humedad.

Para la obtención de humedad de la harina de quinua, puré de banano y compota se utilizó la balanza PCE-MB 50 (España) que establece la humedad, tanto de producto sólidos como líquidos, con la utilización de 1 g de cada muestra.

Tabla 16. Materiales utilizados en el análisis de humedad

| Materiales | Muestras |
|--|--|
| Estufa de vacío Balanza Caja Petri | Harina de quinua Puré de banano orgánico Compota |

Elaborado por: El Autor

3.7.3 Cenizas.

Para determinar la cantidad de cenizas de la harina de quinua, puré de banano y compota, se aplicó el método por incineración de la muestra, en base a la norma INEN 520 (1981) en un crisol de platino, a 600 - 700 °C. La materia orgánica fue carbonizada, quedando los minerales como ceniza blanca que fue pesada.

Tabla 17. Materiales utilizados en el análisis de cenizas

| Materiales | Reactivos | Muestras |
|---|------------------|--|
| Crisol de platino Desecador Pinzas Mufla Balanza Estufa Rejilla con asbesto | Agua destilada | Harina de quinua Puré de banano orgánico Compota |

Elaborado por: El Autor

3.7.4 Análisis microbiológico.

Para evaluar la calidad microbiológica de la harina de quinua, puré de banano y compota, se preparó 30 ml de caldo Lauryl triptosa para el conteo

de coliformes totales; 200 ml de agua peptona; 20 ml de Potato dextrosa y CTP; para hongos y aerobios respectivamente, para cada grupo de muestras.

Se realizaron los análisis por duplicado, donde se agregó 10 ml del caldo Lauryl en cada tubo de ensayo y fue autoclavado por 15 minutos. Las muestras fueron pesadas (10 g) y luego disueltas en 90 ml de agua peptona. Para coliformes totales se agregó 1 ml de las muestras disueltas en los tubos de ensayo, donde reflejó una solución de 10^{-1}

Para hongos y aerobios totales, se colocó 1 ml de las muestras disueltas a las cajas Petri donde fueron añadidos los cultivos y luego incubados en una estufa en temperaturas de 25 y 37 °C respectivamente.

Tabla 18. Materiales utilizados para el análisis microbiológico de la compota

| Materiales | Reactivos |
|---|---|
| Matraz 250 ml Papel aluminio Caja Petri Pipeta Balanza Autoclave Estufa Mechero de gas | Agua de peptona PDA Nutrient Agar |

Elaborado por: El Autor

3.7.5 Acidez Titulable.

Se aplicó el análisis de acidez titulable a la harina de quinua, puré de banano y compota, cumpliendo con las descripciones de la norma INEN 2337 (2008): Determinación de acidez titulable método potenciométrico de referencia.

Tabla 19. Materiales utilizados en el análisis de acidez titulable

| Materiales | Reactivos | Muestras |
|---|---|--|
| Beaker de vidrio 250 ml Bureta de 25 ml Espátula Balanza pH-metro | NaOH 0.1 N Estandarizado Sol. Buffer de pH 4.00 | Harina de quinua Puré de banano orgánico Compota |

Elaborado por: El Autor

3.7.6 Sólidos solubles (°Brix).

Se empleó el análisis de sólidos solubles, en las muestras de harina de quinua, puré de banano orgánico y compota, donde se utilizó un refractómetro, que indicó el índice de refracción que correlaciona con la cantidad de sólidos solubles (expresado como la concentración de sacarosa), este método se lo realizó por lectura directa en el refractómetro, de acuerdo a la norma INEN 2337 (2008): Determinación de sólidos solubles. Mediante el método refractométrico, utilizando agua destilada para el caso de la harina.

Tabla 20. Materiales utilizados en el análisis de °Brix

| Materiales | Reactivos | Muestras |
|--|------------------|--|
| Beaker de vidrio 250 ml refractómetro Espátula | Agua destilada | Harina de quinua Puré de banano orgánico Compota |

Elaborado por: El Autor

3.7.7 Potencial de Hidrógeno (pH).

Se determinó el potencial de hidrógeno (pH) de la harina de quinua, puré de banano y compota utilizando el pH-metro; se calibró el instrumento ingresándolo en agua bufferada de pH₄, luego se introdujo el pH-metro en el puré y compota donde rápidamente se obtuvo el resultado. Para el caso de la harina se realizó previamente una solución con agua destilada.

Tabla 21. Materiales utilizados en el análisis de pH

| Materiales | Reactivos | Muestras |
|---|--|--|
| Beaker de vidrio 250 ml Agitador Papel toalla pH-metro | Sol. Buffer de pH 4.00 Sol. Buffer de pH 7.00 Agua destilada | Harina de quinua Puré de banano orgánico Compota |

Elaborado por: El Autor

3.7.8 Color.

Para determinar el color de la harina de quinua, puré de banano y compota, se tomó una muestra de cada una, que fue colocada en caja Petri; se utilizó el colorímetro o también llamado Hunter-Lab., donde analizó las muestras mediante la luz halógena que proviene de la lámpara con tres

sensores ópticos: L; a y b. Donde (L) interpreta la luminosidad del alimento, (a) indica que tan rojo o verde es y (b) indica que tan amarillo o azul es el mismo.

Tabla 22. Materiales utilizados en la determinación de color

| Materiales | Muestras |
|---|--|
| Caja Petri Colorímetro (Hunter-Lab) Cerámicas para calibración blanca y negra | Harina de quinua Puré de banano orgánico Compota |

Elaborado por: El Autor

3.7.9 Consistencia.

Por las características del puré y de la compota de banano orgánico, la consistencia fue determinada mediante el consistómetro de Bostwick; se colocó en este instrumento una porción de cada grupo de muestras y se calculó la consistencia mediante la medición de la distancia desplazada de las muestras en 30 segundos a una temperatura de 20 °C.

Tabla 23. Materiales utilizados en la determinación de consistencia

| Materiales | Muestras |
|---|------------------------------------|
| Consistómetro de Bostwick Espátula Cronómetro Beaker de vidrio de 250 ml | Puré de banano orgánico Compota |

Elaborado por: El Autor

3.7.10 Ácido ascórbico.

Para cuantificar el análisis de vitamina C al puré de banano orgánico y a la compota, fueron pesados 10 g de cada grupo de muestras, se añadió 50 ml de agua destilada, realizando una homogenización hasta la disolución

total de las muestras, las cuales fueron trasladadas a un balón de vidrio. Vertidos en un vaso de precipitación los 10 ml de cada muestra y 10 ml de fenolftaleína para el análisis, se añadió azul de metileno hasta lograr un color rosa en las disoluciones. Ya titulada la disolución y registrado el consumo del azul de metileno, el contenido de ácido ascórbico fue obtenido por medio de la aplicación de la fórmula establecida por la norma INEN 2337 (2008).

Ac. Ascórbico= Consumo (azul de metileno) x Factor de extracción x 100

3.7.11 Análisis sensorial.

El análisis sensorial fue realizado única y exclusivamente a la compota de banano orgánico. Se efectuaron 14 sesiones de degustación, cada una integrada por seis panelistas semi entrenados (estudiantes del último ciclo de la facultad de Nutrición de la U.C.S.G) para describir los perfiles sensoriales del testigo, correspondiente a la compota de banano (actual en el mercado) y de las procesadas mediante las distintas combinaciones de tratamientos basadas en el programa *Desing Expert* versión 8.0 (enriquecida con harina de quinua) que representan las variantes de proceso y fórmulas.

3.8. Fórmula testigo utilizada para la elaboración de la compota

Tabla 24. Fórmula testigo utilizada en la investigación

| Fórmula testigo | | |
|------------------------|-------------|--------------|
| Ingredientes | (%) | (g) |
| Banano | 51.4 | 174.2 |
| Almidón | 2.5 | 8.5 |
| Agua | 39.4 | 133.5 |
| Azúcar | 5,3 | 18 |
| Ac. Cítrico | 1.8 | 6.1 |
| Ac. Ascórbico | 3 | 10.2 |
| | 100 | 339 |

Elaborada por: El Autor

3.9. Restricciones aplicadas para el diseño de mezclas

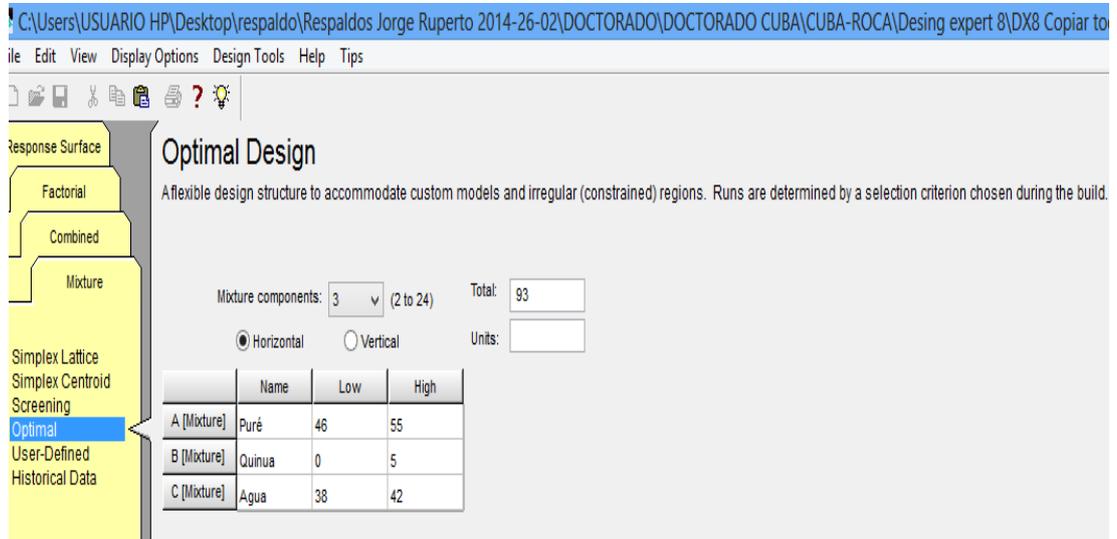
En base a la fórmula testigo, se establecieron las siguientes restricciones:

- harina de quinua: 0 % a 5 %
- banano: 46 % a 55 %
- agua: 38 % a 42 %

| Mixture Coding: | Actual | |
|------------------------|-------------------|-------------|
| Low | Constraint | High |
| 46.000 | A:Puré | 55.000 |
| 0.000 | B:Quinua | 5.000 |
| 38.000 | C:Agua | 42.000 |
| | A+B+C | 93.000 |

En el Gráfico 3 se presentan las restricciones aplicadas en el proceso.

Gráfico 3. Restricciones aplicadas



Elaborado por: El Autor

3.10. Combinaciones de tratamientos

Una vez ingresadas las restricciones establecidas al programa *Desing Expert* versión 8.0, se generaron 14 formulaciones, las cuales se presentan en la Tabla 25.

Tabla 25. Combinaciones de tratamientos

| No. | Banano (%) | Harina de quinua (%) | Agua (%) |
|-----|------------|----------------------|----------|
| 1 | 53.923 | 0.000 | 39.077 |
| 2 | 53.923 | 0.000 | 39.077 |
| 3 | 51.326 | 3.674 | 38.000 |
| 4 | 48.805 | 2.195 | 42.000 |
| 5 | 53.185 | 1.815 | 38.000 |
| 6 | 49.968 | 2.767 | 40.265 |
| 7 | 46.000 | 5.000 | 42.000 |
| 8 | 51.806 | 1.088 | 40.106 |
| 9 | 50.389 | 0.611 | 42.000 |
| 10 | 49.291 | 5.000 | 38.709 |
| 11 | 47.908 | 4.374 | 40.718 |
| 12 | 55.000 | 0.000 | 38.000 |
| 13 | 49.968 | 2.767 | 40.265 |
| 14 | 49.968 | 2.767 | 40.265 |

Elaborada por: El Autor

A estas formulaciones se le realizaron los análisis sensoriales para la selección de la(s) mejor(es) combinaciones.

3.11. Diseño experimental

Para las evaluaciones estadísticas se utilizó el programa estadístico *Desing Expert* versión 8.0 para el diseño de mezclas + 1 testigo.

3.12. Análisis de la varianza

A continuación, en la Tabla 26 se presenta el esquema del análisis de la varianza:

Tabla 26. Análisis de la varianza con grados de libertad

| F de V | Grados de libertad | |
|------------------|---|-------|
| | Fórmula | Total |
| Tratamiento | (Harina de quinua* Banano *Agua)-1 | 14 |
| Harina de quinua | Harina de Quinua-1 (niveles) | 2 |
| Banano | Banano -1 (niveles) | 2 |
| Agua | Agua-1 (niveles) | 2 |
| Harina* Banano | (Harina-1) (Banano -1) | 4 |
| Harina*Agua | (Harina-1) (Agua-1) | 4 |
| Banano *Agua | (Banano -1) (Agua-1) | 4 |
| Error | (Harina* Banano *Agua*repeticiones)- (Harina* Banano *Agua) | 28 |
| Total | Harina*Puré*Agua*repeticiones | 42 |

Elaborada por: El Autor

3.13. Variables evaluadas

3.13.1. Variables Cuantitativas: Físicas y químicas.

- Consistencia
- Sólidos Solubles (°Brix)
- pH (potenciómetro)
- Acidez
- Ácido ascórbico
- Color

3.13.2. Variables Cualitativas: Atributos sensoriales.

- Uniformidad de color
- Aroma Banano
- Aroma Dulce

- Sabor Dulce
- Sabor Amargo
- Sabor Banano
- Residual Banano
- Residual Dulce
- Residual Amargo
- Textura

3.14. Manejo del ensayo

El desarrollo de las muestras de proceso y formulaciones de la compota de banano enriquecida con harina de quinua, se llevó a cabo en la planta de vegetales de la U.C.S.G.; se utilizaron tres unidades experimentales por tratamiento, cada unidad experimental estuvo representada por un envase de vidrio con 100 g de compota.

Para el desarrollo de la compota se emplearon como ingredientes principales el banano orgánico (*Musa acuminata* AAA L) y la harina de quinua (*Chenopodium quinoa* W), la misma que fue obtenida mediante el procesamiento de trituración y molienda del grano, por el cual las características físicas y químicas se ajustaron a lo indicado en la Tabla 6.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Calidad física, química y microbiológica de la harina de quinua (*Chenopodium quinoa* W)

4.1.1. Rendimiento.

El rendimiento de la harina de quinua se calculó registrando sus pesos en base a la transformación del grano, obteniendo 153 g equivalentes al 30.6 %, valor superior a 30.11 % reportado por Román y Castillo (2005) en harina de cebada.

4.1.2. Granulometría.

Se pesó 100 g de muestra que fueron filtrados a través de un tamiz de 250 μ ; 98.3 g atravesaron la malla, lo que representó un 98.3 % de rendimiento al tamizado, valor superior a 98.1 % obtenido por Alvarado (2017) en harina de yuca. En base a los parámetros establecidos por la norma INEN 517 (1981) que estipula que el porcentaje que debe pasar en las harinas es del 95 %, la harina desarrollada en la presente investigación cumplió lo esperado.

4.1.3. Humedad.

El porcentaje de humedad que presentó la harina de quinua fue del 11.28 %, valor inferior a 11.6-12.2 % informado por Parker (2005) en granos de quinua. En base a los parámetros establecidos por la

norma INEN 3042 (2015) que estipula que el rango máximo de humedad en harinas es del 13.5 %, la harina desarrollada en la presente investigación cumplió con lo requerido.

4.1.4. Cenizas.

El porcentaje de cenizas que se obtuvo en la harina de quinua fue del 2.65 %, valor superior a los porcentajes 1.19 % y 1.54 % señalados por Agurto y Mero (2011) en harina de arroz y Parker (2005) en granos de quinua. En base a los parámetros estipulados por la norma INEN 3042 (2015), que establece que el porcentaje máximo de cenizas en harinas es del 3 %, la harina resultante de la presente investigación cumple este requisito (véase en la Tabla 6).

4.1.5. Análisis microbiológico.

Los resultados de los análisis microbiológicos que presentó la harina de quinua no mostraron desarrollo microbiano, cumpliendo con los requisitos de la norma INEN 2337 (2008).

4.2. Calidad física, química y microbiológica del puré de banano orgánico (*Musa acuminata* AAA)

4.2.1. Acidez Titulable.

El porcentaje de acidez en el puré de banano orgánico fue de 0.5 %, valor inferior a 0.55 % informado por Cabezas (2010), en el puré de guayaba

con quinua. Para determinar la acidez se utilizó la fórmula establecida por la norma INEN 2337-381 (2008), que estipula que el rango mínimo de acidez en purés es de 0.5 % (véase en las Tablas 12 y 13).

$$\% \text{ Acidez} = \frac{7.5 \text{ ml} \times 0.1051 \text{ ml} \times 0.064 \text{ ml} \times 100}{10 \text{ gr}} = 0.50$$

4.2.2. Ácido ascórbico.

El porcentaje de vitamina C que se obtuvo en el puré de banano orgánico fue de 71 %, porcentaje que cumple lo referido a la norma INEN 2337 (2008) que establece el % mínimo de vitamina C en las jaleas, néctares y pulpas es del 30 % (véase en la Tabla 13); se utilizó la fórmula siguiente:

Ac. Ascórbico= Consumo de la solución azul (5.7 ml) x Factor de extracción (0.125 ml) x 100 % = **71 %**

4.2.3. Sólidos solubles (°Brix).

El valor de sólidos solubles que se obtuvo en el puré de banano orgánico fue de 27.2 %, valor superior a 22 % señalado por Guevara y Málaga (2013) en el puré de aguaymanto. En base a los parámetros establecidos por la empresa Confoco S.A. (2017), el rango máximo de sólidos solubles en purés es de 27 %, por lo que el puré desarrollado en la presente investigación cumplió con este requisito (véase en la Tabla 12).

4.2.4. Potencial de Hidrógeno (pH).

El resultado de pH en el puré de banano orgánico fue de 4.52, valor superior a 3.66 reportado por Pérez (2013) en el puré de aguaymanto. El valor obtenido en la presente investigación cumple lo establecido por la norma INEN 2337 (2008), que indica que el pH máximo en el puré debe ser de 4.5.

4.2.5. Color.

El color registrado para el puré de banano orgánico fue de: L= 69; a= 1 y b= 25, valores inferiores a L= 57,82; a= 15,82 y b= 53,11 y similares a L= 65–70; a= -3 a +5 y b= 20–35 informados por Barreda (2013) en el puré de papaya y la empresa Confoco en el puré de banano respectivamente. La norma del CODEX STAN 17-1981, Rev.1-2001, establece que el puré debe tener un color normal y poseer la textura característica del producto. El puré desarrollado en la presente investigación se encontró dentro de los parámetros establecidos por la norma ya mencionada.

4.2.6. Consistencia.

El valor de la consistencia que se obtuvo en el puré de banano orgánico fue de 6 %, cantidad que cumplió con los parámetros señalados por la empresa Confoco que labora con porcentajes de puré entre 2.5-7.5 % y la norma INEN 2337 (2008) que establece que el valor máximo de consistencia en purés es del 7.5 % (véase en la Tabla 12).

4.2.7. Humedad.

La humedad que se obtuvo del puré de banano orgánico fue del 16.5 %, valor inferior al 22 % informado por Guevara y Málaga (2013). El resultado de humedad en el puré de banano orgánico de la presente investigación cumple con lo establecido por la norma INEN 2337 (2008).

4.2.8. Análisis microbiológico.

Los resultados microbiológicos obtenidos en el puré de banano orgánico señalaron que no hubo desarrollo microbiano a diferencia de lo informado por Barreda (2013), en el puré de aguaymanto donde analizó mohos, levaduras y bacterias ácido-lácticas, las cuales mostraron crecimiento microbiano 1×10^{-1} ; En el producto desarrollado en el presente estudio no hubo desarrollo de hongos, cumpliendo con los requisitos de la norma INEN 2337 (2008).

4.3. Calidad física, química, microbiológica y sensorial de la compota de banano orgánico

4.3.1. Consistencia.

El porcentaje de consistencia en la compota de banano orgánico fue del 5 %, valor que se encuentra dentro del rango de 3 a 8 % en el puré de banano estipulado por Guzmán (2014) y de 2.5 a 7.5 % establecido por la empresa Confoco S.A. (2017) (véase en la Tabla 12). El valor de

consistencia de la compota de la presente investigación cumple con lo establecido por la la norma INEN 2337 (2008).

4.3.2. Potencial de Hidrógeno (pH).

El pH en la compota de banano orgánico fue de 4.2, valor superior a 4.1 decretado por Goyenola (2007) para el mismo producto. El valor de pH en la compota de la presente investigación cumple con lo establecido por la norma INEN 2337 (2008) (véase en la Tabla 13).

4.3.3. Sólidos solubles (°Brix).

El resultado de sólidos solubles en la compota de banano orgánico fue de 7.51 %, superior al 5.25 % establecido por la norma INEN 2337 (2008).

4.3.4. Acidez Titulable.

El porcentaje de acidez en la compota de banano orgánico fue de 0.55 %, la misma que cumple con lo establecido por la norma INEN 2337 (2008), que estipula que el rango mínimo de acidez es de 0.5 %. La norma indica el siguiente procedimiento de cálculo:

$$\% \text{ Acidez Titulable} = \frac{8.2 \text{ ml} \times 0.1051 \times 0.064 \text{ ml} \times 100}{10 \text{ g}} \times 100 = 0.55 \%$$

4.3.5. Ácido ascórbico.

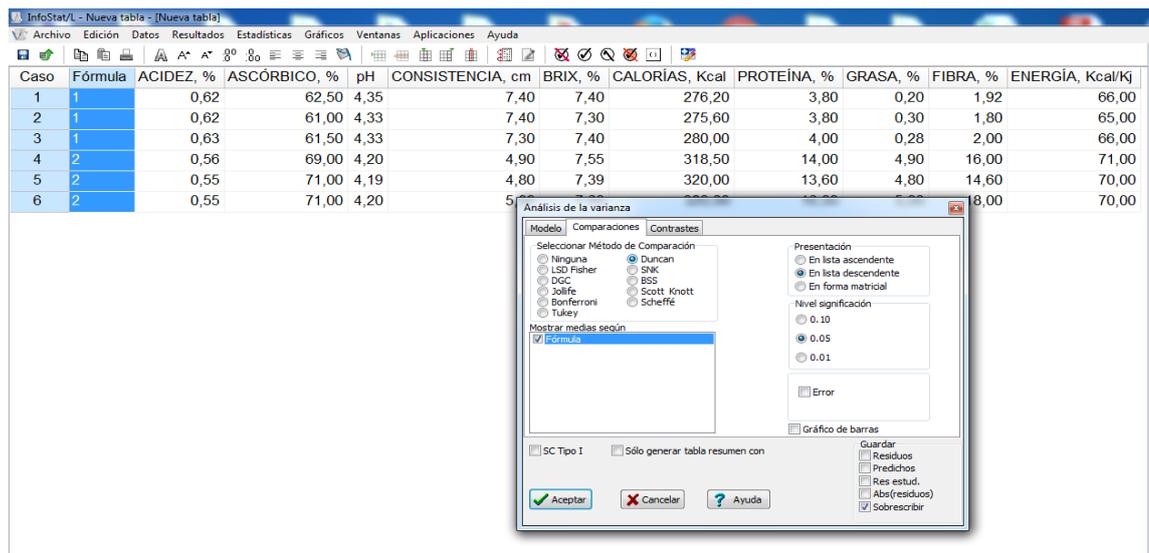
El porcentaje de vitamina C en la compota de banano orgánico fue de 70.3 %, cumpliendo con lo establecido por la norma INEN 2337 (2008) que

indica el % mínimo de vitamina C en las jaleas, néctares y pulpas es del 30 %. Se aplicó la fórmula siguiente:

Ac. Ascórbico= Consumo de azul de metileno (5.63 ml) x Factor de extracción (0.125 ml) x 100 % = **70.3 %**

Por medio del programa InfoStat se realizó las comparaciones del producto, testigo vs la compota desarrollada con harina de quinua; en el siguiente gráfico se presenta la forma de obtención de los resultados en los diferentes parámetros fisicoquímicos de ambos productos:

Gráfico 4. Datos físicos y químicos obtenidos del producto testigo vs compota desarrollada



Elaborado por: El Autor

En la Tabla 27 se obtuvieron las comparaciones fisicoquímicas por medio del programa InfoStat, donde se determinó lo siguiente:

En los parámetros, acidez, pH; y consistencia se demostró que el producto desarrollado tiene un menor porcentaje en comparación con el producto testigo; ambos productos dieron una igualdad en su desviación standard (D.V.) con respecto a la acidez.

Tabla 27. Cuadro comparativo de compota desarrollada vs producto testigo

| | Producto testigo | Compota desarrollada |
|--|---------------------------|-----------------------------|
| Acidez, % | 0.62(0.006) ^a | 0.55(0.006) ^b |
| Ácido ascórbico, % | 61.67(0.76) ^b | 70.33(1.15) ^a |
| pH | 4.34(0.01) ^a | 4.20(0.006) ^b |
| Consistencia, cm | 7.37(0.06) ^a | 4.9(0.1) ^b |
| Brix, % | 7.37(0.06) ^a | 7.51(0.11) ^a |
| Calorías, kcal | 277.27(2.19) ^b | 319.5(0.87) ^a |
| Proteína, % | 3.87(0.11) ^b | 14.53(0.35) ^a |
| Grasa, % | 0.26(0.05) ^b | 4.9(0.1) ^a |
| Fibra, % | 1.91(0.10) ^b | 16.2(0.15) ^a |
| Energía, kcal/kj | 65.67(0.58) ^b | 70.33(0.58) ^a |
| Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$) | | |

Elaborado por: El Autor

El Ácido ascórbico en la compota desarrollada es mayor que en el producto testigo; la D.V. es mayor a la del producto testigo.

En cuanto a Brix, calorías, proteínas, grasa, fibra, y energía se observó que la compota desarrollada posee un valor nutricional mayor al del producto testigo, demostrando que el uso de la harina de quinua en compotas eleva su contenido nutricional.

4.3.6. Análisis microbiológico.

Los resultados microbiológicos obtenidos en la compota de banano orgánico señalaron que no hubo desarrollo microbiano, cumpliendo lo estipulado por la norma INEN 2337 (2008) que establece los requisitos microbiológicos para este tipo de productos, los cuales se presentaron en la Tabla 14.

4.3.7. Análisis sensorial.

Para la evaluación del perfil sensorial se aplicó un Análisis descriptivo cuantitativo (QDA) con la ayuda de seis panelistas semi-entrenados, quienes realizaron tres sesiones de degustación por tratamiento más una del testigo. En la evaluación, fueron establecidos 10 atributos sensoriales, siendo los de mayor importancia: aroma a banano (notas de salida), sabor a banano (notas medias), residual banano (notas de fondo), uniformidad de color y textura.

En total los atributos evaluados fueron: aroma banano, aroma dulce, sabor dulce, sabor amargo, sabor banano, residual banano, residual dulce, residual amargo, uniformidad de color y textura.

En las Tablas 28 y 29 se presenta la fórmula generada por el programa *Desing Expert* versión 8.0 y los promedios de evaluaciones establecidos por el QDA.

Tabla 28. Fórmula para el desarrollo del producto

| Fórmula designada por <i>Desing Expert</i> 8.0 | | |
|---|---------------|---------------|
| Ingredientes | (%) | (g) |
| Banano | 50.500 | 151.5 |
| Harina de quinua | 2.470 | 7.41 |
| Agua | 40.030 | 120.09 |
| Azúcar | 5.000 | 15 |
| Ac. Cítrico | 1.000 | 3 |
| Ac. Ascórbico | 1.000 | 3 |
| | 100 | 300 |

Elaborado por: El Autor

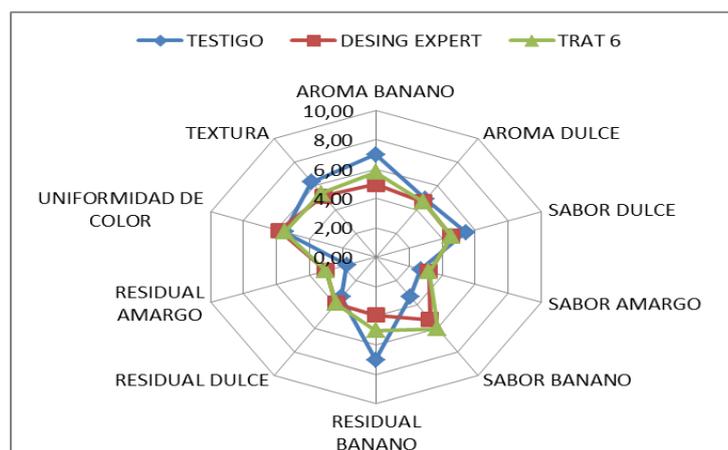
Tabla 29. Promedios cuantitativos a los atributos generados por el QDA

| Trat. | Unif. Color | Text. | Ar. Ban. | Ar. Dulce | Sab. Dulce | Sab. Amargo | Sab. Ban. | Res. Ban. | Res. Dulce | Res. Amargo |
|--------------|--------------------|--------------|-----------------|------------------|-------------------|--------------------|------------------|------------------|-------------------|--------------------|
| Testigo | 5.53 | 6.30 | 7.00 | 4.87 | 5.45 | 2.70 | 3.37 | 7.00 | 3.35 | 1.75 |
| 1 | 5.42 | 5.78 | 6.00 | 2.52 | 2.52 | 5.35 | 4.78 | 7.00 | 2.32 | 3.30 |
| 2 | 5.02 | 5.50 | 6.00 | 3.42 | 3.23 | 5.97 | 4.40 | 7.00 | 2.52 | 3.77 |
| 3 | 5.30 | 5.32 | 5.00 | 1.80 | 2.73 | 3.42 | 4.90 | 6.00 | 2.30 | 2.42 |
| 4 | 5.57 | 5.70 | 5.45 | 3.90 | 4.03 | 4.07 | 5.38 | 4.92 | 3.47 | 3.57 |
| 5 | 5.28 | 4.98 | 6.00 | 4.68 | 4.70 | 2.68 | 4.67 | 7.00 | 3.63 | 3.25 |
| 6 | 5.52 | 5.37 | 5.78 | 4.65 | 4.57 | 3.20 | 6.02 | 5.00 | 3.90 | 3.02 |
| 7 | 5.63 | 5.52 | 5.25 | 4.98 | 5.47 | 3.87 | 5.90 | 4.37 | 4.30 | 3.70 |
| 8 | 5.68 | 5.75 | 5.00 | 6.23 | 6.73 | 1.95 | 5.30 | 5.20 | 4.78 | 1.85 |
| 9 | 4.73 | 5.13 | 4.95 | 5.13 | 6.02 | 1.47 | 6.13 | 5.10 | 4.75 | 0.97 |
| 10 | 4.57 | 4.32 | 4.00 | 3.85 | 4.85 | 2.52 | 4.18 | 5.00 | 4.50 | 2.57 |
| 11 | 6.02 | 6.03 | 4.20 | 5.25 | 5.40 | 1.52 | 5.85 | 4.97 | 5.13 | 2.13 |
| 12 | 5.53 | 6.30 | 7.00 | 4.87 | 5.45 | 2.70 | 3.37 | 7.00 | 3.35 | 1.75 |
| 13 | 6.57 | 5.80 | 4.60 | 5.57 | 5.38 | 1.33 | 4.97 | 4.00 | 5.25 | 1.52 |
| 14 | 6.00 | 5.85 | 4.60 | 5.08 | 5.73 | 2.27 | 4.00 | 4.00 | 4.63 | 1.87 |
| D. EXP | 5.83 | 5.15 | 4.95 | 4.65 | 4.57 | 3.20 | 5.26 | 3.97 | 3.90 | 3.02 |

Elaborado por: El Autor

Con la ayuda del programa *Desing Expert* versión 8.0 se establecieron los datos estadísticos para obtener el perfil sensorial de la compota, se manipularon gráficos estadísticos para demostrar las variaciones de los atributos en el perfil sensorial de la compota, el cual se presenta a continuación:

Gráfico 5. Perfil sensorial de tratamientos vs testigo.



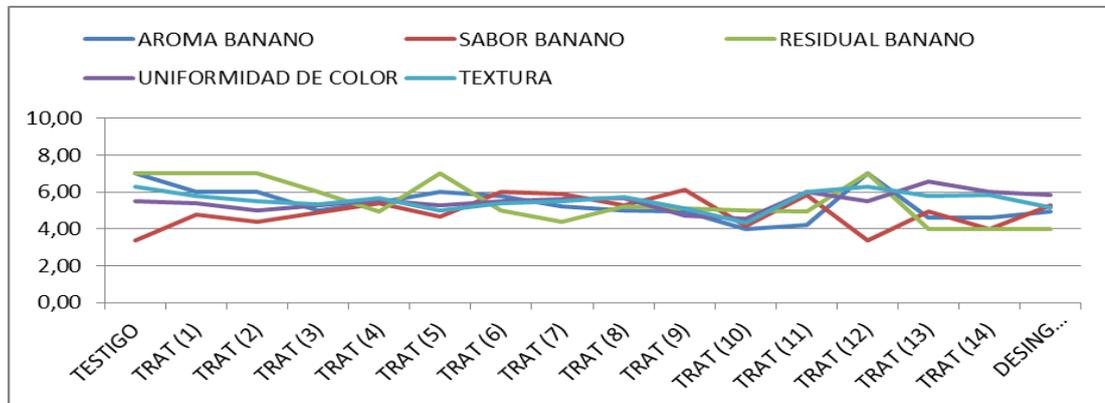
Elaborado por: El Autor

Mediante los resultados expuestos por el programa *Desing Expert* versión 8.0, se estableció que el tratamiento con mayor similitud a los resultados estadísticos del programa y en comparación al testigo es el tratamiento 6; se observó que los atributos no deseables como: residual amargo y sabor amargo no generaron un incremento tan perceptible en los panelistas.

Con respecto a los atributos sabor banano, residual dulce y uniformidad de color, se comprobó un incremento perceptible en cuanto a los resultados del programa, el tratamiento 6 versus el testigo; con estos datos

se comprobó que el aumento de la fruta y la harina vegetal le dan un mejor sabor a la compota.

Gráfico 6. Valoración de Intensidad de los atributos del banano, de acuerdo a testigo, tratamientos vs compota desarrollada



Elaborado por: El Autor

El valor de R^2 ajustado (86.4 %) explicó los factores e interacciones con la calificación del producto. La diferencia de R^2 fue atribuible a otras variables o es un factor de ruido.

AB (puré) (quinua) es > 0.05 ; AC (puré) (agua) es < 0.05 ; BC (quinua) (agua) es > 0.05 .

A continuación se presenta el análisis de la varianza (suma parcial de cuadrados) de las variables establecidas para la elaboración de la compota.

Tabla 30. Modelo de mezcla cuadrático

| Aroma banano: ANOVA Para el Modelo de Mezcla Cuadrático | | | | | |
|---|-------------------|----|----------------|---------|------------------|
| F.V. | suma de cuadrados | Df | Cuadrado medio | F Valor | p-valor Prob > F |
| Modelo | 7.59 | 5 | 1.52 | 10.17 | 0.0026 S. |
| Línea de mezcla | 4.60 | 2 | 2.30 | 15.40 | 0.0018 |
| Puré x quinua | 0.16 | 1 | 0.16 | 1.07 | 0.3313 |
| Puré x agua | 0.93 | 1 | 0.93 | 6.21 | 0.0374 |
| Quinua x agua | 0.071 | 1 | 0.071 | 0.48 | 0.5092 |
| Residual | 1.19 | 8 | 0.15 | | |
| Falta de ajuste | 0.27 | 5 | 0.053 | 0.17 | 0.9561 NS |
| Puré Error | 0.93 | 3 | 0.31 | | |
| Total | 8.79 | 13 | | | |

(N.S.) = No significativo (*) = Significativo (**) = Muy significativo

| | | | |
|---------------------|------|-----------------------|--------|
| Desv. Stand. | 0.39 | R-Squared | 0.8640 |
| Media | 5.27 | Adj R-Squared | 0.7791 |
| C.V. % | 7.33 | Pred R-Squared | 0.7202 |
| Press | 2.46 | Adeq Precision | 12.173 |

Elaborado por: El Autor

Se obtuvo un valor de aroma de 4.98 el cual se aproximó con el aroma óptimo que se había adquirido durante la experimentación del presente estudio.

A continuación, se observa la ecuación elaborada en base al uso de herramientas estadísticas y a la investigación del presente estudio:

Ecuación final

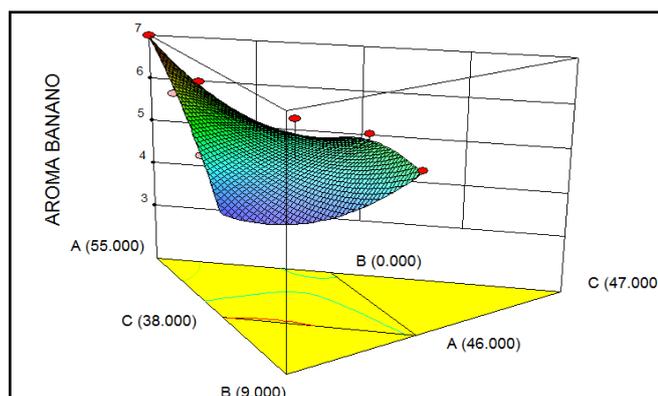
Aroma banano = +2.80516 * Puré -7.95023 * Quinua + 4.19415 * Agua +
0.044871 * Puré * Quinua -0.14675 * Puré * Agua + 0.061726 * Quinua *
Agua

Se reemplazó por las dosis del mejor tratamiento elegido del presente trabajo:

$(+2.80516 * 50.5 P) - (7.95023 * 2.47 Q) + (4.19415 * 40.03 A) + (0.044871 * 50.5 P * 2.47 Q) - (0.14675 * 50.5 P * 40.03 A) + (0.061726 * 2.47 Q * 40.03 A)$
A) **Y= 4.98**

Como componentes se obtuvieron A: puré; B: quinua; C: agua, los puntos de color rojo indican el valor con mayor relevancia en la Gráfica 7 de superficie de respuesta; su posición en la misma se ve determinada por la cantidad de cada uno de los componentes.

Gráfico 7. Aroma de banano



Elaborado por: El Autor

El valor de R^2 ajustado (53.47 %) explicó los factores e interacciones con la calificación del producto. La diferencia de R^2 fue atribuible a otras variables. La línea de mezcla es < 0.05 .

Tabla 31. Modelo de mezcla lineal

| Sabor banano: ANOVA para el modelo de mezcla lineal | | | | | |
|---|-------------------|----|----------------|---------|------------------|
| F.V. | suma de cuadrados | Df | Cuadrado medio | F Valor | p-valor Prob > F |
| Modelo | 4.78 | 2 | 2.39 | 6.32 | |
| Línea de mezcla | 4.78 | 2 | 2.39 | 6.32 | 0.0149 S. |
| Residual | 4.16 | 11 | 0.38 | | 0.0149 |
| Falta de ajuste | 2.05 | 8 | 0.26 | 0.36 | |
| Puré Error | 2.11 | 3 | 0.70 | | 0.8880 NS |
| Total | 8.94 | 13 | | | |

(N.S.) = No significativo (*) = Significativo (**) = Muy significativo

| | | | |
|---------------------|-------|-----------------------|--------|
| Desv. Stand. | 0.61 | R-Squared | 0.5347 |
| Media | 4.99 | Adj R-Squared | 0.4501 |
| C.V. % | 12.33 | Pred R-Squared | 0.2872 |
| Press | 6.37 | Adeq Precision | 6.568 |

Elaborado por: El Autor

El valor del sabor que se obtuvo del producto final fue de 5.06 el cual se aproximó con el sabor óptimo obtenido durante la experimentación del presente estudio. A continuación, se observa la ecuación elaborada en base al uso de herramientas estadísticas y a la investigación del presente estudio:

Ecuación final

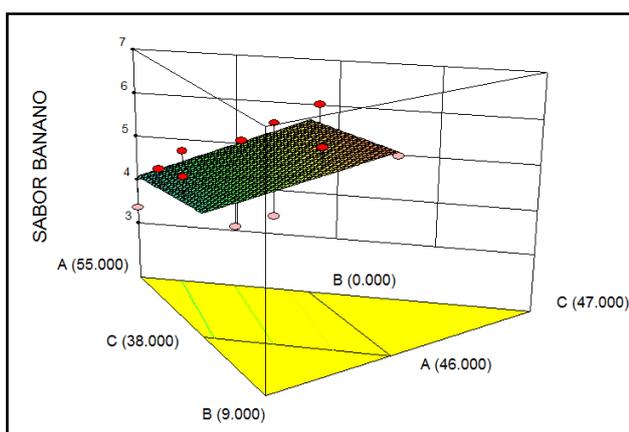
$$\text{Sabor banano} = -0.11591 * \text{Puré} - 0.055410 * \text{Quinua} + 0.27591 * \text{Agua}$$

Se reemplazó por las dosis del mejor tratamiento elegido del presente trabajo:

$$(-0.11591 * 50.5 \text{ P}) - (0.055410 * 2.47 \text{ Q}) + (0.27591 * 40.03 \text{ A}) \text{ Y} = 5.06$$

Como componentes se obtuvieron A: puré; B: quinua; C: agua, los puntos de color rojo indican el valor con mayor relevancia en la Gráfica 8 de superficie de respuesta; su posición en la misma se ve determinada por la cantidad de cada uno de los componentes.

Gráfico 8. Sabor banano



Elaborado por: El Autor

El valor de R^2 ajustado (85.14 %) explicó los factores e interacciones con la calificación del producto. La diferencia de R^2 fue atribuible a otras variables o es un factor de ruido.

AB (puré) (quinua) es > 0.05; AC (puré) (agua) es > 0.05; BC (quinua) (agua) es > 0.05.

Tabla 32. Modelo de mezcla cuadrático

| Residual banano: ANOVA para el modelo de mezcla cuadrático | | | | | |
|--|-------------------|----|----------------|---------|------------------|
| F.V. | suma de cuadrados | Df | Cuadrado medio | F Valor | p-valor Prob > F |
| Modelo | 13.95 | 5 | 2.79 | 9.17 | 0.0036 S. |
| Línea de mezcla | 11.78 | 2 | 5.89 | 19.36 | 0.0009 |
| Puré x quinua | 0.47 | 1 | 0.47 | 1.53 | 0.2510 |
| Puré x agua | 0.99 | 1 | 0.99 | 3.26 | 0.1088 |
| Quinua x agua | 0.67 | 1 | 0.67 | 2.19 | 0.1775 |
| Residual | 2.43 | 8 | 0.30 | | |
| Falta de ajuste | 1.77 | 5 | 0.35 | 1.59 | 0.3729 NS |
| Puré Error | 0.67 | 3 | 0.22 | | |
| Total | 16.38 | 13 | | | |

(N.S.) = No significativo (*) = Significativo (**) = Muy significativo

| | | | |
|---------------------|-------|-----------------------|--------|
| Desv. Stand. | 0.55 | R-Squared | 0.8514 |
| Media | 5.47 | Adj R-Squared | 0.7586 |
| C.V. % | 10.09 | Pred R-Squared | 0.5553 |
| Press | 7.28 | Adeq Precision | 9.179 |

Elaborado por: El Autor

Se obtuvo el valor residual de 4.79 el cual se acercó al residual óptimo que se adquirió durante la experimentación. A continuación, se observa la ecuación elaborada en base al uso de herramientas estadísticas y a la investigación del presente estudio:

Ecuación final

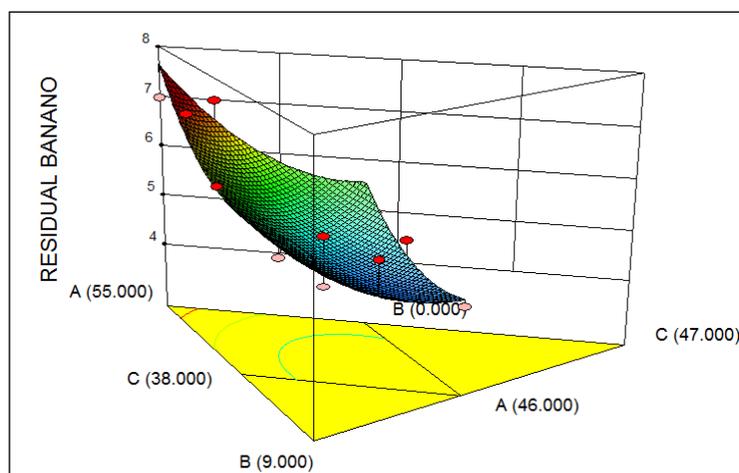
$$\text{Residual banano} = +2.89630 * \text{Puré} + 7.75808 * \text{Quinoa} + 4.34796 * \text{Agua} \\ -0.076633 * \text{Puré} * \text{Quinoa} -0.15161 * \text{Puré} * \text{Agua} -0.18856 * \text{Quinoa} * \text{Agua}$$

Se reemplazó por las dosis del mejor tratamiento elegido del presente trabajo:

$$+ (2.89630 * 50.5 \text{ P}) + (7.75808 * 2.47 \text{ Q}) + (4.34796 * 40.03 \text{ A}) - (0.076633 * \\ 50.5 \text{ P} * 2.47 \text{ Q}) - (0.15161 * 50.5 \text{ P} * 40.03 \text{ A}) - (0.18856 * 2.47 \text{ Q} * 40.03 \\ \text{A}) \text{ Y} = 4.79$$

Como componentes se obtuvieron A: puré; B: quinua; C: agua, los puntos de color rojo indican el valor con mayor relevancia en la Gráfica 9 de superficie de respuesta; su posición en la misma se ve determinada por la cantidad de cada uno de los componentes

Gráfico 9. Residual banano



Elaborado por: El Autor

El valor de R^2 ajustado (73.78 %) explicó los factores e interacciones con la calificación del producto. La diferencia de R^2 fue atribuible a otras variables o es un factor de ruido.

AB (puré) (quinua) es < 0.05 ; AC (puré) (agua) es > 0.05 ; BC (quinua) (agua) es < 0.05 .

Tabla 33. Modelo de mezcla cuadrático

| Uniformidad de color: ANOVA para el modelo de mezcla cuadrático | | | | | |
|---|-------------------|----|----------------|---------|------------------|
| F.V. | suma de cuadrados | Df | Cuadrado medio | F Valor | p-valor Prob > F |
| Modelo | 2.58 | 5 | 0.52 | 4.50 | 0.0300 S. |
| Línea de mezcla | 0.20 | 2 | 0.10 | 0.89 | 0.4478 |
| Puré x quinua | 1.14 | 1 | 1.14 | 9.94 | 0.0135 |
| Puré x agua | 0.42 | 1 | 0.42 | 3.69 | 0.0910 |
| Quinua x agua | 2.29 | 1 | 2.29 | 19.99 | 0.0021 |
| Residual | 0.92 | 8 | 0.11 | | |
| Falta de ajuste | 0.29 | 5 | 0.057 | 0.27 | 0.9031 NS |
| Puré Error | 0.63 | 3 | 0.21 | | |
| Total | 3.50 | 13 | | | |

(N.S.) = No significativo (*) = Significativo (**) = Muy significativo

| | | | |
|---------------------|------|-----------------------|--------|
| Desv. Stand. | 0.34 | R-Squared | 0.7378 |
| Media | 5.49 | Adj R-Squared | 0.5739 |
| C.V. % | 6.17 | Pred R-Squared | 0.2839 |
| Press | 2.51 | Adeq Precision | 5.970 |

Elaborado por: El Autor

La uniformidad de color que se obtuvo fue de 5.99 el cual se aproximó con el color óptimo que se adquirió durante el desarrollo del nuevo producto.

A continuación, se observa la ecuación elaborada en base al uso de herramientas estadísticas y a la investigación del presente estudio:

Ecuación final

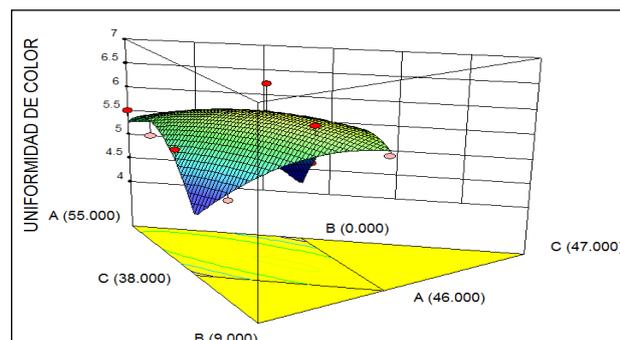
$$\text{Uniformidad de color} = -1.53155 * \text{Puré} - 17.28406 * \text{Quinua} - 3.09667 * \text{Agua} + 0.11993 * \text{Puré} * \text{Quinua} + 0.099137 * \text{Puré} * \text{Agua} + 0.35020 * \text{Quinua} * \text{Agua}$$

Se reemplazó por las dosis del mejor tratamiento elegido del presente trabajo:

$$- (1.53155 * 50.5 \text{ P}) - (17.28406 * 2.47 \text{ Q}) - (3.09667 * 40.03 \text{ A}) + (0.11993 * 50.5 \text{ P} * 2.47 \text{ Q}) + (0.099137 * 50.5 \text{ P} * 40.03 \text{ A}) + (0.35020 * 2.47 \text{ Q} * 40.03 \text{ A}) \mathbf{Y= 5.99}$$

Como componentes se obtuvieron A: puré; B: quinua; C: agua, los puntos de color rojo indican el valor con mayor relevancia en la Gráfica 10 de superficie de respuesta; su posición en la misma se ve determinada por la cantidad de cada uno de los componentes.

Gráfico 10. Uniformidad de color



Elaborado por: El Autor

El valor de R^2 ajustado (94.29 %) explicó los factores e interacciones con la calificación del producto. La diferencia de R^2 es un factor de ruido.

AB (puré) (quinua) es > 0.05 ; AC (puré) (agua) es < 0.05 ; BC (quinua) (agua) es < 0.05 .

Tabla 34. Modelo de mezcla cúbico

| Textura: ANOVA para el modelo de mezcla cúbico | | | | | |
|--|-------------------|----|----------------|---------|------------------|
| F.V. | suma de cuadrados | Df | Cuadrado medio | F Valor | p-valor Prob > F |
| Modelo | 2.97 | 9 | 0.33 | 7.34 | 0.0352 S. |
| Línea de mezcla | 0.53 | 2 | 0.26 | 5.87 | 0.0646 |
| Puré x quinua | 5.707E-003 | 1 | 5.707E-003 | 0.13 | 0.7398 |
| Puré x agua | 0.50 | 1 | 0.50 | 11.17 | 0.0288 |
| Quinua x agua | 0.76 | 1 | 0.76 | 16.91 | 0.0147 |
| Puré x quinua x agua | 0.65 | 1 | 0.65 | 14.47 | 0.0190 |
| Puré x quinua (puré – quinua) | 0.12 | 1 | 0.12 | 2.57 | 0.1844 |
| Puré x agua (puré – agua) | 0.52 | 1 | 0.52 | 11.45 | 0.0277 |
| Quinua x agua (quinua – agua) | 0.33 | 1 | 0.33 | 7.42 | 0.0528 |
| Residual | 0.18 | 4 | 0.045 | | |
| Falta de ajuste | 1.577E-003 | 1 | 1.577E-003 | 0.027 | 0.8810 NS |
| Puré Error | 0.18 | 3 | 0.059 | | |
| Total | 3.15 | 13 | | | |

(N.S.) = No significativo (*) = Significativo (**) = Muy significativo

| | | | |
|---------------------|------|-----------------------|--------|
| Desv. Stand. | 0.21 | R-Squared | 0.9429 |
| Media | 5.52 | Adj R-Squared | 0.8145 |
| C.V. % | 3.84 | Pred R-Squared | 0.4250 |
| Press | 1.81 | Adeq Precision | 11.094 |

Elaborado por: El Autor

La textura del producto final fue de 5.27, se aproximó con la textura óptima que se obtuvo durante la experimentación del proyecto.

A continuación, se observa la ecuación elaborada en base al uso de herramientas estadísticas y a la investigación del presente estudio:

Ecuación final

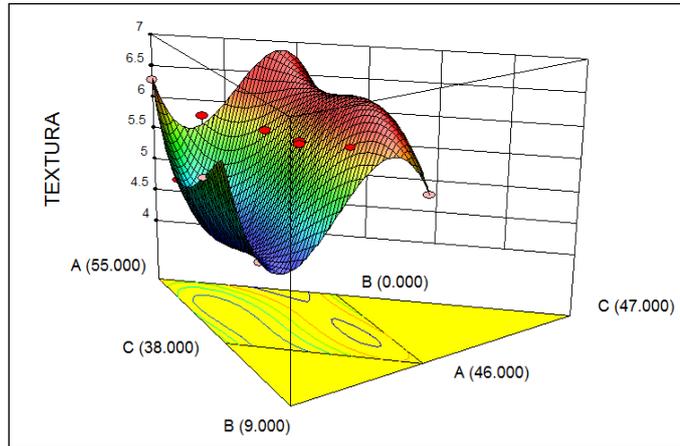
$$\begin{aligned} \text{Textura} = & +210.15060 * \text{Puré} + 240.86458 * \text{Quinoa} - 501.48398 * \text{Agua} + \\ & 2.70362 * \text{Puré} * \text{Quinoa} + 6.22811 \text{ Puré} * \text{Agua} + 3.74209 * \text{Quinoa} * \text{Agua} \\ & - 0.35766 * \text{Puré} * \text{Quinoa} * \text{Agua} - 0.020002 * \text{Puré} * \text{Quinoa} * (\text{Puré-Quinoa}) \\ & - 0.15515 * \text{Puré} * \text{Agua} * (\text{Puré-Agua}) - 0.20577 * \text{Quinoa} * \text{Agua} * (\text{Quinoa-} \\ & \text{Agua}) \end{aligned}$$

Se reemplazó por las dosis del mejor tratamiento elegido del presente trabajo:

$$\begin{aligned} & + (210.15060 * 50.5 \text{ P}) + (240.86458 * 2.47 \text{ Q}) - (501.48398 * 40.03 \text{ A}) + \\ & (2.70362 * 50.5 \text{ P} * 2.47 \text{ Q}) + (6.22811 * 50.5 \text{ P} * 40.03 \text{ A}) + (3.74209 * 2.47 \\ & \text{ Q} * 40.03 \text{ A}) - (0.35766 * 50.5 \text{ P} * 2.47 \text{ Q} * 40.03 \text{ A}) - [(0.020002 * 50.5 \text{ P} * \\ & 2.47 \text{ Q} * (50.5 \text{ P} - 2.47 \text{ Q})] - [(0.15515 * 50.5 \text{ P} * 40.03 \text{ A} * (50.5 \text{ P} - 40.03 \text{ A})] \\ & - [(0.20577 * 2.47 \text{ Q} * 40.03 \text{ A} * (2.47 \text{ Q} - 40.03 \text{ A})] \mathbf{Y= 5.27} \end{aligned}$$

Como componentes se obtuvieron A: puré; B: quinua; C: agua, los puntos de color rojo indican el valor con mayor relevancia en la Gráfica 11 de superficie de respuesta, su posición en la misma se ve determinada por la cantidad de cada uno de los componentes.

Gráfico 11. Textura



Elaborado por: El Autor

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Como respuesta a los objetivos de la investigación y en función de los resultados analizados sobre el beneficio de la harina de quinua como materia prima implementada para el desarrollo de compotas, se concluye:

- De acuerdo a los resultados obtenidos tanto en el rendimiento como en las características físicas, químicas y microbiológicas de la harina de quinua como del puré de banano, las materias primas en estudio pueden ser utilizadas para el desarrollo de nuevos tipos de compota con calidad nutricional modificada.
- La evaluación sensorial de la compota desarrollada permitió establecer una mejor combinación con el uso del programa estadístico *Desing Expert* versión 8.0, siendo la formulación más adecuada para el desarrollo de la misma, aquella que utilizó el 50.5 % de puré de banano, 2.47 % de harina de quinua y 40.03 % de agua.
- La compota desarrollada cumplió con los parámetros establecidos por las normas de calidad física, química, microbiológica y sensorial, en donde logró un mayor nivel de proteínas, minerales y fibra con respecto al producto testigo, es decir la adición de harina de quinua permitió enriquecer nutricionalmente una compota de fruta.

5.2. Recomendaciones

- Continuar con los estudios sobre productos innovadores con potencial nutricional, que permitan diversificar el mercado actual.
- Procesar productos alimenticios siguiendo las normas de calidad para evitar la contaminación de los mismos.
- Trabajar con los materiales y equipos necesarios para la obtención de un producto de calidad.

BIBLIOGRAFÍA

Agrofuturo. (2016). *La Quinoa, el grano del futuro*. Obtenida el 27 de Enero de 2017, de:

<http://www.expoagrofuturo.com/blog-agrofuturo/item/49-la-quinua-el-grano-del-futuro>

Agurto, K., y Mero, E. (2011). *Utilización de harina de arroz en la elaboración de pan*. Tesis de grado. Escuela superior politécnica del litoral. Guayaquil, Ecuador. Obtenida el 02 de Febrero de 2017, de:

https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/16508/1/SUS_TENTACION%20DE%20TESIS.pdf

Alandia, S., Cardozo, A., y Zanabria, E. (1979, p. 228). *Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas: quinua y la kañiwa*. Bogotá, Colombia. Recuperada el 18 de Enero de 2017, de:

https://books.google.es/books?hl=es&lr=lang_es&id=FfemqEmGXysC&oi=fnd&pg=PA5&dq=quinua&ots=xpKGfPkETY&sig=mvD0KaLjkVDFxICDwkR6KjZQNSk#v=onepage&q=quinua&f=false

Álvarez, C. (2012). *Productividad de banano en el mundo*. S.i. Obtenido el 27 de Enero de 2017, de:

<http://www.freshplaza.es/article/62279/Productividad-de-banano-en-el-mundo>

Alvarado, G. (2017). *Obtención de harina de yuca para el desarrollo de productos dulces destinados para la alimentación de celíacos*. Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción. Guayaquil, Ecuador. Obtenido el 27 de Enero de 2017, de: <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/6391/1/Obtenci%C3%B3n%20de%20harina%20de%20yuca%20para%20el%20desarrollo%20de%20productos%20dulces.pdf>

A.O.A.C. (1996. P. 3). *Determinación de Cenizas*. Método Gravimétrico. Chile. Obtenido el 02 de Febrero de 2017, de: <http://www.idal.cl/sgcidal/images/stories/Procedimientos/Laboratorio/Determinacion%20cenizas%20metodo%20gravimetrico.pdf>

Arroyave, L., y Esguerra, C. (2006). *Utilización de la harina de quinua (Chenopodium quinoa W) en el proceso de panificación*. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia. Obtenido el 25 de Enero de 2017, de: <http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/15521/T43.06%20A69u.pdf?sequence=1>

Barreda, R. (2013, pp. 167-195), *Determinación de los parámetros de proceso y caracterización del puré de aguaymanto*: Ingeniería Industrial. Universidad de Lima-Perú. Obtenido el 02 de Febrero de 2017, de: <http://www.redalyc.org/pdf/3374/337430545008.pdf>

Booth, A. (2014). *New banana puree plant will ramp up Guatemalan output.*

Recuperado el 22 de Octubre de 2016, de:

<http://www.antigua-processors.com/wp-Content/uploads/2014/05/FoodnewsNewbananapureeplantwill-rampupGuatemalanoutput.pdf>

Bustamante, E., (2011). *Trabajo aplicativo sobre mermas.* S.I. Obtenido el 30

de Enero de 2017, de:

<http://es.slideshare.net/EdumticaBustamante/trabajo-sobre-determinacin-de-mermas>

Cabezas, A. (2010). *Elaboración y evaluación nutricional de galletas con quinua y guayaba deshidratada.* Riobamba, Ecuador. Obtenida el 27

de Enero de 2017, de:

<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/702/1/56T00232.pdf>

Castro, L. (2013). *Utilización del zapallo (Cucurbita máxima y Cucurbita pepo), en la elaboración de compotas.* Quevedo, Ecuador. Obtenido

el 25 de Enero de 2017, de:

<http://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/331/1/T-UTEQ-0010.pdf>

CODEX STAN 17-1981. (2001). *Norma del Codex para el puré de manzanas en conserva*. S.I. Obtenido el 25 de Enero de 2017, de: http://www.sagarpa.gob.mx/agronegocios/Lists/Instrumentos%20Tcnicos%20Normalizacin%20y%20Marcas%20Colecti/Attachments/16/CXS_017_Rev-%202001_PURE_MANZ_CONSERVA.pdf

CONFOCO S.A. (2017). *Puré de banano aséptico no acidificado Confoco*. Pasaje, Ecuador. Obtenido el 23 de Enero de 2017, de: <http://www.confoco.com/banano.html#>

Dongowski, G. (1973) *The Biochemistry of Fruits and Their Products*. Herausgegeben von A. C. Hulme. Bd. II, XVIII und 788 Seiten. Academic Press, London und New York 1971.

Estrella, E. (1998. P. 257). *El Pan de América: etnohistoria de los alimentos aborígenes en el Ecuador*. Tercera Edición transcrita y corregida de la 1ra. Impresión madrileña 1986. FUNDACYT. Quito, Ecuador. Obtenida el 1 de Noviembre de 2016, de: <http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/ESTADO%20DEL%20ARTE%20QUINUA%202.pdf>

Espinoza J. (2017). *Estado actual y futuro de la nutrición y fertilización del banano*. Quito, Ecuador. Obtenido el 21 de Enero de 2017, de: [http://nla.ipni.net/ipniweb/region/nla.nsf/e0f085ed5f091b1b852579000057902e/02788fd8caeaf69705257a370058dad2/\\$FILE/Estadobanano.pdf](http://nla.ipni.net/ipniweb/region/nla.nsf/e0f085ed5f091b1b852579000057902e/02788fd8caeaf69705257a370058dad2/$FILE/Estadobanano.pdf)

FAO (2007). *Para la agricultura y la alimentación*. Faostat. Roma: FAO Statistics division. Recuperado el 19 de Octubre de 2016, de: <http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/32029/1/gastronomiaplataanoanidoartay.pdf>

FAO (2012). *Sistemas de Calidad e Inocuidad de los Alimentos*. Roma, Italia: FAO. Recuperado el 5 de Noviembre de 2016, de: <http://www.fao.org/3/aw8088s.pdf>

Garcés, L. (2016). *Alimentos deshidratados (desecados): ventajas, propiedades y procedimiento*. Ecuador. Obtenido el 29 de Octubre de 2016, de: <http://www.biomanantial.com/alimentos-deshidratados-desecados-ventajas-propiedades-procedimiento-a-2202-es.html>

Guevara, A., y Málaga, R. (2013, pp. 167-195), *Determinación de los parámetros de proceso y caracterización del puré de aguaymanto: Ingeniería Industrial*. Universidad de Lima-Perú. Obtenido el 02 de Febrero de 2017, de:
<http://www.redalyc.org/pdf/3374/337430545008.pdf>

Goyenola, G. (2007). *Guía para la utilización de las Valijas Viajeras - Determinación del pH*. Motevideo: Red Mapsa. Recuperado el 11 de Octubre de 2016, de:
http://imasd.fcien.edu.uy/difusion/educamb/propuestas/red/curso_2007/cartillas/tematicas/Determinacion%20del%20pH.pdf

González, C. (2016). *Determinación de un perfil de calidad sensorial aplicado a bebida de almendras (*Prunus amygdalus*) considerando la incidencia de variaciones en el proceso fabricación*. Tesis de grado. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Ecuador. Obtenida el 03 de Febrero de 2017.

Guzmán, P. (2014). *Estudio experimental de la elaboración de puré de banana orgánico de la región Piura*. Tesis de pregrado, Perú. Recuperado el 17 de Octubre de 2016, de:
https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/123456789/2044/ING_546.pdf?sequence=1

Huaraca, R. (2012). *Usos de la quinua*. S.i. Obtenido el 27 de Enero de 2017, de:

<http://fundamentosdemarketing-quinua.blogspot.com/2012/06/usos-de-la-quinua.html>

INIA. (2017). *Instituto Nacional de Innovación Agraria*, Tecnología en la Producción de Quinua para el Mercado Interno y Externo. Lima, Perú. Obtenido el 19 de Enero de 2017, de:

<http://www.inia.gob.pe/capacitacion-a-distancia/cap-cursos-virtuales/160-capacitacion/cursos-2014/683-tecnologia-en-la-produccion-de-quinua-para-el-mercado-interno-y-externo>

INIAP. (1986. P. 24). *Tunkahuán*. Variedad mejorada de quinua de bajo contenido de saponina. Programa Nacional de Leguminosas y Granos andino. Quito, Ecuador. Obtenido el 20 de Enero de 2017, de:

<http://quinua.pe/wp-content/uploads/2014/02/Potencial-Agroindustrial-de-la-quinua-1.pdf>

INIAP. (2008). *Informe Anual Técnico*. Quito, Ecuador. Recuperado el 1 de Noviembre de 2016, de:

<http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/ESTADO%20DEL%20ARTE%20QUINUA%202.pdf>

INEN 517 (1981. P. 2). *Harina de origen vegetal*. Determinación del tamaño de las partículas. Quito, Ecuador. Obtenido el 27 de Enero de 2017, de:

<https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.0517.1981.pdf>

INEN 520 (1981. P. 2). *Harinas de origen vegetal*: Determinación de la ceniza. Quito, Ecuador. Obtenido el 02 de Febrero de 2017, de:

<https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.0520.1981.pdf>

INEN 2337 (2008): *Jugos, pulpas, concentrados, néctares, bebidas de frutas y vegetales*. Requisitos. Quito. Ecuador. Obtenida el 1 de Noviembre de 2016, de:

<https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.2337.2008.pdf>

INEN 3042 (2015. P. 2). *Norma 3042*, Harina de quinua. Requisitos. Instituto Ecuatoriano de Normalización. Quito, Ecuador. Recuperado el 15 de Enero de 2017, de:

http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/01/nte_inen_3042.pdf

Licata, M. (2017). *El plátano, excelente combinación de vitaminas, minerales y energía*. Ecuador. Obtenida el 21 de Enero de 2017, de:

<http://www.zonadiet.com/comida/platano.htm>

López, G., Graham, G., Rojas, M., y MacLean, W. (2017). *Digestibilidad y calidad proteínica de la quinua: estudio comparativo, en niños entre semilla y harina de quinua*. s.l. Obtenido el 19 de Enero de 2017, de: <http://bases.bireme.br/cgi-bin/wxislind.exe/iah/online/?IsisScript=iah/iah.xis&src=google&base=LILACS&lang=p&nextAction=lnk&exprSearch=3121&indexSearch=1>

D

Lucín, V., y Ochoa A. (2009). *Análisis de la estructura de mercado de la industria del banano*. Guayaquil, Ecuador. Obtenido el 18 de Enero de 2017, de: <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/6544/1/D-39030.pdf>

Llerena, K. (2010). *Harina de trigo y quinua. Tesis de grado*. Riobamba, Ecuador. Obtenido el 6 de Noviembre de 2016, de: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1685/1/84T00052.pdf>

Montoya, L., Martínez, L., y Peralta, J. (2005). Universidad Nacional de Colombia, *Análisis de variables estratégicas para la conformación de una cadena productiva de quinua en Colombia*. Obtenido el 18 de Enero de 2017, de: <http://www.scielo.org.co/pdf/inno/v15n25/v15n25a07.pdf>

Mujica, A y Jacobsen, E. (2003). *La quinua (Chenopodium quinoa W) y sus parientes silvestres*. Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú.

Recuperado el 18 de Enero de 2017, de:

<http://www.beisa.dk/Publications/BEISA%20Book%20pdfer/Capitulo%2027.pdf>

Muñoz, Y., Casso, G., y Meneses, O. (2007). *Evaluación del rendimiento nutricional de la harina de quinua, como aporte de proteína y energía en la elaboración de dietas*. Universidad Nacional Abierta. Popayán, Cauca.

Obtenida el 21 de Enero de 2017, de:

<http://www.infotegra.com/preview/UNAD.php?url=/bitstream/10596/1438/1/2007-05-03P-0015.pdf>

Navas, C. (2009). *Diseño de la Línea de Producción de Compotas de Banano: Diagrama de flujo de la Compota de banano*. Tesis de grado. Universidad Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil, Ecuador. Obtenido el 20 de Octubre de 2016, de:

<https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/10328/1/D-42235.pdf>

Navas, C., y Costa, M. (2013). *Diseño de una línea de producción de compotas de banano*. Guayaquil. Recuperado el 20 de Octubre de 2016, recuperado de:
<https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/80/1/66.pdf>

Nutrition Data. (2016). Nutrition Data: Know what you eat. Obtenido el 20 de Octubre de 2016, de:
<http://nutritiondata.self.com/facts/fruits-and-fruit-juices/1847/2>

Parker, J., (2005). *Obtención y caracterización de la harina integral de quinoa orgánica*: Departamento de ciencias de los alimentos y tecnología química. Tesis de doctorado. Universidad de Chile, Chile. Obtenido el 02 de Febrero de 2017, de:
http://repositorio.uchile.cl/tesis/uchile/2005/pajarito_j/sources/pajarito_j.pdf

Peralta, E. (2011). *La Quinoa en Ecuador: estado del arte*. Quito, Ecuador. Obtenida el 1 de Noviembre de 2016, de:
<http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/ESTADO%20DEL%20ARTE%20QUINUA%202.pdf>

Pérez, A. (2013, pp. 167-195), *Determinación de los parámetros de proceso y caracterización del puré de aguaymanto*: Ingeniería Industrial. Universidad de Lima-Perú. Obtenido el 02 de Febrero de 2017, de: <http://www.redalyc.org/pdf/3374/337430545008.pdf>

Román, A., y Castillo, C. (2005). *Evaluación de la calidad de harinas de diferentes variedades de cebada (Hordeum sativum J) cultivadas en los estados de Hidalgo y Tlaxcala*. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Hidalgo, México. Obtenido el 25 de Enero de 2017, de: www.respyn.uanl.mx/especiales/2005/ee-13-2005/documentos/CNA03.pdf

Sagarpa, (2010, p. 5). *Monografía del plátano en México. Antecedentes*. México. S.I. Obtenido el 15 de Octubre de 2016, de: http://www.economia.gob.mx/files/Monografia_Platano.pdf

Senplades, (2013). *Estrategia Nacional: cambio de la matriz productiva*, Quito, Ecuador. Obtenido el 10 de Enero de 2017, de: <http://www.vicepresidencia.gob.ec/wp-content/uploads/2013/10/ENCMPweb.pdf>

Soto, M. (2011). *Situación y avances tecnológicos en la Producción bananera mundial*. Costa Rica. Obtenido el 19 de Enero de 2017, de:
http://wp.ufpel.edu.br/fruticultura/files/2011/10/pag013_028-Palestra102-11.pdf

Vaca, D (2008, p. 15). *Aminoácidos esenciales. Laboratorio de Nutrición y Calidad INIAP*. Quito. Ecuador. Recuperado el 1 de Noviembre de 2016, de:
<http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/ESTADO%20DEL%20ARTE%20QUINUA%202.pdf>

Villacrés, E., Peralta, E., Egas, L., y Mazón, O. (2011). *Potencial Agroindustrial de la Quinoa*. Quito, Ecuador. Obtenido el 19 de Enero de 2017, de:
<http://quinua.pe/wp-content/uploads/2014/02/Potencial-Agroindustrial-de-la-quinua-1.pdf>

ANEXOS

Anexo 1. Balanza N° 9 para determinar la humedad



Elaborado por: El Autor

Anexo 2. Retenedor de granulometría



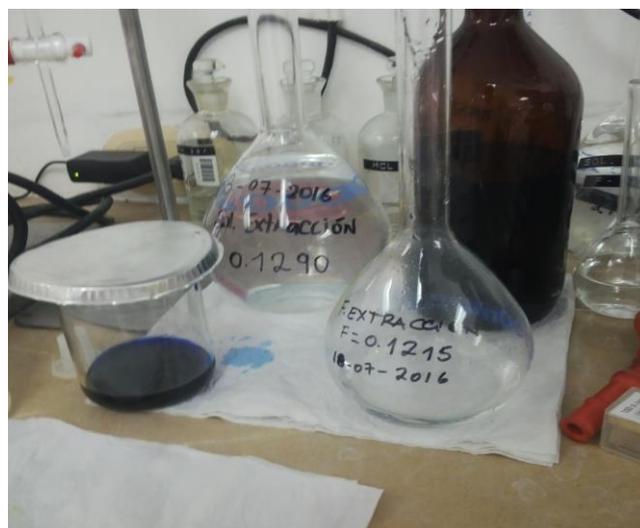
Elaborado por: El Autor

Anexo 3. Colorímetro (Hunter - Lab)



Elaborado por: El Autor

Anexo 4. Soluciones para análisis fisicoquímicos



Elaborado por: El Autor

Anexo 5. Esterilización de envases



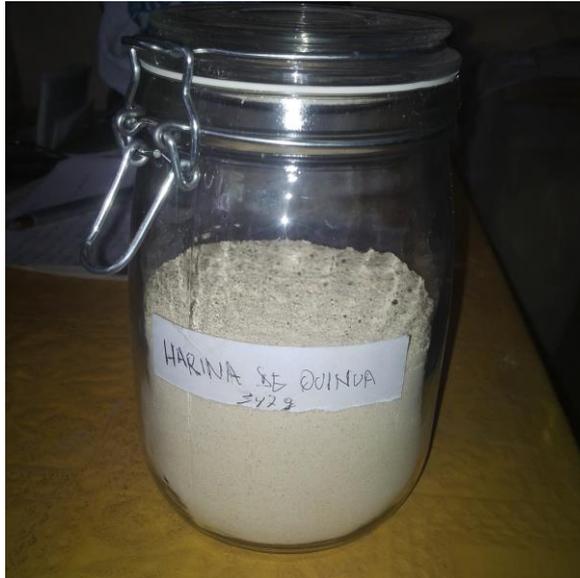
Elaborado por: El Autor

Anexo 6. Quinoa tostada



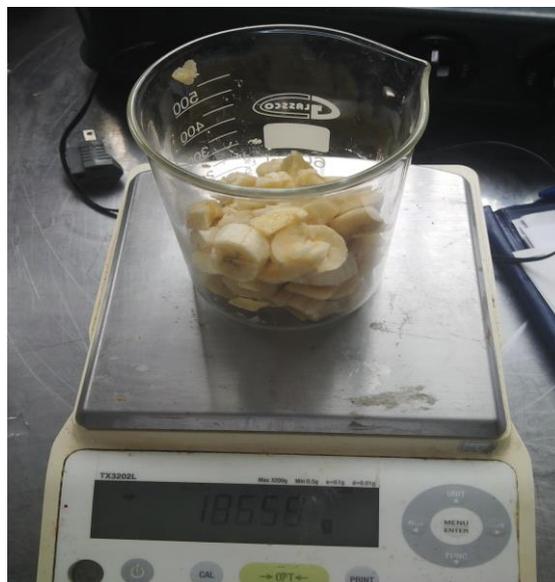
Elaborado por: El Autor

Anexo 7. Harina de quinua



Elaborado por: El Autor

Anexo 8. Pesado de ingredientes



Elaborado por: El Autor

Anexo 9. Puré de banano orgánico



Elaborado por: El Autor

Anexo 10. Compota de banano orgánico enriquecida con harina de quinua



Elaborado por: El Autor

Anexo 11. Análisis microbiológicos



Elaborado por: El Autor

Anexo 12. Resultados de análisis microbiológicos



Elaborado por: El Autor

Anexo 13. Ficha técnica del banano orgánico

| | | | |
|-------------------------------------|--|----------------------|----------------------|
| Nombre del Producto | Bananas o plátanos tipo <u>cavendish valery</u> frescos | | |
| Nombre Comercial | <u>Organic Banana</u> | | |
| Partida Arancelaria | 0803001200 | | |
| Foto |  | | |
| Calidad | los dedos no deben presentar defectos, a excepción de muy ligeras alteraciones superficiales que no sobrepasen en total 1 cm. | | |
| Generalidades | Los Bananos <u>Organicos</u> Tienen un elevado valor energético, siendo gran fuente de vitamina B y C. | | |
| Requisitos generales | Los Bananos deben estar debidamente organizados y embalados en las cajas. | | |
| Indicadores de calidad | | Tapa | Fondo |
| | Peso: | 1.15 libras | 1.75 libras |
| | E.C.T | 56.2 <u>lbs/pulg</u> | 80.4 <u>lbs/pulg</u> |
| | Calibre | 162 <u>pulg/1000</u> | 274 <u>pulg/1000</u> |
| | Fiat Crush | 43.6 <u>lbs/pulg</u> | No aplica |
| | Pin adhesión | 65.0 <u>lbs/pulg</u> | 62.0 <u>lbs/pulg</u> |
| Presentación y Empaque | <ul style="list-style-type: none"> - Para el empaque de la fruta se utilizan cajas de cartón (fondo + tapa + cartulina). Las cajas de cartón tienen una serie de orificios estratégicamente ubicados a fin de facilitar la circulación de aire frío en los contenedores. Las cajas de cartón utilizadas deben cumplir con los siguientes criterios de calidad: - A) Cajas de cartón triple corrugado de 18.3 kg. Incluye una <u>lámina</u> de papel <u>kraft</u> y una funda de polietileno. - B) Cajas de cartón de tipo telescópico con un peso aproximado de 18 kg (40 lb) o 12 kg (26 lb) o en platos de 15 kg (este tipo se reserva para la categoría extra) <p>(extraído de sicex.gob.pe)</p> | | |
| Principales mercados de importación | <ul style="list-style-type: none"> - Estados Unidos - Bélgica - Países Bajos | | |

Elaborado por: El Autor

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Durán Saavedra Edwin Steveen**, con C.C: # **0706434156** autor del trabajo de titulación: **Desarrollo de compota de banano orgánico (*Musa acuminata* AAA L) enriquecida con harina de quinua (*Chenopodium quinoa* W)** previo a la obtención del título de **Ingeniero Agroindustrial Con concentración en Agronegocios** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 17 de Marzo de 2017

Nombre: **Durán Saavedra Edwin Steveen**
C.C: **0706434156**

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN

| | | | |
|---|--|---|-----|
| TEMA Y SUBTEMA: | Desarrollo de compota de banano orgánico (<i>Musa acuminata</i> AAA L) enriquecida con harina de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> W) | | |
| AUTOR(ES) | Edwin Steveen Durán Saavedra | | |
| REVISOR(ES)/TUTOR(ES) | Jorge Ruperto Velásquez Rivera | | |
| INSTITUCIÓN: | Universidad Católica de Santiago de Guayaquil | | |
| FACULTAD: | Educación Técnica Para el Desarrollo | | |
| CARRERA: | Ingeniería Agroindustrial | | |
| TÍTULO OBTENIDO: | Ingeniero Agroindustrial Con concentración en Agronegocios | | |
| FECHA DE PUBLICACIÓN: | 17 de Marzo de 2017 | No. DE PÁGINAS: | 112 |
| ÁREAS TEMÁTICAS: | Desarrollo de nuevos productos. | | |
| PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS: | Quinua, banano, puré de banano, harina de quinua, perfil sensorial, panel sensorial. | | |
| RESUMEN/ABSTRACT (150-250 palabras): | <p>El objetivo de la presente investigación fue desarrollar una compota a base de banano orgánico (<i>Musa acuminata</i> AAA) enriquecida con harina de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> W). En la obtención de la harina se utilizaron 500 g de quinua, la cual fue lavada, secada, tostada, molida y filtrada a través de un tamiz de 250 μ. El puré fue obtenido a partir de 151.5 g de banano orgánico, mediante el proceso de lavado, pelado, troceado y triturado en una licuadora de marca Oster (México), cuya capacidad es de 1.5 lts. Para el diseño de mezclas se utilizó el programa estadístico <i>Desing Expert</i> 8.0; se establecieron 14 formulaciones que fueron procesadas por triplicado y luego de preparadas, evaluadas por un panel sensorial conformado por seis jueces semi-entrenados en este tipo de producto. La formulación seleccionada por el programa se aproximó a una de las formulaciones planteadas inicialmente, la misma que estuvo conformada por el 50.5 % de puré, 2.47 % de harina de quinua y 40.03 % de agua. Los atributos físicos, químicos, microbiológicos y sensoriales fueron comparados estadísticamente frente a una muestra testigo. Los valores en las características físicas y químicas de la compota resultante fueron superiores a los de la muestra testigo. En el aspecto microbiológico la compota cumplió los requisitos de la norma INEN 2337 (2008). El QDA realizado para la descripción sensorial de la nueva compota, estableció un perfil mejorado.</p> | | |
| ADJUNTO PDF: | <input checked="" type="checkbox"/> SI | <input type="checkbox"/> NO | |
| CONTACTO CON AUTOR/ES: | Teléfono: 0939315376 | E-mail: stiven_93duran@hotmail.com | |
| CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE): | Nombre: Donoso Bruque, Manuel Enrique | | |
| | Teléfono: 0991070554 | | |
| | E-mail: manuel.donoso@cu.ucsg.edu.ec | | |
| SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA | | | |
| Nº. DE REGISTRO (en base a datos): | | | |
| Nº. DE CLASIFICACIÓN: | | | |
| DIRECCIÓN URL (tesis en la web): | | | |