

Universidad San Francisco de Quito

Extruido Expandido a Base de Quinoa y Arroz

Stalin Montero Bermeo

Emilia Samaniego Salvador

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

Quito, Mayo 2008

**Universidad San Francisco de Quito
Colegio de Agricultura, Alimentos y Nutrición**

HOJA DE APROBACION DE TESIS

Expandido Extruido a base de Quinoa y Arroz

**Stalin Montero Bermeo
Emilia Samaniego Salvador**

**Lucia Ramírez C, Ph.D.
Director de Tesis**

.....

**Javier Garrido MSc.
Miembro del Comité de tesis
Coordinador CAAN**

.....

**Miguel Vasconez, MSc.
Miembro del Comité de tesis**

.....

**Stalin Santacruz, Ph.D.
Miembro del Comité de tesis**

.....

**Mike Koziol, Ph.D.
Decano del Colegio CAAN**

.....

Quito, Mayo de 2008

Resumen

Quirroz diseñado principalmente para elaborar un producto mediante proceso de extrusión un alimento funcional con un elevado valor de fibra dietética. La ventaja de la utilización del proceso de extrusión es que debido a las altas temperaturas a las que se le somete a la mezcla, se obtiene un producto expandido y con una baja actividad de agua; de tal manera que este producto ayuda a la digestibilidad de nutrientes, a la expansión del producto y al control microbiológico. Mientras que debido a su composición, Quirroz aporta con el 36% de Valor Diario Recomendado (25 gramos/día) de fibra. Es importante destacar que tanto la fibra soluble como insolubles tienen efecto fisiológicos positivos en el organismo. Se conoce que la fibra soluble tiene efectos principalmente en el vaciado gástrico, lo cual es benéfico en cuanto a la disminución de la absorción de lípidos, carbohidratos, etc. Por otro lado también interfiere en el metabolismo del colesterol y la glucosa lo que ayuda a la disminución de los niveles de glucosa y colesterol en el organismo. Por otro lado, la fibra insoluble disminuye el tiempo de tránsito intestinal lo cual es favorable ya que de esta manera se reduce el tiempo de contacto y por ende de absorción de los posibles cancerígenos que podrían ser absorbidos por el organismo; por esta razón se conoce como un posible para prevenir el cáncer de colon.

Para la elaboración de este producto se utilizó quinua, arroz, azúcar Light y sal. Los ingredientes y sus porcentajes utilizados se obtuvieron por medio de pruebas de elaboración y fueron aceptadas por el consumidor después de realizar un diseño experimental en cuanto a gusto general del consumidor y de expansión para obtener la mejor expansión del producto.

Abstract

Quirroz is a product designed by the utilization of an extruder in order to obtain a functional product with a high content of dietary fiber. The advantage of the utilization of the method of extrusion is that due to the high temperatures at which the mixture is exposed the product will have a good expansion and it has a really low water activity; therefore, this processing method help in terms of expansion, microbiological control, digestibility of proteins, carbohydrates, lipids, etc. On the other hand, due to its composition, Quirroz provides 36% of the Daily Recommended Value (25 grams/day) for dietary fiber. It is important to mention that both, soluble and insoluble fiber have positive physiological effect in the organism. It known that soluble fiber has an effect related to the gastric emptying which reduces the absorption of nutrients after the ingestion of food. This type of fiber also interferes in the metabolism of cholesterol and glucose reducing the amount of these two in the body. On the other hand, insoluble fiber has a direct effect in reducing the intestinal transit, due to this it reduces the time of exposure of possible mutagens that may be consumed during the diet; this is the reason why insoluble fiber is known as avoidance for colon cancer.

As raw material for the development of this product it was used quinoa, rice, light sugar and salt. The ingredients and percentages used were obtained due to the development of several experimental tests, which were accepted by the consumer after developing an experimental design for general likeness and expansion of the final product.

1. DEFINICIÓN DEL PRODUCTO
2. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN
3. GRUPO OBJETIVO
4. FORMULACIÓN
 - A. SELECCIÓN DE PROVEEDORES DE MATERIAS PRIMAS:
 - B. FORMULACIÓN INICIAL
 - C. ELABORACIÓN DE PROTOTIPOS
 - D. TEST DEL PRODUCTO
 - E. REFORMULACIÓN DEL PRODUCTO
5. ANÁLISIS SENSORIAL Y ESTUDIO DE ACEPTABILIDAD DEL PRODUCTO
6. PRODUCCIÓN SEMIINDUSTRIAL
 - A. FORMULACIÓN
 - B. PRUEBA SEMIINDUSTRIAL
 - C. ESTUDIO ECONÓMICO
 - D. TEST DE ESTABILIDAD DEL PRODUCTO
7. DOCUMENTACIÓN
 - A. ESPECIFICACIONES DE MATERIAS PRIMAS
 - B. ESPECIFICACIÓN DE PRODUCTO SEMIELABORADO:
 - C. ESPECIFICACIONES DEL PRODUCTO TERMINADO
 - D. PLANES DE MUESTREO
 - E. PROCEDIMIENTOS NORMALIZADOS DE TRABAJO (PNT)
MÉTODOS ANALÍTICOS
 - F. NORMAS DE CONTROL DE MATERIAS PRIMAS
 - G. NORMAS DE CONTROL DEL PRODUCTO TERMINADO
 - H. REGISTRO DE RESULTADOS
8. LEGAL
9. PRODUCCIÓN INDUSTRIAL
 - A. FORMULACIÓN
 - B. PROCESO DE PRODUCCIÓN
 - C. GUÍA DE FABRICACIÓN
 - D. IPC (IN PROCESS CONTROL)

- E. OPERACIONES DE LIMPIEZA E HIGIENE
- F. ANÁLISIS DE PUNTOS CRÍTICOS
- G. HOJAS DE FABRICACIÓN 65
- H. ALMACENAJE, TRANSPORTE Y FABRICACIÓN

10. GESTIÓN DE CALIDAD

- A. ANÁLISIS DEL PRODUCTO
- B. LIBERACIÓN DEL PRODUCTO

11. ORGANIGRAMA

12. RECOMEDACIONES

12. CONCLUSIONES.....

13. BIBLIOGRAFIA.....

Índice de Tablas

Tabla 1: Formulación inicial.....	
Tabla 2: Condiciones del extrusor para la formulación inicial.....	
Tabla 3: Prototipos.....	
Tabla 4: Densidad y expansión en los prototipos.....	
Tabla 4.1: Expansión de los prototipos.....	
Tabla 5: Gusto general, gusto de dulzura e intensidad de azúcar según los consumidores para la obtención de la formulación final	
Tabla 6: Formulación final.....	
Tabla 7 : Condiciones del extrusor para la formularon final	
Tabla 8: Precio de materia prima.....	
Tabla 9: Resumen de estudio de estabilidad acelerada.....	
Tabla 10: Proveedores de materias primas.....	
Tabla 11: Especificaciones de la quinua.....	
Tabla 12: Especificaciones del extruido.....	
Tabla 13: Normas Técnicas.....	
Tabla 14: Especificaciones microbiológicas. Norma Técnica Colombiana 3659.....	
Tabla 15: Especificaciones microbiológicas. NTC 3659...	
Tabla 16: Comparación entre Quirroz y NTC 3659.....	
Tabla 17: Estabilidad de Quirroz.....	
Tabal 19: Subprocesos de producción.....	
Tabla 20: Etiqueta nutricional.....	
Tabla 21: Control en proceso.....	
Tabla 22: Planificación para la toma de muestras.....	
Tabla 23: Control microbiológico del agua.....	
Tabla 24: Requisitos fisco-químicos.....	
Tabla 25: Colores de la tuberías.....	
Tabla 26: Utilización de Cloro.....	
Tabla 27: Utilización de Yoduros.....	
Tabla 28: Utilización de amonia cuaternaria.....	
Tabla 29: Empresas de limpieza y desinfección de cisternas.....	
Tabla 30: Laboratorios Certificados.....	
Tabla 31: Identificación de Peligros y medidas de control.....	
Tabla 32: Hojas de verificación del extruido de quinua.....	
Tabla 33: Análisis del producto.....	

Índice de gráficos

Grafico 1: Interacción arroz-azúcar

Índice de Diagramas

Diagrama 1: Balance de Materiales

Diagrama 2: Balance de Secador

Diagrama 2: Proceso de producción del extruido

Definición del producto

Quirroz es un extruido a base de quinua y arroz que ofrece excelentes propiedades nutritivas debido a su composición y método de procesamiento. Por su alto contenido de fibra dietética, el consumo de este extruido puede contribuir a la prevención de enfermedades tales como: cáncer de colon, úlcera duodenal y además a la reducción del contenido de colesterol en la sangre (Rodríguez, 1). Mazza (46) menciona que "...tanto la fibra soluble como la insoluble tienen la capacidad de fomentar la regularidad en la función del colon, medida según el peso de las deposiciones y el tiempo de tránsito, pero lo hacen mediante mecanismos diferentes, la fibra insoluble [...] es resistente a la fermentación por las bacterias del colon e incrementa el volumen fecal mediante la retención de agua". Por otro lado, el contenido de fibra soluble, tiene beneficios el momento de su paso en el intestino, modificando el nivel posprandial de la glucosa y los lípidos (Tharanathan & Mahadevamma, 2003). El efecto de la fibra soluble es hipocolesterolémico ya que interfiere en el metabolismo del colesterol (Brown et. al., 1990). Del mismo modo, la fibra soluble aumenta el tamaño del bolo fecal diluyendo los ácidos biliares en el tracto intestinal (ALLER et. al., 2004; Tharanathan & Mahadevamma, 2003), lo que hace que haya mayor eliminación de ácidos biliares, esteroides y lípidos en las heces fecales (Guillén et. al, 2000). La alta viscosidad de la fibra soluble da como resultado el retardamiento en el vaciamiento gástrico, la digestión y absorción de glucosa permitiendo un mejor control en los niveles plasmáticos (Anderson et.al., 1999).

El proceso de extrusión brinda ventajas como el mezclado y homogenización de las materias primas, pasteurización y esterilización de microorganismos de deterioro y patogénicos en alimentos, expansión, inflamiento y deshidratación (Guy. 30,108).

1. Objetivos y justificación

El principal objetivo del desarrollo de Quirroz fue crear un alimento extruido que cumpla con la norma técnica de extruidos expandidos a base de cereales con materia prima nacional.

Desarrollar un alimento funcional con un alto valor de fibra alimentaria, ya que la fibra tiene un "...efecto protector contra el cáncer de colon y de mama" (Eroski, 46). De igual manera se han realizado estudios que indican que la fibra insoluble reduce el tiempo de tránsito en el intestino, por lo que hay una menor reabsorción de ácidos biliares y endurecimiento del contenido intestinal, lo que evita la constipación (Eroski, 46).

Alimentos funcionales según el Consejo Internacional de Información de Alimentos son aquellos "... alimentos que proveen beneficios a la salud mas allá de la nutrición básica. Definición muy similar a la que le otorgó el Instituto de Ciencias de la Vida de Norte América: alimentos funcionales son aquellos que por virtud de componentes fisiológicamente activos, proveen beneficios a la salud mas allá de la nutrición básica" (Gibson, 1)

El proceso de extrusión tiene varios beneficios tales como: mejorar la digestibilidad de proteínas y del almidón, destruir factores antinutricionales, mejorar la apariencia, permite la adición de varios ingredientes obteniéndose una variedad de productos, más homogénea y con mayor control microbiológico del producto final (Guy, 107-122).

Por otro lado, se utilizó quinua y arroz como ingredientes principales ya que se quiso utilizar materia prima nacional. Según datos del proyecto SICA de Banco Mundial,

...Ecuador es un país excedentario en la producción de arroz, en el actual ciclo productivo se estima un excedente exportable de 150.000 toneladas métricas de arroz pilado y además esta misma fuente indica que en el III Censo Nacional

Agropecuario, en el Ecuador y para el período de referencia del censo, se registraron 2659 unidades de producción agropecuario, cerca de 900 hectáreas sembradas con quinua, habiendo sido cosechadas 636 hectáreas y con una producción total obtenida de 226 toneladas métricas. Las ventas registradas de este cultivo fueron de 180 toneladas.

2. Grupo objetivo

El segmento al cual está dirigido Quirroz es hombres y mujeres a partir de los 4 años de edad de un nivel socio económico medio y medio-alto de la ciudad de Quito, interesados en una alimentación que además de nutritiva beneficie a su salud. Sin embargo, en un estudio del Instituto Tomás Pascual Sanz para la Salud y la Nutrición de Madrid donde se evaluaron productos como los bajos en grasa y altos en fibra, se encontró que las cualidades que se le asocian a este tipo de productos hacen que el 70 por ciento de los consumidores consideren que son adecuados para todo tipo de edades, mientras un 49 por ciento los utilizan para prevenir enfermedades o estados carenciales concretos (Sans, 1).

3. Formulación

Para la elaboración de este extruido se utilizó harina de quinua como su ingrediente principal, harina de arroz tipo 1001 (variedad de arroz criolla en el Ecuador), azúcar Valdez light (AZL) y sal.

La quinua, "...es un pseudocereal andino que contiene 14.6% de proteína (peso húmedo). Esta proteína es de alta calidad y es particularmente rica en lisina (6.1%)...las albúminas y las globulinas son la mayor fracción de la proteína de la quinua (44-77% del total de proteína) y su bajo porcentaje de prolaminas (0.5-0.7%) indica que la quinua esta prácticamente libre de gluten" (Koziol, 1). Debido a su bajo contenido de almidón, el momento en que fue sometido a extrusión, la expansión de la quinua fue limitada siendo

necesaria la adición de algún otro tipo de cereal para favorecer la expansión. La causa o variables que producen un impacto en la expansión,

...Se debe principalmente a las proteínas, pero también influye otros constituyentes como el almidón, los lípidos, etc.[...] son básicamente gluteinas y prolaminas del citoplasma del endospermo, en donde actúan como componentes estructurales y de reserva de nitrógeno para el crecimiento; en menor proporción existen también otras, como albúminas y globulinas [...] estas, junto con los lípidos y el agua forman el llamado gluten, responsable de las propiedades de cohesividad y viscoelasticidad...(Badui 194).

Otra razón por la que se buscó una materia prima secundaria fue el elevado costo de la quinua en el mercado.

Para poder obtener una expansión favorable, se adicionó arroz tipo 1001 como ingrediente secundario. El arroz tipo 1001 es una denominación comercial que indica un arroz de alta calidad. Éste es un cereal que debido a su contenido de almidón (90% en base seca), favorece a la expansión de la mezcla. Según Guy (7):

La estructura de un producto extruido se crea mediante la formación de un fluido derretido a partir de biopolímeros y soplando burbujas de vapor de agua en el fluido para formar espuma. La película de biopolímeros debe fluir fácilmente en las paredes de la burbuja para permitir a las burbujas que se expandan a medida que el agua sobrecalentada se libera muy rápidamente a presión atmosférica. El fluido funde los biopolímeros desde las paredes de la célula y les permite expandirse hasta que estallen. Después de la expansión, la caída rápida de la temperatura causada por la evaporación y el aumento de la viscosidad debido a la pérdida de humedad, vuelve rígida la estructura celular. El rápido aumento de la

viscosidad va seguido de la formación de un estado vítreo. Los polímeros de almidón son muy buenos en esta función y las estructuras celulares bien expandidas se pueden producir a partir de cualquiera de los almidones separados disponibles en la mayoría de almidones disponibles en materiales tales como trigo, maíz, arroz o patata.

La adición de arroz tipo 1001 a la formulación favoreció la expansión del extruido ya que “el arroz blanco, producto de la molienda del arroz integral, [...] está compuesto principalmente por almidón (90% base seca).” (Mazza 83). De igual manera la adición de arroz tipo 1001 favoreció a la reducción de los costos del producto final.

El azúcar utilizado fue azúcar Valdez light (AZL) lo que indica que es un azúcar que tiene menor contenido calórico porque esta en su formulación contiene un edulcorante natural conocido como Stevia, de 250 a 350 veces más dulce que el azúcar (Martinez, 1). La marca comercial Valdez Light contiene en su formulación Stevia, sin embargo, se desconoce el porcentaje de este edulcorante ya que no se indica en la presentación del producto. Con la utilización de AZL la expansión del producto final se vio menos afectada debido a que:

La adición de azúcar aumenta el volumen y diluye el almidón en el fluido de manera que su reacción mecánica a la compresión y al cizallamiento del tornillo se reduce y cae la entrada de energía mecánica específica. Esto reduce la temperatura y cantidad de degradación del almidón de manera que el extruido está menos bien expandido” (Guy 25).

La última materia prima utilizada fue la sal, la selección de esta materia prima no fue tan exhaustiva como la del resto de las materias primas ya que las existentes en el mercado cumplen con los estándares de calidad requeridos así como con la norma INEN No 57: 2006 . Anexo 1.

a. Selección de proveedores de materias primas:

Los parámetros para la selección de proveedores fueron determinados en función de: disponibilidad de materia prima, características de calidad de materia prima y precio.

En cuanto a la selección de la quinua, fue necesario determinar la variedad a utilizar, debido a su contenido de saponinas que son las responsables de su sabor y amargor característico. Las saponinas “...pertenecen al grupo de los glucósidos y se encuentran en una gran variedad de plantas, muchas de ellas comestibles. La parte de hidrato de carbono está constituida normalmente por diferentes hexosas, pentosas y ácido urónico; la aglucona o la sapogenina [...] se usan en bebidas por su sabor amargo y su capacidad de formar espuma” (Badui, 60).

Por otro lado, se conoce que los factores anti nutricionales como las saponinas tienen doble función. Así, en dosis altas son antinutricionales mientras que en dosis bajas actúan beneficiando al organismo, pero este continúa siendo un campo de investigación. Según la literatura estos efectos dependen de la concentración [...] la alta ingesta de alimentos ricos en antinutrientes tiene efectos perjudiciales [...], ya que reducen la biodisponibilidad de ciertos nutrientes y perjudican el crecimiento. Por otro lado, la presencia de antinutrientes en un alimento debe ser evaluada ya que frente a ciertas enfermedades crónicas, puede tener una importante contribución como alimento funcional, pero cuando hay deficiencias nutricionales se debe eliminar la ingesta por completo (Ramírez, 9).

...En el caso de las saponinas, varios estudios han demostrado que algunas saponinas tienen propiedades hipocolesterolémicas, estimulantes del sistema

inmunológico y anticancerígenas. Entre los modos de acción que se han propuesto para la actividad anticancerígena de las saponinas se incluyen el efecto antioxidante, el carácter citotóxico para las células cancerígenas, la modulación inmunológica y la regulación de la proliferación celular. (Guy 300).

Existen dos tipos de variedades mejoradas de quinua por el INIAP: TUNKAHUAN e INGAPIRCA (Caicedo et. al).

En la primera formulación debido a su fácil disponibilidad se utilizó la variedad amarga de quinua *Chenopodium quinua Willdenow* de origen boliviano, siendo el proveedor de esta quinua MASCORONA. Al utilizar esta variedad, se obtuvo un extruido amargo, con impurezas y mala expansión. Por estas razones, se cambió de variedad para mejorar las características organolépticas y físicas del producto. Una vez identificado el problema del amargor se buscó la variedad de quinua mejorada por el INIAP TUNKAHUAN la cual posee menor cantidad de saponinas y es de mayor disponibilidad en el mercado. “El mejoramiento genético pretende lograr una quinua libre de saponinas, de alto rendimiento, grano blanco, grande, buena calidad culinaria...” (Vera)- favoreciendo las características del producto.

Se realizaron pruebas, tanto en producción como con el consumidor. Se obtuvo un extruido con mejor expansión que el primero, el cual tuvo una mejor aceptación, por lo que se determinó que esta variedad tenía mejores resultados en cuanto al amargor y expansión.

Las pruebas realizadas para la determinación de la elección de la variedad de quinua fueron realizadas en la planta piloto de la USFQ, donde posteriormente se realizaron pruebas de gusto general a los consumidores. Otra razón también para la selección de esta materia prima fue la disponibilidad de la misma ya que INGAPIRCA no se encuentra con

facilidad en el mercado por lo que no fue posible realizar pruebas con esta variedad. El proveedor seleccionado fue INAGROFA debido a la disponibilidad y calidad de la quinua.

El arroz seleccionado, fue el tipo 1001 y el proveedor ARROZ SUPER EXTRA. Se seleccionó este proveedor ya que cuenta con un producto de alta calidad, su marca es reconocida y cumple con la norma INEN No 1234. Anexo 2.

El proveedor de azúcar light fue AZÚCAR VALDEZ, debido a que este tipo de azúcar contiene Stevia y es la única en el mercado nacional que tiene este edulcorante en su formulación. De igual manera este proveedor garantiza productos de calidad debido a sus normas de calidad certificadas tal como ISO 9001:2000 y cumple con la norma INEN No 2257: 2000. Anexo 3.

La sal es una materia prima secundaria que no varia mucho dependiendo del proveedor, de tal manera que se escogió SAL CRISAL ya que es una marca reconocida y garantiza calidad en sus productos.

b. Formulación inicial

La primera formulación utilizada se observa en la Tabla 1. Para poder alcanzar mayor dulzor en el producto final, se realizó una adición por atomización de una solución azucarada al 15%.

Tabla 1.- Formulación inicial

Materia Prima	g/100g
Quinua	90
Azúcar	8
Sal	2

Azúcar normal
Quinua amarga variedad boliviana

Al realizar esta primera prueba se observó que el extruido no tenía expansión. De cierta manera presentaba una apariencia similar a la de copos comprimidos. Realizando esta prueba y con la información ya mencionada anteriormente de que el almidón es un

componente sumamente importante para obtener una expansión correcta, y de que el azúcar limita la expansión del producto final se procedió a cambiar esta formulación.

Para la formulación inicial se utilizaron los siguientes parámetros del extrusor que se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2.- Condiciones del extrusor para la formulación inicial

Humedad de la mezcla	15%
Velocidad del tornillo	45 Hz
Temperatura 1	20 °C
Temperatura 2	105 °C
Temperatura 3	137 °C
Velocidad del alimentador	5 Hz
Corte	25 Hz
Boquillas	2 de 3 mm de diámetro

Siendo: Temperatura 1: temperatura de alimentación
Temperatura 2: temperatura de la cámara
Temperatura 3: temperatura de corte

c. Elaboración de prototipos

El objetivo del diseño experimental para el análisis de los prototipos fue el de determinar cuál de todos los prototipos fue el que mejor expansión tuvo y el que más gustó al consumidor.

Se realizaron varios prototipos antes de llegar a la formulación final del extruido. Como se mencionó anteriormente el prototipo inicial poseía limitada o mínima expansión y las pruebas realizadas ayudaron a determinar algunas variables que tuvieron impacto en la expansión, como la cantidad de azúcar, mientras que otra variable como la humedad se mantuvo fija.

Para intentar solucionar el problema de expansión observado en la formulación inicial, fue agregado arroz como otro ingrediente obteniéndose varias formulaciones con diferentes combinaciones de arroz y AZL. Una vez identificada una formulación base o adecuada en cuanto a expansión, sabor y textura se procedió a evaluar su aceptabilidad desde el punto

de vista de los consumidores elaborándose cuatro formulaciones distintas para determinar la cantidad de arroz y AZL a utilizar dependiendo de la expansión y sabor de producto final.

Para el análisis de Quirroz, se elaboró un diseño factorial 2k, donde 2 es el número de niveles de una variable y k es el número de variables o factores de entrada.

En este caso las dos variables fueron arroz y azúcar Valdez Light (AZL) en los prototipos y los dos niveles fueron los porcentajes 2% y 12% en el caso del AZL y 20 y 30% en el caso del arroz.

La siguiente tabla muestra las cuatro formulaciones utilizadas:

Tabla 3.- Prototipos

Prototipo	Azúcar Valdez Light (AZL) g/100g	Arroz g/100g
1	12	20
2	2	20
3	12	30
4	2	30

Como se puede observar en la tabla anterior, las cuatro formulaciones variaron en la cantidad de AZL y arroz principalmente lo que ocasionó una diferencia en la cantidad de quinua utilizada. El objetivo de evaluar los resultados del diseño experimental fue determinar si existía diferencia significativa entre las 4 formulaciones de acuerdo a las preferencias del consumidor. Por medio de la utilización del gráfico de interacción entre arroz-AZL se pudo observar la influencia de la variación de estos dos ingredientes en la expansión del producto final.

La expansión de los 4 prototipos fue evaluada mediante la densidad a granel que se define como: "... masa de una unidad de volumen de un lecho de partículas" (Singh 11). Para esto, cada uno de los prototipos fue pesado en una probeta de 100 mL. Se realizaron los siguientes pasos:

- 1.- Pesar de la probeta.
- 2.- Colocar el producto en la probeta tacando el producto.
- 3.- Pesar la probeta con cada producto.
- 4.- Aplicar las siguientes fórmulas:

$$\text{Densidad} = \frac{\text{masa}(\text{kg})}{\text{volumen}(\text{L})} \qquad \text{Expansion} = \frac{1}{\text{densidad}}$$

La densidad y expansión de los prototipos se observa en la Tabla 4.

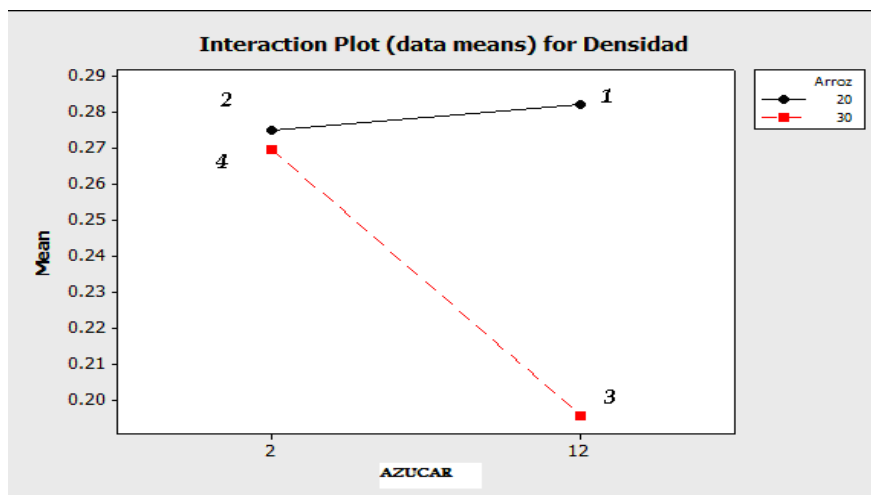
Tabla 4.- Densidad y expansión en los prototipos

Prototipo	Arroz	AZL	Densidad
1	20	12	0.29
2	20	2	0.28
3	30	12	0.20
4	30	2	0.27

Los datos obtenidos de densidad (Tabla 4) fueron interpretados por medio del análisis de varianza, ANOVA (considerando un diseño factorial), utilizándose el programa miniTAB. De acuerdo a los resultados obtenidos (Anexo 4) de dicho análisis se pudo encontrar que tanto el arroz como el AZL influenciaron significativamente en la densidad de los prototipos, siendo también significativa la interacción arroz-AZL ($p < 0.05$). Es importante mencionar que para la elaboración de Quirroz, únicamente nos interesó la interacción arroz-AZL ya que se demuestra por medio del análisis estadístico que las concentraciones de los factores influenciaron en la densidad y por ende en la expansión del producto. De tal manera que la densidad se ve afectada cuando un factor se encuentra en un nivel (alto o bajo) del otro factor, por lo que la interacción es lo relevante en el prototipo. Estos

resultados obtenidos se utilizaron para la elaboración del Gráfico 1 donde se demuestra la interacción de dichos factores. Las medias fueron obtenidas de cinco repeticiones.

Gráfico 1.- Interacción arroz-AZL



De acuerdo al gráfico se observó que la mayor densidad se obtuvo con el AZL en su nivel alto (12) y el arroz en su nivel bajo (20) que corresponde al prototipo 1.

Altas densidades también fueron obtenidas con el AZL en su nivel bajo (2) y el arroz en sus niveles 20 y 30 que corresponden a los prototipos 2 y 4 respectivamente.

La menor densidad fue obtenida con el prototipo 3 y debido a la relación inversa que existe con la expansión este prototipo fue el que mejor expansión tuvo.

Al evaluar las medias de la expansión de los cuatro prototipos con la prueba de Tukey (modelo experimental de una vía), se encontró diferencia significativa entre la media del prototipo 3 y las medias de los otros prototipos ($p < 0.05$). Por otro lado, no se encontró diferencia significativa entre las medias de los prototipos 1,2 y 4 ($p > 0.05$) (Tabla 4.1, Anexo 4)

Tabla 4.1.- Expansión en los prototipos

Prototipo	Expansión
1	3,6048 a
2	3,5274 a
3	5,1000 b
4	3,6996 a

Medias seguidas de por lo menos una misma letra no difieren entre si por la Prueba de Tukey al 5% de significancia

El prototipo 3 presento por lo tanto la media más alta de expansión y significativamente diferente a las medias de los otros prototipos.

Para poder elaborar Quirroz, se utilizo el prototipo 3 en base a los resultados obtenidos en la expansión y en el test del producto que se detalla a continuación.

d. Test del producto

El número ideal de pruebas de consumidor para obtener resultados más confiables es de 112, según Hough et.al (2006). El valor de N=112 es el número necesario en un estudio para que cada consumidor pueda evaluar todas las muestras y donde el único propósito es determinar una diferencia significativa entre las muestras (525). Debido a limitaciones de tiempo se realizó el test a 89 consumidores, este número aún proporciona datos confiables y reales ya que cambiando el valor p de 0.05 a 0.10 reduce el número de encuestas en un 20% (Hough, et. al). Si bien se reduce el nivel de confianza en la prueba realizada a un 90%, de igual manera los datos obtenidos son aceptables. La prueba se realizó a alumnos de la Universidad San Francisco (USFQ), Universidad de las Américas (UDLA) y Universidad Internacional (UIDE), luego de realizar un screening, a estos se les dio una prueba ciega.

El screening es un filtro para obtener encuestas válidas y resultados confiables, este consiste en realizar preguntas que van seleccionando de un universo de consumidores un grupo más específico al cual está dirigido la encuesta y por ende el producto.

Los resultados fueron interpretados por medio de un análisis de varianza (ANOVA).

Las medias testadas con la prueba Tukey al 5% de significancia.

En la Tabla 5 se detallan los resultados de las preguntas de las encuestas realizadas.

Tabla 5.- Gusto General, Gusto de dulzura e Intensidad de azúcar según los consumidores para la obtención de la formulación final.

Prototipo	Gusto General	Gusto de dulzura	Intensidad de Azúcar
1	5.662 a	5.817 a	3.508 a
2	4.619 b	4.110 b	2.408 b
3	5.904 a	5.518 a	3.552 a
4	4.634 b	4.030 b	2.141 b

Medias seguidas de por lo menos una misma letra no difieren entre si por la Prueba de Tukey al 5% de significancia

Como se observa en la Tabla 5:

Pregunta 1.- Gusto General

- La media del gusto general de los consumidores hacia el prototipo 1 y el prototipo 3 fue significativamente diferente a la media de gusto general de los consumidores hacia el prototipo 2 y el prototipo 4 ($P < 0.05$). Por otro lado no hubo diferencia significativa entre el gusto general de los consumidores entre los prototipos 1 y 3 ni entre los prototipos 2 y 4 ($P > 0.05$).
- El prototipo 1 obtuvo una media de 5.662 lo que indica que en la escala se encuentra entre “ni me gusta ni me disgusta” y “me gusta un poco”, acercándose más a la segunda opción. Por otro lado el prototipo 3 tiene una media de 5.904 lo que indica que está muy cerca de la opción de “me gusta un poco”.
- Por otro lado, el prototipo 2 con una media de 4.619 se encuentra entre “me disgusta un poco” y “ni me gusta ni me disgusta”, mientras que el prototipo 4 con una media de 4.643 se encuentra igual que el prototipo 2.

Pregunta 2.- Gusto de Dulzura

- La media del gusto de dulzura de los consumidores hacia el prototipo 1 y prototipo 3 fue significativamente diferente a la media del gusto de dulzura de los consumidores hacia el prototipo 2 y 4 ($P < 0.05$). Por otro lado, no se encontró una diferencia significativa entre el gusto de dulzura de los consumidores entre el prototipo 1 y 3 ni entre los prototipos 2 y 4 ($P > 0.05$).
- El prototipo 1, con una media de 5.817 está más cerca al “me gusta un poco” mientras que el prototipo 3 con una media de 5.518 se encuentra entre “ni me gusta ni me disgusta” y “me gusta un poco”.
- Por otro lado, el prototipo 2 con una media de 4.110 se encuentra más cerca del “me disgusta un poco” al igual que el prototipo 4 que obtuvo una media de 4.030.

Pregunta 3.- Nivel de agrado

- La media del nivel de agrado por el AZL de los consumidores hacia el prototipo 1 y el prototipo 3 fue significativamente diferente a la media del nivel de agrado por el AZL de los consumidores hacia el prototipo 2 y prototipo 4. ($P < 0.05$). Por otro lado, no se encontró una diferencia significativa del nivel de agrado por el AZL de los consumidores entre los prototipos 1 y 3 ni entre los prototipos 2 y 4 ($P > 0.05$).
- El prototipo 1 obtuvo una media de 3.508 lo que indica que el consumidor ranqueó al producto entre “me disgusta” y “me disgusta un poco”. Un resultado similar se obtuvo con el prototipo 3 que obtuvo una media de 3.552.
- En cuanto al prototipo 2, éste obtuvo una media de 2.409 por lo que indica que se encuentra entre “me disgusta mucho” y “me disgusta”. Un resultado similar se obtuvo con el prototipo 4 que obtuvo una media de 2.141, acercándose más al “me disgusta mucho”.

Los resultados de ANOVA y la utilización de la prueba Tukey, ayudaron a identificar que el consumidor encuentra diferencia significativa entre las muestras 1 y 3 comparadas con las muestras 2 y 4. Pero también se pudo identificar que el consumidor no encuentra una diferencia significativa entre las muestras 1 y 3 así como entre las muestras 2 y 4. Lo que indica que el consumidor considera que los prototipos 1 y 3 se encuentran entre “ni me gusta ni me disgusta” y “me gusta un poco”, mientras que los prototipos 2 y 4 se encuentran entre “me disgusta mucho” y “me disgusta”.

En función de estos resultados, se obtuvo que al consumidor le gustaba más las muestras 1 y 3. Se escogió la muestra 3 para realizar la formulación final del Quirroz debido a que contiene mayor porcentaje de arroz y por ende se reducen los costos de una de las materias primas (Quinua). Además, el prototipo 3 fue el que presentó la mayor expansión. Los resultados del diseño experimental se pueden observar en el Anexo 5.

Para la elección del prototipo se escogió el número 3 ya que cumplió con los requisitos buscados en el desarrollo del producto, es decir una buena expansión seguida de una aceptación en el gusto general, convirtiéndose en la formulación final (Tabla 6).

Tabla 6.- Formulación Final

Materia Prima	g/100 g
Quinua	56
Arroz	30
AZL	12
Sal	2

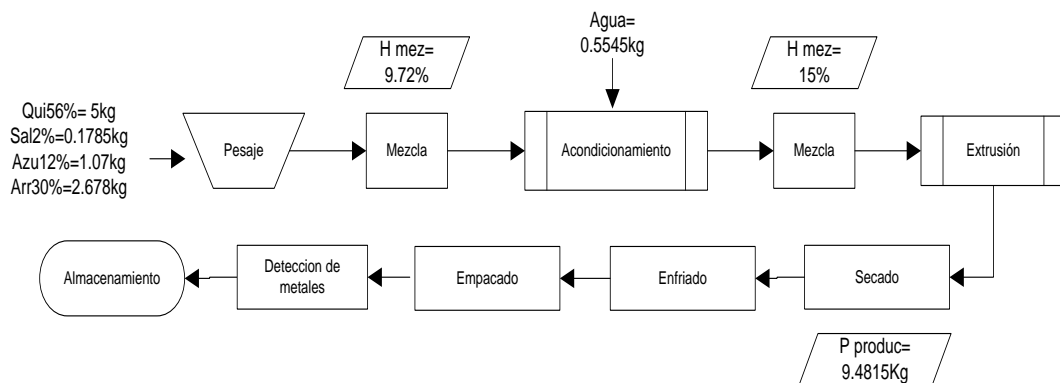
Se determino la humedad de la mezcla de estos ingredientes para luego establecer la cantidad de agua necesaria para llegar al 15 % de humedad requerida.

e. Reformulación del producto

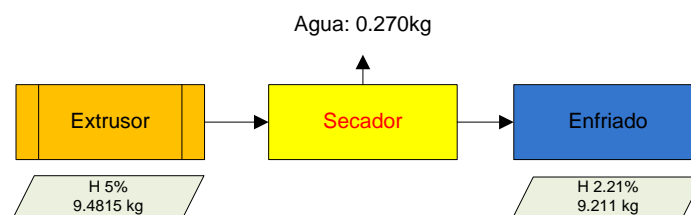
Obtenida la formulación final se procedió a mezclar los ingredientes determinándose la humedad, que es importante para obtener una buena expansión, esta se determino por medio de un método gravimétrico a través de una lámpara de halógeno. La humedad inicial de la mezcla fue 9.72%. Según Guy (140), el agua necesaria para el proceso de

cocción se obtiene por medio de las materias primas y se pueden hacer ajustes de distintas maneras. En este caso, la adición de agua se realizó durante el mezclado ya que para poder introducir al extrusor “...el contenido de humedad en el extrusor está en el intervalo de 16 a 20%” (Guy, 140). En el caso del extrusor utilizado para la elaboración de Quirroz este es de un solo tornillo y la humedad a la que mejor trabajaba el equipo fue de 15% aproximado. Durante la elaboración de los prototipos se pudo observar que la humedad ideal para este producto fue del 15% ya que superior a este valor no se consiguió expansión. Se realizó un balance de materiales (Diagrama 1) para poder obtener la cantidad exacta de agua que debía ser añadida a la mezcla de ingredientes. Para alcanzar la humedad en el rango mencionado se adicionó 0.5545 kg de agua siendo la humedad del 15% con la que la mezcla fue introducida al extrusor, como se muestra en el balance de materiales.

Diagrama 1.- Balance de Materiales



En el gráfico dos se observa el proceso de secado de Quirroz. En este caso se realizó el proceso por tres horas a una temperatura de 65 °C. Se determinó dicho tiempo ya que después de experiencias pasadas se encontró que para este tiempo el producto alcanzó la humedad de equilibrio por lo que no había necesidad de secarlo por más tiempo.

Diagrama 2.- Balance de Secador

La humedad absoluta del aire de entrada del secador es de 0.026 kgH₂O/ kg aire seco, mientras que la humedad relativa del mismo es de 9.13%. (Anexo 6).

4. Análisis sensorial y estudio de aceptabilidad del producto

A partir de un screening, se seleccionó a los encuestados y se procedió a realizar preguntas de gusto total, cantidad de AZL y dulzor para evaluar la percepción de la concentración de AZL en el extruido. La prueba entregada a los encuestados se encuentra en el Anexo 7. El orden de presentación de las encuestas se realizó de manera aleatoria, éste orden se puede observar en el Anexo 8.

La tabulación de los resultados de las encuestas se encuentran en el Anexo 9 y el análisis de aceptación de las mismas fue descrito en el apartado d) del literal 4 de Formulación (Anexo 5).

5. Producción semiindustrial

Para la elaboración de Quirroz se requirió la utilización de un extrusor, de tal manera que todas las pruebas para la formulación y reformulación del extruido y todo tipo de análisis fueron realizadas a nivel semiindustrial o a nivel de planta piloto, efectuándose en la planta piloto de Ingeniería de Alimentos de la Universidad San Francisco de Quito. Las paradas o batches de producción en el extrusor fueron como mínimo 10 kg para poder obtener el producto.

Para la elaboración del extruido fueron pesadas las siguientes materias primas: harina de quinua, harina de arroz, AZL y sal. Se procedió al proceso de mezclado, determinándose

la humedad de la mezcla que fue del 9.72%, (método gravimétrico) añadiéndose 0.5545 kg de agua para obtener una humedad de la mezcla del 15%.

Una vez obtenido el producto extruido, fue secado para poder remover el agua restante del producto y así finalmente poder empacar el producto.

a. Formulación

Después de realizar varias pruebas para la formulación del extruido y el diseño experimental se escogió el prototipo 3. Esta formulación contiene 56% de quinua, 30% de arroz, 12% de AZL y 2% de sal. Se escogió esta formulación debido a su expansión, sabor y también para la reducción de costos. Esta formulación contiene un alto contenido de arroz que favorece su expansión, un alto contenido de AZL para mejorar su sabor y un menor contenido de quinua.

b. Prueba semiindustrial

Fueron utilizados los siguientes equipos: mezcladora, extrusor, secador y empacadora.

En el proceso de extrusión de la formulación final (Tabla 7) se utilizaron las siguientes condiciones en el extrusor.

Tabla 7.- Condiciones del extrusor para la formulación final

Humedad de la mezcla	15%
Velocidad del tornillo	45 Hz
Temperatura 1	20 °C
Temperatura 2	105 °C
Temperatura 3	137 °C
Velocidad del alimentador	5 Hz
Corte	25 Hz
Boquillas	2 de 3 mm de diámetro

Siendo: Temperatura 1: temperatura de alimentación
Temperatura 2: temperatura de la cámara
Temperatura 3: temperatura de corte

La quinua al igual que el arroz fueron molidos hasta obtener una harina. Este proceso se realizó en Molinos Prodemsas en el norte de la ciudad de Quito.

Se pesaron 3 kg de mezcla obteniéndose 1.9 kg de desperdicios por lo que se obtuvo 1.1 kg de producto final. Se perdió mayor cantidad de producto el momento de la extrusión ya que tomó tiempo estabilizar este equipo.

Una vez obtenido el extruido éste fue secado. Utilizando un secador de bandejas de la marca PROINGAL en donde se sometió al extruido a una temperatura de 65 °C por 3 horas. El extruido fue enfriado a temperatura ambiente durante 1 hora.

Posteriormente se empacó el extruido en polietileno de alta densidad.

c. Estudio económico

A continuación se detalla los costos de producción del extruido, considerando materia prima y empaque (Tabla 8).

Tabla 8.- Precio de Materia Prima

Materia prima	Precio /qq	Formulación	Precio MP / lote
Quinoa	57,32	56	32,10
Arroz	33,00	30	9,90
AZL	26,00	12	3,12
Sal	11,50	2	0,23
TOTAL	127.82		45,35
	Empaque polietileno		0.02
	Empaque- caja de cartón		0.15
	Costo Unitario /350 gramos		1.65

Los resultados obtenidos en la Tabla 9 se realizaron en función de un lote de producción de 10 kg. El costo del empaque es de USD \$ 3.50 el kg/metro de polietileno de alta densidad de 75 micras.

Se va a empacar en fundas de 350 gramos de tal manera que el precio unitario de cada caja va a ser de USD \$ 1.65.

d. Test de estabilidad del producto

Se realizó un estudio de estabilidad del producto en el laboratorio LABOLAB en donde se encontraron los resultados indicados en el Anexo 10.

El resumen de los resultados de laboratorio de Quirroz se puede encontrar en la Tabla 9.

Tabla 9.- Resumen de estudio de estabilidad acelerada

Temperatura 42° C ± 1		
HR 70 ± 2 %		
Parámetros	Septiembre 20, 2007	Noviembre 5, 2007
Humedad (% como ácido láctico)	3.54	3.48
Acidez (% como ácido sulfúrico)	0.1762	0.1917
Recuento de A. Mesófilos (ufc/g)	< 10	< 10
Recuento de Coliformes Totales (ufc/g)	< 10	< 10
Recuento de mohos (upm/g)	< 10	< 10
Recuento de Levaduras (upm/g)	< 10	< 10
Recuento de Escherichia coli (ufc/g)	< 10	< 10

La muestra analizada cumple con los parámetros de estabilidad acelerada para un período de 1 año en su empaque original y a la temperatura y humedad antes mencionada.

6. Documentación

a. Especificaciones de materias primas

Para la elaboración de Quirroz como ya se mencionó en el apartado a) del literal 4 de formulación, las materias primas pertenecen a los siguientes proveedores (Tabla 10).

Tabla 10.- Proveedores de materias primas

Materia Prima	Proveedor
Quinua	Inagrofa
Arroz	ARROZ SUPER EXTRA
Azúcar	Azúcar Valdez
Sal	Sal Crisal

De acuerdo a la selección de proveedores, cada una de las materias primas detalladas en la Tabla 10 debe cumplir con las siguientes especificaciones respectivamente.

Quinoa: variedad TUNKAHUAN que es una variedad mejorada con menor cantidad de saponinas que favorece al sabor del extruido. Esta quinoa debe cumplir con las siguientes especificaciones (Tabla 11):

Tabla 11.- Especificaciones de la quinoa

Análisis químico	g/100g
Carbohidratos	67,44
Proteína	16,14
Ceniza	2,80
Grasa	6,41
Fibra	6,18
Humedad	12,00

Fuente: Inagrofa, 2007

Se puede observar las especificaciones de la quinoa TUNKAHUAN en la ficha técnica que se encuentra en el Anexo 11.

Arroz: Debe cumplir con las especificaciones de la norma INEN 1234 (Anexo 2).

Azúcar: Debe cumplir con los requisitos de la norma INEN 2257:2000 (Anexo 3).

Sal: Debe seguir los requerimientos de la norma INEN 57(Anexo 1).

b. Especificación de producto semielaborado:

En la elaboración de Quiroz el producto semielaborado constituye la mezcla de los cuatro ingredientes que son: quinoa, arroz, AZL y sal. En esta etapa del proceso la mezcla deberá tener una humedad del 15% para poder ingresar al extrusor, caso contrario el proceso de extrusión no será adecuado.

c. Especificaciones del producto terminado

Las especificaciones del producto terminado se detallan en la Tabla 12. Los resultados obtenidos en los laboratorios se pueden encontrar en el Anexo 10.

Tabla 12.- Especificaciones del extruido

Color	Café
Apariencia	Esferas irregulares
Olor	Característico
Carbohidratos	82.26 g/ 100 g
Proteína	11.57 g/ 100 g
Fibra total	15.48 g/100 g
Fibra soluble	3.45 g/100 g
Fibra Insoluble	12.03 g/100 g
Ceniza	3.68 g/100 g
Grasa	0.28 g/100 g
Humedad	2.21g/100 g
Saponinas	≤0.001mg/100 g
Vitamina C	6.25 mg/100 g
Hierro	2.95 mg/100 g
Calcio	97.85 mg/100 g
Sodio	878.18 mg/100 g
Arsénico (mg/kg)	< 0.1
Plomo (mg/kg)	< 0.1
Aflatoxina (µg/kg)	0
Azúcares totales	6.22 g/100 g

d. Planes de muestreo

Para poder controlar la producción del extruido Quirroz se realizarán pruebas de muestreo aleatorias, durante el proceso de extrusión. Se tomarán 2 muestras en cada etapa del proceso realizándose humedad y densidad a granel para verificar la expansión del producto.

e. Procedimientos Normalizados de Trabajo (PNT) métodos analíticos:**➔Proteína:**

Técnica analítica: Método Kjeldahl

Equipo: Digestor

Número de método: 945.18, AOAC 1994

→Humedad

Técnica analítica: Gravimétrico

Equipo: Estufa y lámpara de halógeno

Diferencia de pesos

Número de método: 945.15, AOAC 1994

→Grasa

Técnica analítica: Soxlet

Número de método: 945.18, AOAC 1994

→Fibra

Técnica analítica: Digestión

Número de método: 991.43, AOAC 1994

→Minerales

Principio: espectrofotometría de absorción atómica

Calcio:

Método: NMKL

Número de Método: 927.02, AOAC, 2005

Hierro:

Método: NMKL

Número de Método: 999.11, AOAC, 2005

→Vitaminas

Principio: Cromatografía líquida

Método: HPLC

Vitamina C:

Número de Método: Basado en 927.21, AOAC 2005

→ Saponinas

Principio: Cromatografía

Método: Cromatografía

Número de Método: 994.13

→ Azúcares Totales

Principio: Fehling

Número de Método: Interno de Laboratorio SEIDLA

f. Normas de control de materias primas

Las normas técnicas ecuatorianas de materias primas con las cuales se rigió el extruido son enumeradas en la Tabla 13 y detalladas en los Anexos 1, 2, 3, 12.

Tabla 13.- Normas Técnicas

MATERIA PRIMA	NTE
Azúcar blanco especial	2257
Quinoa, requisitos	1673:88
Sal para consumo humano	57:06
Arroz	1234

Fuente: INEN

g. Normas de control del producto terminado

La norma en la cual se basó el expandido es la Norma Técnica Colombiana 3659 Expandidos Extruidos a Base de Cereales. De tal manera que Quirroz debe cumplir con las siguientes especificaciones (Tabla 14).

Tabla 14.- Norma Técnica Colombiana 3659. Expandidos Extruidos a Base de cereales

Requisitos	Salado	Dulce
Humedad (%) máximo	4.0	6.0
Proteína (Nx6.25), (%) mínimo	3.0	3.0
Carbohidratos, (%) máximo	95	95
Grasa, (%) máximo	50	30
Arsénico (mg/kg máximo)	0.1	0.1
Plomo (mg/kg) máximo	0.2	0.2
Aflatoxinas (µg/kg) máximo	10	10

Fuente: NTC 3659

En cuanto a los requisitos microbiológicos la norma menciona que se debe cumplir con los siguientes parámetros (Tabla 15):

Tabla 15.- Especificaciones microbiológicas. Norma Técnica Colombiana 3659

Microorganismo	N	C	m	M
Recuento de aerobios mesófilos, UFC/g	3	1	5000	10000
NMP coliformes /g	3	1	3	11
NMP coliformes fecales /g	3	0	< 3	-
Recuento de Staphylococcus aureus coagulasa positiva /g	3	0	< 100	-
Recuento de Mohos y Levaduras /g	3	1	200	300
Detección de Salmonella /50g	3	0	0	-

Fuente: NTC 3659

Donde:

N: número de muestras que se van a examinar

m: valor por debajo del cual un lote no se considera peligroso

M: valor por encima del cual se rechaza el lote

C: número máximo de muestras permitidas con resultados entre m y M

Se puede observar la Norma Técnica Colombiana 3659 en el Anexo 12.

A continuación se detalla que Quirroz cumple con las especificaciones según la Norma Técnica Colombiana 3659 (Tabla 16).

Tabla 16.- Comparación entre Quirroz y NTC 3659

	NTC 3659 dulce	Quirroz
Humedad, (%) máximo	6,0	2.21
Proteína (NX6.25), (%) mínimo	3,0	11.57
Carbohidratos, (%) máximo	95	82.26
Grasa, (%) máximo	30	0.28
Arsénico expresado como As, (mg/kg) máximo	0.1	<0.1
Plomo expresado como Pb, (mg/kg) máximo	0.2	<0.1
Aflatoxinas, (µg/kg) máximo	10	0

h. Registro de resultados

Se realizaron varios análisis físico químicos al igual que de estabilidad y microbiológicos para determinar las características de Quirroz. Los resultados se pueden ver claramente en los informes de LABOLAB y SEIDLA (Anexo 10).

Tabla 17.- Estabilidad de Quirroz

Parámetros	20 de Septiembre del 2007	5 de noviembre del 2007
Humedad (% como ácido láctico)	3.54	3.48
Acidez (% como ácido sulfúrico)	0.1762	0.1917
Recuento de Aerobio mesófilos (ufc/g)	< 10	< 10
Recuento de coliformes totales (ufc/g)	< 10	< 10
Recuento de Mohos (upm/g)	< 10	< 10
Recuento de Levaduras (upl/g)	< 10	< 10
Recuento de escherichia coli (ufc/g)	< 10	< 10

7. Legal

a. Etiquetado

De acuerdo a la norma INEN 1334-1:2000; para Rotulado de productos alimenticios para consumo humano, se establece todos los requerimientos necesarios para el empaque de todo producto alimenticio procesado o envasado que es ofrecido para la venta directa al consumidor. De igual manera los requerimientos para el etiquetado nutricional se encuentran en la norma INEN 1334-2:2000; Rotulado de productos alimenticios para consumo humano. Parte 2. Rotulado nutricional. Requisitos.

8. Producción Industrial

a. Formulación

En función de la producción semiindustrial y ajustando los cambios al producto final deseado (Tabla 6 y en el Diagrama de flujo 2).

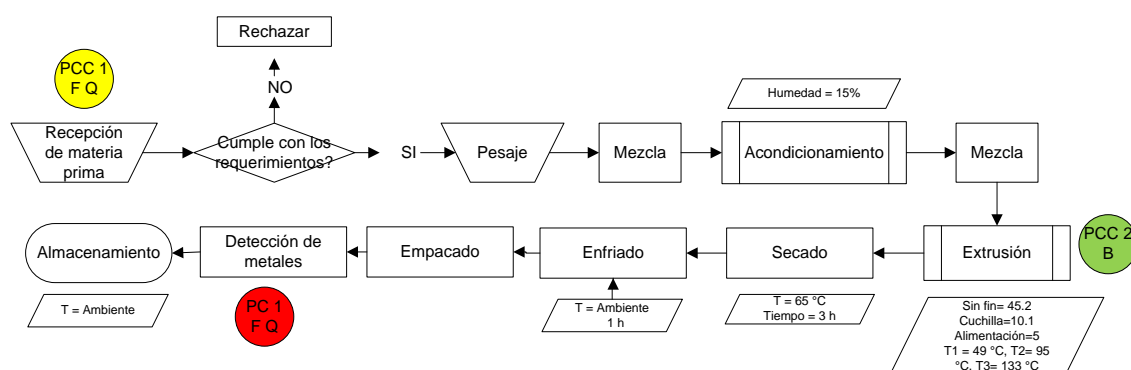
b. Proceso de producción

El proceso de producción se describe en 12 subprocesos que se encuentran descritos en la Tabla 19 y en el diagrama de flujo 2.

Tabla 19.- Subprocesos de producción

Orden	Subproceso
1	Recepción de materia prima
2	Evaluación de MP
3	Pesaje
4	Pre-mezcla
5	Acondicionamiento
6	Mezcla
7	Extrusión
8	Secado
9	Enfriado
10	Empacado
11	Detección de metales
12	Almacenamiento

Diagrama de flujo 3.- Proceso de producción del expandido



c. Guía de fabricación

➔Recepción de materia prima (RMP) y Evaluación de materia prima.

La materia prima para la elaboración del extruido de quinua está constituida por los siguientes ingredientes: quinua, arroz, AZL, sal. Estos ingredientes cumplen con la norma técnica ecuatoriana. Adicional a esto la materia prima presenta una ficha técnica, la misma que garantiza su calidad. Durante el proceso de recepción de materia prima se cumplió el plan de seguridad alimentaria el mismo que en cada punto está basado en las buenas prácticas de manufactura y además en este subproceso se encuentra un punto crítico de calidad físico y químico (PCC FQ), este punto permite el control de riesgos o peligros de tipo físico y químico los mismos que se evalúan bajo parámetros o rangos preestablecidos. Si durante la medición de los parámetros estos no se cumplen el producto o materia prima no pasará al siguiente subproceso.

➔Pesaje

En base a la formulación final del extruido de quinua y a la cantidad total del lote fueron definidas las cantidades a pesar de los ingredientes.

Para los macroingredientes se utilizó una balanza OHAUS con una precisión de ± 0.1 g y para los microingredientes una balanza analítica Merck con una precisión de ± 0.001 mg.

→Acondicionamiento

Pesadas las materias prima las mismas que no tenían un orden específico para su mezcla, se determinó la humedad de ésta pre mezcla, calculándose la cantidad de agua a adicionar para llegar a la humedad final de 15%.

En la cocción por extrusión de alimentos y piensos es el agua que hidrata y solvata el almidón y los polímeros de proteína. A niveles > 10% existe suficiente agua para que los polímeros empiecen a moverse y deslizarse a través del uno al otro y la naturaleza física de los extrusionados cambia desde un estado vítreo a un fluido elástico viscoso (Guy).

→Mezcla

Para conseguir un producto homogéneo y que la humedad sea la esperada (15%), la mezcla se realizó en un mezclador de aspas de la planta piloto de USFQ de la marca PROINGAL, agregando lentamente la cantidad de agua calculada y mezclando por diez minutos. se tomaron tres muestras de esta mezcla para medir la humedad.

→Extrusión

La mezcla homogénea y con la humedad de 15% fueron características que determinaron que la mezcla estaba lista para el proceso de extrusión. El extrusor fue entonces colocado en marcha siguiendo los parámetros mencionados en la Tabla 7.

Tomando en cuenta el punto crítico de calidad, se debe controlar siempre una humedad del 15%, velocidad del sin fin de 45 Hz, velocidad de la cuchilla de 25 Hz, una alimentación de 5 Hz, T1 de 20 °C, T2 de 105 °C y T3 de 137 °C.

Además el tiempo de residencia aproximado fue de 2.15 min.

“La extrusión de alimentos es un proceso en el que los ingredientes alimentarios se fuerzan a fluir, bajo una o varias condiciones de mezclado, calentamiento y cizalla, a través de un troquel que forma y/o seca con inflación los ingredientes” (Rosen y Miller, 1973)

→Secado

Para que el producto obtenga las características físicas deseadas como esferas crocantes y humedad baja, luego de la extrusión fue secado en un secador de bandejas de la marca PROINGAL a una temperatura de 65 °C por tres horas.

→Enfriado

Posterior al proceso de secado, el extruido fue enfriado a temperatura ambiente por una hora para evitar una posible reacción con el empaque primario debido a la alta temperatura.

→Empacado

Después del enfriado, el cereal fue empacado en fundas de polietileno de alta densidad en presentaciones de 350 g y colocado en un empaque secundario de cajas de cartón (Anexo 14) laminado con la presentación, nombre, etiqueta nutricional y demás.

Antes del empacado, se realizó la detección de metales, mediante un instrumento magnético el cual alertará la presencia de objetos.

La etiqueta nutricional es mostrada en la Tabla 20.

Tabla 20.- Etiqueta nutricional

Tamaño por porción 1 taza	
Tamaño de la porción	55 gramos
Porciones totales por contenedor	6
Calorías	210 Calorías de la grasa 0
% VDR	
Total grasa 0g	0%
Grasa saturada	0g 0%
Colesterol 0mg	0%
Sodio 480 mg	20%
Carbohidratos Totales 45 g	15%
Fibra dietética	9 g 36%
Fibra Soluble	2 g
Fibra Insoluble	7 g
Azúcares Totales	3 g
Proteína 6 g	
Vitamina C: 6 %	* Hierro: 9 %
Calcio: 5 %	
VDR está basado en una dieta de 2000 calorías de acuerdo a las recomendaciones nutricionales de ingesta diaria para la población ecuatoriana, del Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN) según norma técnica 1 334-2:99,2000; y Codex Alimentarius, 1993.	
Calorías por gramo: Grasa 9 * Carbohidratos 4 * Proteína 4	

Una vez que el extruido se encontraba en su respectivo empaque primario y secundario, fue colocado en cajas más grandes (empaque terciario), de las siguientes dimensiones altura = 50 cm, base = 54 cm, profundidad = 50 cm.

Se escogió polietileno de alta densidad ya que de esta manera el producto mantiene sus características por un periodo 14 meses como se pudo observar en el estudio de estabilidad. Por otro lado, se llegó a este empaque ya que analizando el empaque de productos similares tales como los cereales para el desayuno se encontró que éstos son empacados en este material.

El polietileno de alta densidad tiene buena resistencia ante los golpes, es liviano, impermeable, inerte y no es tóxico por lo que se utiliza en varios productos alimenticios (TEXNE Plásticos).

→ Almacenamiento:

Después del empaclado las cajas serán almacenadas en una bodega en la cual existe control de humedad. Ésta deberá tener un control de humedad para mantener el producto en condiciones adecuadas y sin riesgo a ganar humedad. Las cajas se colocarán en pellets de 1,20 m x 1,20 m y se apilarán en dos columnas y tres filas.

d. IPC (in process control)

En la Tabla 21 se detalla el control en proceso necesario para la producción del extruido de quinua.

Tabla 21.- Control en proceso

Proceso	Cantidad/Rango	Observaciones
Recepción de materia prima	Número de lote o registro de compra	
Evaluación de MP	Humedad = 11%	
Pesaje g/100g	Quinua= 56, Arroz= 30, AZL= 12, Sal= 2	
Pre-mezcla	Tiempo aproximado 10 min.	
Acondicionamiento	Humedad de la mezcla= 15%	
Mezcla	Tiempo aproximado de mezcla 10min	
Extrusión	V tornillo= 45Hz, V alimentador= 5Hz, V cutter= 25Hz, T1= 0 °C, T2= 105 °C, T3= 137 °C, Boquillas= 2 de 3mm	
Secado	A 65° C por 3 horas	
Enfriado	A temperatura ambiente aprox. 1 hora	

e. Operaciones de limpieza e higiene

Esta operación fue realizada en base a los Procedimientos de Operación Sanitaria Estándar (SSOP), los cuales determinan cual es la forma y como se debe proceder para cada área. Para el plan de higiene y limpieza se emplearon los siguientes: SSOP1: Seguridad del agua, SSOP 2: Limpieza de superficies en contacto con el alimento, SOPP 3: Prevención contra la contaminación cruzada, SSOP 4: Higiene de los empleados y SSOP 7: Salud de los empleados.

SSOP1: Seguridad del agua

I. OBJETIVO:

Asegurar que el agua utilizada para limpieza, contacto con los alimentos o superficies de contacto provenga de una fuente segura y que cumpla con los requerimientos sanitarios establecidos por el INEN.

II. ALCANCE:

Este procedimiento se aplicó a todas las instalaciones en las que se utiliza agua como recurso para la limpieza o elaboración de productos alimenticios.

III. DEFINICIONES:

Para fines de la presente tesis se entenderá por:

1. *Limpieza*: Eliminación de tierra, residuos de tierra, polvo, grasa u otras materias objetables.
2. *Contaminación*: Presencia de cualquier materia objetable en el agua.

3. *Desinfección:* Reducción del número de microorganismos a un nivel que no de lugar a la contaminación nociva del alimento, mediante agente químicos satisfactorios.
4. *Establecimiento:* Planta o zona donde se manipula el alimento después de la recolección, y lugares circundantes que dependen de la misma empresa.
5. *Anomalía:* Discrepancia de una regla o un uso irregular y extraño.
6. *Manipulación de los alimentos:* Todas las operaciones de preparación, elaboración, cocinado, envasado, almacenamiento, transporte, distribución y servicio de los alimentos.
7. *Manipulador de alimentos:* Toda persona que manipula o entra en contacto con los alimentos o con cualquier equipo o utensilio empleado para manipular alimentos.
8. *Higiene de los alimentos:* Todas las medidas necesarias para garantizar la inocuidad y salubridad del alimento en todas las fases, desde su cultivo, producción o manufactura hasta cuando se sirve a las personas.
9. *Lote:* Cantidad determinada de alimentos cocinados o precocinados producidos en condiciones esencialmente iguales y al mismo tiempo.
10. *Servicios de comidas para colectividades:* Preparación, almacenamiento y/o distribución y servicio de comidas a gran número de personas.
11. *Preparación de raciones de comidas:* Composición o colocación de alimentos para una persona en un envase apropiado donde se mantendrá hasta su entrega al consumidor. (Código de Prácticas de Higiene)

IV. DESARROLLO:

La planta de producción de extruido de quinua se abastecía de agua municipal, misma que fue utilizada para la producción y limpieza. Existe una cisterna la cual fue utilizada únicamente en el caso de existir fallas en el suministro de agua municipal.

4.1 Control de Cloro Residual

El control de cloro residual se realizó siguiendo las normas INEN 1108-84 y 0977-98. La frecuencia con la que se tomaron las muestras para realizar los controles fue semanalmente y los resultados anotados en el registro correspondiente en este caso el PQSAR 001. Las muestras se tomaron de acuerdo a la planificación indicada en la Tabla 22. El encargado de tomar las muestras fue el laboratorista.

Antes de tomar las muestras se purgó el agua de 3 a 5 minutos en cada punto. Las muestras fueron tomadas en recipientes estériles de 100 mL.

Tabla 22.- Planificación para la toma de muestras

Grifos código	Semana	Observaciones
1	1	El muestreo incluye tres grifos de ubicación señalada en el plano
2	2	El muestreo incluye tres grifos de ubicación señalada en el plano
3	3	El muestreo incluye tres grifos de ubicación señalada en el plano
4	4	El muestreo incluye tres grifos de ubicación señalada en el plano
5	5	El muestreo incluye tres grifos de ubicación señalada en el plano
6	6	El muestreo incluye tres grifos de ubicación señalada en el plano
7	7	El muestreo incluye tres grifos de ubicación señalada en el plano

Fuente: SSOP

El plano se puede observar en el Anexo 14.

Una forma de determinar cloro residual se detalla a continuación:

Determinación volumétrica mediante el reactivo N, N-dietil-p-fenilendiamonio, DPD.

Adecuado para concentraciones de "cloro activo libre" entre 0,1 y 4 mg/L o ppm. En presencia de cloro, la DPD produce, entre pH 6,2 y 6,5 una coloración roja susceptible de valoración volumétrica.

Este es el mejor método para poder realizar esta comprobación, que obtiene una reacción de coloración roja proporcional a la concentración de CRL (cloro residual libre) usando un pH= 6.2-6.5, y que puede valorarse teniendo en cuenta la tonalidad de dicha reacción.

Determinación.

Procedimiento:

1. Colocar en un matraz de 250 mL, 5 mL de tampón fosfato y 5 mL de solución de DPD.
2. Añadir 100 mL del agua problema y esperar dos minutos hasta comprobar la presencia o ausencia de CRL.
3. Colocar el matraz con un agitador sobre el agitador magnético hasta el final de la determinación.
4. Titular rápidamente con una solución de sulfato ferrosoamoniaco hasta la decoloración y anotar la cantidad gastada de esta sustancia.

En el caso de utilizar la cisterna se realizarán las mismas pruebas de control de cloro residual que se realizó para el suministro de agua municipal, antes de utilizar ésta y durante su utilización. Los resultados se anotarán en el registro correspondiente PQSAR 001.2 El encargado de tomar las muestras será el laboratorista.

4.2 Control Microbiológico del Agua:

El control microbiológico se realizó semanalmente, basándose en los requisitos que disponen las normas INEN 1205-04 y la 1108-84.

La frecuencia con la que se tomaron las muestras fue una vez cada semana, y en función de la planificación que se dispone. Los análisis que se realizaron se encuentran en la Tabla

22, los resultados se anotaron en el registro correspondiente PQSAR002. El encargado de tomar las muestras fue el laboratorista.

Las muestras se tomaron de acuerdo a la planificación indicada en la Tabla 21. El encargado de tomar las muestras fue el laboratorista.

Antes de tomar las muestras se purgó el agua de 3 a 5 minutos en cada punto. Las muestras fueron tomadas en recipientes estériles de 100 mL, esta misma muestra fue utilizada tanto para el control microbiológico como para los análisis físico-químicos.

4.2.1 Microbiológicos:

El agua utilizada para la elaboración del extruido cumplió con los siguientes requisitos de la Norma INEN 1108, que son detallados en la Tabla 23.

Tabla 23.- Control Microbiológico del Agua

Requisitos	Unidad	Límite Deseable	Límite Máximo Permisible
Coliformes totales	NMP / 100mL	Ausencia	Ausencia
Bacterias aerobias totales	Colonias / mL	Ausencia	30
<i>E.coli</i>	UFC	Ausencia	Ausencia

Fuente: Norma INEN 1108

En el caso donde se utilizó la cisterna se realizaron las mismas pruebas de control microbiológico que se realizaron para el suministro de agua municipal, antes de utilizar ésta y durante su utilización. Los resultados se anotarán en el registro correspondiente PQSAR002.1. El encargado de tomar las muestras será el laboratorista.

Otros: Control Físico, Químico y Microbiológico del Agua:

Semestralmente se realizaron pruebas físicas, químicas y microbiológicas en un laboratorio externo debidamente acreditado por OE Acreditación, al mismo que se le solicitó un informe detallado de los resultados. Para cada uno de los procesos de inspección se realizó las pruebas, microbiológicas descritas en la Tabla 22 y físico-químicas descritas en la Tabla 23, para garantizar la calidad e inocuidad del agua potable. El jefe de control de calidad será el responsable de verificar los registros e informes.

Físico-Químicos:

El agua se encontraba bajo las especificaciones de la norma INEN 1108. Anexo 16, que se indican en la Tabla 24.

Cisterna solo en el caso cuando faltó agua potable.

Tabla 24.- Requisitos Físico-químicos

Registros	Unidad	Límite deseable	Límite máximo permisible
Cloro libre residual	mg/L	0.5	0.3 a 1
Dureza CaCO ₃	mg/L	120	300
Alcalinidad	ppm		50 a 100
Color	Unidades escala Pt - Co	5	30
Turbiedad	FTU turbiedad formozina	5	20
Olor	---	Ausencia	Ausencia
Sabor	---	Inobjetable	Inobjetable
pH	---	7- 8.5	6.5-9.5
Cloruros	mg/L	50	250

Fuente: Norma INEN 1108

4.4 Control de Tubería

Se rotuló e identificó las tuberías en función de las sustancias y/o fluidos que van a conducir. Los colores para estas están estipulados en la Tabla 25.

Tabla 25.- Colores de la tuberías

Colores Básicos	Materia
Azul	Agua Potable
Rojo	Agua para combatir incendios
Negro	Agua servidas
Gris Plateado	Vapor de Agua
Café	Aceites vegetales
Marrón oscuro	Aceites Minerales
Amarillo	Gases
Azul claro	Aire
Violeta	Ácidos o agentes alcalinos

Fuente: SSOP

De esta manera se garantizó control sobre el fluido que se estaba conduciendo por cada una de las tuberías evitando la contaminación entre estas. Se mantuvo un control semestral de las tuberías para evitar fugas, corrosión, u otros factores que podían afectar. Los resultados se anotaron en el registro correspondiente PQRAS004. El encargado de este control fue un operario y reportó al supervisor.

4.4 Desinfección:

Este proceso se especifica únicamente para la cisterna, en caso de existir contaminación en el agua que va a ser utilizada en la planta. Se realizará una inspección adecuada hasta encontrar la causa de la contaminación y posteriormente la desinfección. A continuación se presenta las recomendaciones para la utilización de algunos desinfectantes según el apéndice 1 de los Procedimientos de Operaciones Sanitarias Estándar (SSOP).

4.4.1 Cloruros:

Para realizar una solución de cloruro como agente desinfectante se debe seguir las recomendaciones basadas en la relación de la temperatura mínima, pH de la solución y concentración de este agente mencionadas en la Tabla 26.

El tiempo de contacto que se requiere para utilizarlo como desinfectante debe ser de 1 minuto y de la misma manera se debe seguir las instrucciones del fabricante. La aplicación de este desinfectante puede realizarse por medio de inmersión en un fregadero y/o en una máquina a presión.

Tabla 26.- Utilización de Cloro

	Concentración Mínima (mg/L)	Temperatura Mínima (°C)	
		pH<10	pH<8
Cloruros	25	49	49
	50	38	24
	100	13	13

Fuente: SSOP

4.4.2 Yoduros

Para la aplicación de estos, se debe seguir las instrucciones que provee el fabricante cuando se va a aplicar sobre un pH mayor. (Tabla 27).

El tiempo de contacto como desinfectante es de aproximadamente 1 minuto, o se deben seguir las instrucciones del fabricante.

Puede ser utilizado por medio de inmersión y/o con maquinaria a presión.

Tabla 27.- Utilización de Yoduros

	Concentración Mínima (mg/L)	Temperatura Mínima (°C)
		pH < 5
Yoduros	12.5 -25	24

Fuente: SSOP

4.4.3 Amonia cuaternaria

La concentración de este desinfectante debe seguir las instrucciones del fabricante para poder ser utilizado (Tabla 28). El tiempo de contacto como desinfectante es de 1 minuto, o siguiendo las instrucciones del fabricante. Este desinfectante puede ser aplicado por medio de inmersión y/o maquinaria a presión.

Tabla 28.- utilización de Amonia cuaternario

	Concentración Mínima (mg/L)	Temperatura Mínima (°C)
Amonia cuaternaria	200	24

Fuente: SSOP

4.5 Agua no potable:

El uso de agua no potable fue apto solo para el control de incendios, generación de vapor y otros propósitos similares siempre y cuando no sea ingrediente o contaminante del alimento.

4.6 Limpieza del Sistema:

Para efectuar la limpieza de los sistemas de transporte y/o almacenamiento de agua se contrató personal capacitado o una empresa para el control y aseguramiento de la calidad del agua.

El laboratorista mantuvo al día los registros y verificaciones para ratificar y garantizar los sistemas de transporte y/o almacenamiento de agua. La limpieza se constató con los estándares del sistema utilizado por la empresa contratada para este fin y que cumplió con las especificaciones y requerimientos físicos, químicos y microbiológicos, normados por la INEN 1108. La empresa que realizó el proceso de limpieza estaba debidamente acreditada y presentó un informe detallado del proceso realizado. El jefe de control de calidad es el encargado de verificar los registros e informes.

V. ACCIONES CORRECTIVAS:

5.1 Control de cloro residual

En el caso donde se presentaran resultados anormales luego del control pertinente realizado, en un rango muy superior al permitido o estipulado en la norma INEN 977 se

suspendió el uso de esta agua, en el caso de agua municipal y se utilizó el de la fuente alterna en este caso el de la cisterna, hasta que se identificó y solucionó el problema. Los resultados de todo el proceso fueron anotados en el registro correspondiente PQSAR005, siendo el jefe de control de calidad el responsable de notificar y documentar el proceso.

5.2 Control Microbiológico

Cuando se presentaron resultados anormales como la existencia de ufc de los microorganismos especificados en la norma INEN 1108 y en la Tabla 23. Luego del control pertinente realizado, se suspendió el uso de esta agua, en el caso de agua municipal y se utilizó el de la fuente alterna en este caso el de la cisterna, hasta que se identificó y solucionó el problema. Los resultados de todo el proceso fueron anotados en el registro correspondiente PQSAR005.2, siendo el jefe de control de calidad el responsable de notificar y documentar el proceso.

VI. VERIFICACIÓN:

Se determinó la validez del plan para el aseguramiento de la calidad e inocuidad del agua según lo estipulado.

- Se verificó los requisitos microbiológicos, físico-químicos estipulados por las normas INEN 1108, 1205 y 977
- Se verificó la existencia de la capacitación adecuada del equipo de control y monitoreo.
- Verificación adecuada de:
 - o Grifos y/o válvulas
 - o Tuberías
 - o Cisterna

* Nota: La verificación se realizó a partir de los parámetros mencionados anteriormente.

- Se verificó la existencia y uso correcto de archivos. Estos se deberán mantener por un periodo mínimo de 2 años.

VII. RESPONSABILIDADES:

Laboratorista y jefe de control de calidad:

1. Realizó los controles.
2. Realizó toma de muestras.
3. Anotó resultados en registros.
4. Documentó los registros.
5. Verificó registros.
6. Informó de anomalías e irregularidades.

VIII. ANEXOS:

8.1 Empresas de lavado y desinfección de cisterna.

A continuación se listan algunas empresas que presentan este servicio (Tabla 29).

Tabla 29.- Empresas de limpieza y desinfección de cisternas.

Nombre	Descripción	Dirección	Teléfono
SERVITEM S.A.	Hidrolavados, cisternas, tanques, etc.		263 8449 2844346
LAVAMAVI cia.ltda	Lavado, desinfección de cisternas y pozos sépticos.	Nazareth OE4437 y la Prensa	2291199 099239977
Grupo LUVIHER	Lavado y desinfección de cisternas como soporte empresarial	Pasaje Manuel García 126 y 18 de Septiembre (entre avenida América y Universitaria)	3214930
Limpieza S.A. SUNSHINE	Desinfección de cisternas, expertos en limpieza		2445272 2447090

De la misma manera, el jefe de control de calidad fue el delegado para contratar un laboratorio certificado para cumplir con los requerimientos microbiológicos. A

continuación se listan algunos laboratorios los cuales fueron contratados para obtener sus servicios. Tabla 30

TABLA 30.- Laboratorios Certificados

Nombre	Dirección	Teléfono
SEIDLA	Melchor Toaza #2 y Av. Del maestro	2483145, 2808825, 2476314
LABOLAB	Av. Pérez Guerreo OE21-11 y Versalles of. 9	2235404, 2563225, 099442153
INBIOTECH	Av. 6 de Diciembre 5547 , of.#103	2251428, 099929158

Esta persona también llevará un archivo de todos los registros de control, monitoreo y verificación del agua utilizada en la cocina.

8.2 Norma INEN 1108: Agua potable: Requisitos

8.3 Norma INEN 1205: Determinación del número total de baterías en placas

8.4 Norma INEN 977: Agua potable. Determinación de cloro residual. Método de la DPD-Ferroso

VIII. REGISTROS:

1. Registros

Control de cloro residual para agua municipal HVSAR001

Control de cloro residual para agua cisterna PQSAR 001

Control microbiológico para agua municipal PQSAR002

Control microbiológico para agua cisterna PQSAR002.1

Control de tuberías PQSAR001.4

Acciones correctivas control de cloro residual PQSAR001.2

Acciones correctivas control microbiológico PQSAR001.3

Acciones correctivas para agua cisterna PQSAR005.2

Todos estos registros se pueden encontrar en el Anexo 12

SSOP 2: Limpieza de superficies en contacto con el alimento

I. OBJETIVO:

Asegurar la limpieza y construcción adecuada de las superficies en contacto con el alimento, incluyendo guantes, utensilios y vestimenta de trabajo para garantizar la inocuidad del producto final.

II. ALCANCE:

Se realizó un monitoreo constante de las superficies de contacto, utensilios, guantes y la vestimenta de los empleados para asegurar que estas se encuentran en óptimas condiciones y desarrollar adecuadamente los procesos productivos sin alterar la inocuidad del extruido.

La planta de producción de extruido de quinua desarrolló un plan de capacitación para aquellos empleados encargados de la limpieza de las superficies así como para la limpieza, desinfección y utilización correcta de utensilios, guantes y vestimenta.

III. DEFINICIONES:

- Limpieza: Eliminación de tierra, residuos de tierra, polvo, grasa u otras materias objetables (Buenas Prácticas de Manufactura, BPM).
- Desinfección: Reducción del número de microorganismos a un nivel que no provoque la contaminación nociva del alimento, mediante agente químicos satisfactorios (BPM).
- Establecimiento: Planta o zona donde se manipula el alimento después de la recolección, y lugares circundantes que dependen de la misma empresa.
- Monitoreo: Observar varios parámetros físicos para detectar posibles anomalías (BPM).
- Contaminación: Alterar nocivamente la pureza o las condiciones normales de una cosa o un medio por agentes químicos o físicos (BPM).

IV. DESARROLLO:

La planta de producción de extruido de quinua desarrolló un plan de control y una capacitación adecuada para los procesos de limpieza, desinfección y utilización correcta de superficies de contacto, utensilios, guantes y vestimenta para evitar la contaminación cruzada.

4.1. Materiales y Utensilios:

Este plan fue enfocado en la utilización correcta de materiales y equipos en la zona de producción. Cada uno de los materiales, equipos y utensilios en el área de recepción, evaluación de materia prima, pesaje, acondicionamiento, mezcla, extrusión, enriquecimiento, secado, enfriado, empacado y almacenamiento, fueron destinados para un uso específico y no pudieron ser empleados para el uso compartido entre estos procesos o materias primas. De tal manera que separando material y utensilios se minimizó la contaminación en el proceso evitando la contaminación en general.

4.2. Material de Construcción

Es importante tomar en cuenta que el material que se utilizó fue preferiblemente acero inoxidable y se evitó la existencia de áreas con agujeros, ángulos o superficies que puedan retener la suciedad y afectar o dificultar la limpieza adecuada de las superficies.

Por otro lado, se evitó la utilización de madera en superficies donde haya flujo, manipulación, almacenamiento o cualquier contacto con el alimento. De igual manera toda superficie de contacto con el alimento, vestimenta, guantes y utensilios fueron diseñados y contruidos de material a prueba de corrosión y fácil limpieza y que se mantengan en condiciones sanitarias adecuadas.

4.3. Superficies de contacto, utensilios y equipos de las diferentes áreas de proceso

Todo utensilio y equipo de las diferentes áreas estuvieron en condiciones higiénicas adecuadas para poder ser utilizados sin alterar la inocuidad del alimento. Tanto los utensilios como las superficies de contacto con el producto fueron lavados y desinfectados adecuadamente durante el proceso. Se lavó y desinfectó por lo menos cada cuatro horas durante el proceso debido a que este producto es listo para el consumo. Para evitar contaminación cruzada también se realizó una desinfección y lavado de utensilios y superficies de contacto antes y después de la producción del día.

4.4. Guantes y vestimenta

Tanto la vestimenta como los guantes utilizados en las áreas fueron de material impermeable y se mantuvieron en condiciones sanitarias establecidas. Esta limpieza se realizó antes de la entrada del personal al área de producción, es decir que por lo menos se realizaron 2 veces al día.

Para el adecuado desarrollo del plan de control de la contaminación en la superficie de contacto, la planta de producción de extruido de quinua cumplió y cumple con todos los procedimientos de sanidad que se explican a continuación:

Diariamente:

- Los empleados ingresaban a la planta únicamente si utilizaban, mascarillas, guantes impermeables, vestimenta adecuada.
- Las superficies de contacto con el alimento se lavaron 2 veces al día, la primera en la mitad de la jornada de trabajo y la segunda al terminar la jornada de trabajo.
- Para evitar la contaminación de las superficies se retiró todo desperdicio o residuo.
- Se enjuagó con agua fría todas las superficies seguido de un enjuague de agua caliente (88 ° C).

- Cuando las superficies, equipos y/o utensilios presentaban partículas de grasa éstas se removieron cuidadosamente con un agente químico adecuado.
- Se recomendó desinfectar con amonio cuaternario. Cuando se aplicó durante el receso del medio día, este fue removido antes de empezar la producción. Cuando este se aplicó al finalizar la jornada de trabajo, el desinfectante se dejó por el resto de la noche y fue removido antes de comenzar la producción del siguiente día.
- Los desperdicios del piso fueron removidos mediante un enjuague dos veces al día con agua caliente seguido de un rociado con desinfectante cuaternario.
- Los utensilios se lavaron 2 veces al día, realizándose un fregado profundo con jabón para remover grasas.
- La vestimenta estuvo en condiciones sanitarias adecuadas lo cual permitió ingresar al área de producción. Su limpieza se realizó diariamente.
- Los guantes se desinfectaron 2 veces antes de empezar y al finalizar el día.

Semanalmente:

- Perchas, armarios, carretillas y montacargas se desinfectaron una vez a la semana durante la primera hora de trabajo del primer día de la semana.

Periódicamente:

- Por lo menos 1 vez al año se debe lavar las unidades de ventilación de las cámaras de almacenamiento para evitar la acumulación de partículas que pueden afectar a la contaminación de los alimentos.

4.5. Monitoreo:

Se designó a un supervisor de limpieza que fue el encargado de la capacitación al personal y de la verificación después de cada periodo de limpieza. Se llevó registros diarios detallados que garantizaron que el proceso de desinfección fue efectuando de la forma establecida.

V. RESPONSABILIDADES

Supervisor:

Esta persona fue la responsable de controlar y verificar el trabajo del personal de limpieza previamente capacitado para mantener el aseguramiento de la calidad e inocuidad de las superficies de contacto en las áreas de manipulación del producto.

Esta persona notificó al jefe de producción de la planta de extruido de quinua las irregularidades que se suscitaron con la limpieza de las superficies de contacto dentro de las áreas de manipulación del producto. Los registros se mantuvieron archivados por el lapso de dos años.

SSOP 3: Prevención de la contaminación cruzada

I. OBJETIVO

Evitar cualquier tipo de contaminación cruzada en el extruido causada por utensilios, guantes, indumentaria o producto crudo con el elaborado.

II. ALCANCE

Se aseguró que el producto sea manipulado por secciones y que los utensilios utilizados en cada sección permanezcan en estas áreas y no tengan contacto con productos de otras secciones. Se realizó un plan de control de los empleados para asegurar que no exista

contaminación cruzada por contacto con utensilios, guantes, indumentaria o de producto no procesado con otro ya procesado.

III. DEFINICIONES

- Limpieza: Eliminación de tierra, residuos de tierra, polvo, grasa u otras materias objetables (SOPP).
- Contaminación: Alterar nocivamente la pureza o las condiciones normales de una cosa o un medio por agentes químicos o físicos (SOPP).
- Desinfección: Reducción del número de microorganismos a un nivel que no de lugar a la contaminación nociva del alimento, mediante agente químicos satisfactorios (SSOP).
- Establecimiento: Planta o zona donde se manipula el alimento después de la recolección, y lugares circundantes que dependen de la misma empresa.
- Monitoreo: Observar varios parámetros físicos para detectar posibles anomalías (SSOP).
- Prevención: Preparación y disposición que se hace anticipadamente para evitar un riesgo o ejecutar algo (SSOP).

IV. DESARROLLO

La planta productora de extruido de quinua desarrolló un plan para la prevención de la contaminación cruzada de objetos no sanitarios con el producto, material de empaque y otras superficies de contacto.

Los objetos no sanitarios incluyeron utensilios, guantes, indumentaria de trabajo y de producto no procesado.

Todo material como delantales, utensilios y superficies de contacto con el producto que estuvieron expuestos a contacto con desperdicios, pisos u otros objetos no sanitarios no estuvieron en contacto con ningún producto en el área de producción sin que fueren lavados y desinfectados correctamente.

En el caso de tratar con productos no procesados, los guantes, ropa de trabajo, utensilios y las superficies de contacto, no estuvieron en contacto con producto final procesado.

Para evitar la contaminación cruzada durante el almacenamiento se separó físicamente, productos procesados, productos no procesados y productos listos para el consumo.

El personal encargado del área de recepción no entró en áreas donde se elabora el producto para el consumo final. En caso de hacerlo estos pasaron por una desinfección previa.

La planta procesadora de extruido de quinua colocó letreros y simbología adecuada en la entrada al área de proceso, que recuerda e informa a los empleados que no deben entrar a dicha área sin haber desinfectado sus manos, antebrazos y uniformes.

V. VERIFICACION

Diariamente se verificó la higiene y desinfección de guantes, indumentaria, utensilios y secciones de manipuleo del producto.

Para poder determinar si los equipos se encontraban correctamente limpios y desinfectados se realizó un hisopado de las boquillas y de la cuchilla del extrusor y se procedió a la siembra en placas petrifilm.

VI. RESPONSABILIDAD

Supervisor:

Esta persona fue la responsable de controlar y verificar el trabajo de los operarios previamente capacitados para mantener el aseguramiento de la calidad e inocuidad y así evitar contaminación cruzada en las diferentes áreas de proceso.

Esta persona notificó al jefe de producción las irregularidades que se suscitaron por la contaminación cruzada de objetos no sanitarios con el producto. Los registros se mantuvieron archivados por el lapso de dos años.

SSOP 4: Higiene del personal

I. OBJETIVO:

Asegurar que todo el personal que va a estar en el área de procesamiento mantenga una rutina de higiene y aseo personal para así evitar la contaminación cruzada por contacto con los productos.

La planta procesadora de extruido de quinua proveyó instalaciones y capacitación adecuada para que el personal pueda mantener una higiene óptima y segura al momento de la manipulación.

II. ALCANCE:

Para el control de la higiene y aseo de los empleados la planta procesadora de extruido de quinua proveyó áreas de lavado y desinfección adecuados que previnieron la contaminación de los productos antes del ingreso al área de producción.

La planta procesadora de extruido de quinua de la misma manera mantuvo un control adecuado de la indumentaria para evitar la contaminación.

III. DEFINICIONES:

- a. *Contaminación cruzada:* Es el momento que se introduce por corriente de aire, traslados de materiales, alimentos o circulación de personal, un agente biológico, químico, bacteriológico o físico u otras sustancias, no intencionalmente adicionadas al alimento, que afecte la inocuidad o estabilidad del alimento (SSOP).
- b. *Desinfección:* Reducción, sin menoscabo de la calidad del alimento, mediante agentes químicos y/o métodos físicos higiénicamente satisfactorios, del número de microorganismos a un nivel que no de lugar a la contaminación nociva del alimento (SSOP).
- c. *Instalaciones Sanitarias:* Características adecuadas que deben ser incluidas en las edificaciones para mantener control sobre la higiene de los empleados así como de los alimentos a manipular.
- d. *Higiene de los empleados:* Conjunto de medidas preventivas necesarias para garantizar que la manipulación de los alimentos no va a alterar la inocuidad de los alimentos.
- e. *Inocuidad:* Condición de un alimento que no hace daño a la salud del consumidor cuando este es ingerido.
- f. *Limpieza:* Es el proceso o la operación de eliminación de residuos de alimentos u cualesquier otras materias indeseables.
- g. *Indumentaria* Es la vestimenta. El conjunto de prendas requeridas por una persona para vestir.
- h. *Vestidores:* Instalaciones que permiten el aseo e higiene del personal que consta de servicios higiénicos, lavamanos y duchas.
- i. *Lavamanos:* Es un depósito de agua con caño. Llave o pila que sirve para lavarse las manos.

- j. *Acta de Inspección*: Formulario único que se expide con el fin de testificar el cumplimiento o no de los requisitos técnicos, sanitarios y legales en los establecimientos en donde se procesan, envasan, almacenan, distribuyen y comercializan alimentos destinados al consumo humano.
- k. *Contaminante*: Cualquier agente químico o biológico, materia extraña u otras sustancias agregadas no intencionalmente al alimento, las cuales pueden comprometer la seguridad e inocuidad del alimento.

IV. DESARROLLO:

La planta procesadora de extruido de quinua desarrolló un plan de control y una capacitación adecuada acerca de la higiene y aseo de los empleados para prevenir la contaminación cruzada el momento de la manipulación.

4.1 Áreas de lavado y desinfección:

Para poder desarrollar un plan adecuado dentro del control de higiene de los empleados la planta procesadora de extruido de quinua proveyó de lavamanos, soluciones desinfectantes aprobadas y servicios sanitarios en buenas condiciones.

4.1.1 Lavamanos:

Los lavamanos fueron diseñados para facilitar el lavado y desinfección así como el tráfico de los empleados. Estos de preferencia eran activados con el pie o la rodilla para evitar el contacto con las manos. La planta procesadora de extruido de quinua proveyó de solución desinfectante adecuada así como de agua caliente y secadores de aire.

Los lavamanos estaban ubicados dentro del área de producción para que los operarios laven y desinfecten sus manos cuando se requiera.

Los lavamanos fueron limpiados estrictamente al inicio de cada jornada de trabajo y en caso de ser necesario durante la jornada de trabajo.

4.1.2 Vestidores:

Los vestidores se encontraban aislados del área de producción para que los operarios mantengan una higiene y aseo adecuado antes de ingresar al área de manipulación del producto. Las instalaciones de esta área constaban de lavamanos, inodoros y duchas perfectamente equipadas, para que se pueda desarrollar correctamente el plan de higiene y aseo de los empleados. Por otro lado, la limpieza y mantenimiento se realizó al finalizar la jornada de trabajo.

Era importante que la planta procesadora de extruido de quinua mantenía el control adecuado de todo el personal por lo que cada operario se bañaba antes del inicio de cada jornada de trabajo.

4.1.3 Soluciones Desinfectantes:

Estas presentaban la ficha técnica del fabricante lo cual certificaba su acción y uso adecuado en la planta.

Estas soluciones eran rotuladas en caso de no estar en su empaque original para evitar cualquier tipo de confusión.

4.2 Indumentaria:

La indumentaria de los operarios de la planta procesadora de extruido de quinua fue la adecuada para el área en donde estaban trabajando. Parte de la indumentaria constaba de:

mandil sin bolsillos externos, cofia, zapatos cerrados, guantes dependiendo del área de trabajo y pantalón de trabajo.

La planta procesadora de extruido de quinua fue la responsable de proveer la indumentaria adecuada y de la misma manera responsable del lavado de las prendas, lo que garantizaba que todos los operarios mantuviesen sus uniformes desinfectados y lavados correctamente.

4.3 Control Físico y Microbiológicos de los empleados

Como parte de un control y aseguramiento de la higiene de los empleados la planta procesadora de extruido de quinua realizó pruebas aleatorias para garantizar la higiene y aseo adecuado.

4.3.1 Físicos:

Se realizó una verificación visual de uniformes y accesorios los mismos que en el caso de no encontrarse en óptimas condiciones para entrar al área de producción, fueron desechados y reemplazados por nuevos.

4.3.3 Microbiológicos:

El control microbiológico constaba de pruebas aleatorias para determinar que las manos de los empleados habían sido desinfectadas y lavadas adecuadamente. Se realizaron pruebas de recuento total, coliformes, *S. aureus* y *E.coli* en caso de ser necesario. De esta manera se pudo verificar que los empleados estaban manteniendo una higiene adecuada antes de la manipulación del producto.

5. Verificación:

La planta procesadora de extruido de quinua estableció un plan en cual se pudo controlar y asegurar que cada una de estas áreas esté desinfectada y libre de contaminación.

Se realizó una verificación diaria de los siguientes puntos:

- Verificación de la limpieza de los lavamanos
- Verificación de las soluciones de desinfección que estén correctamente rotuladas e identificadas.
- Verificación de la limpieza de los vestidores
- Verificación de las pruebas físicas y microbiológicas para garantizar inocuidad en el producto elaborado.

V. RESPONSABILIDADES:

Para mantener el control sobre la higiene de los empleados, cada uno de ellos era el responsable de su higiene y aseo personal.

Por otro lado, en cuanto a los uniformes, la planta procesadora de extruido de quinua fue la responsable de la desinfección y lavado de estos.

El área de aseo fue responsable de la limpieza de los lavamanos y de los vestidores para evitar la contaminación y garantizar la higiene de los empleados.

SSOP 7: Salud de los empleados.

I. OBJETIVO:

Asegurar un control de las condiciones de salud de los empleados, que debe ser óptima para evitar una contaminación microbiológica del producto, del empaque y de las superficies de contacto con el producto.

II. ALCANCE:

Se realizó una supervisión de las áreas de operación y se notificó cualquier tipo de problema de salud reportado por un empleado. El jefe de recursos humanos de la planta fue el responsable de realizar el seguimiento de la salud de los empleados para evitar que el producto fuese contaminado y sea almacenado o utilizado en el proceso.

Para el control adecuado de la salud de cada empleado la planta procesadora de extruido de quinua realizó un plan de capacitación en el cual se incentivaba al empleado a reportar la presencia de alguna enfermedad, lesión, llaga, infección, u otra enfermedad que podía alterar la inocuidad del alimento. La planta procesadora de extruido de quinua registraba y mantenía en archivo estos reportes durante 2 años por lo menos.

III. DEFINICIONES:

Para fines del presente plan de seguridad se entenderá por:

12. *Limpieza*: Eliminación de cualquier tipo de plaga o vestigio de ella (SSOP)
13. *Contaminación*: Presencia de cualquier tipo de plaga o peste en la cocina, almacenamiento de alimentos y procesamiento de los mismos (SSOP).
14. *Desinfección*: Reducción del número de microorganismos a un nivel que no de lugar a la contaminación nociva del alimento, mediante agente químicos satisfactorios (SSOP).
15. *Establecimiento*: Planta o zona donde se manipula el alimento después de la recolección, y lugares circundantes que dependen de la misma empresa (SSOP).
16. *Control de plagas*: Cualquiera gama de intervenciones medioambientales cuyo objetivo sea una reducción en la incidencia de las plagas de insectos, roedores u otros vectores que puedan causar enfermedades, y las poblaciones de malas hierbas de forma que se pueda permitir una producción máxima de alimentos inocuos y de alta calidad (SSOP).

17. *Ambiente*: Cualquier área interna o externa delimitada físicamente que forma parte del establecimiento destinado a la fabricación, al procesamiento, a la preparación, al envase y almacenamiento de alimentos.
18. *Acta de Inspección*: Formulario único que se expide con el fin de testificar el cumplimiento o no de los requisitos técnicos, sanitarios y legales en los establecimientos en donde se procesan, envasan, almacenan, distribuyen y comercializan alimentos destinados al consumo humano.
19. *Contaminante*: Cualquier agente químico o biológico, materia extraña u otras sustancias agregadas no intencionalmente al alimento, las cuales pueden comprometer la seguridad e inocuidad del alimento.

IV. DESARROLLO:

El control de la salud de los empleados fue regulado por el jefe de recursos humanos de planta procesadora del extruido de quinua, debidamente capacitado.

El jefe de recursos humanos vigilaba que no existan empleados con propensión a enfermedades contagiosas, que puedan generar una contaminación tanto del resto del personal como del producto que se estaba manipulando. Se vigiló posibles lesiones, llagas, inflamaciones que podían tener los empleados o cualquier tipo de infección donde exista la posibilidad de contaminar el producto, las superficies de contacto, o el material de empaque. Todo empleado que presentaba anomalías en la salud era retirado de las áreas de manipulación del producto hasta que su condición mejore, esto era corroborado por una certificación de salud.

Para el control de la salud de los empleados se realizó un reporte clínico en el cual se demuestra que la persona está en condiciones adecuadas para poder trabajar en la manipulación del producto. De tal manera que planta procesadora de extruido de quinua realizaba este tipo de exámenes clínicos el momento que iba a realizar alguna nueva

contratación a fin de que el personal al momento de entrar al área de manipulación de alimentos estuviera en condiciones óptimas para este trabajo.

Cuando la persona ya se encontraba trabajando en la planta de producción y presentaba alguna enfermedad o estaba en alguna situación que pueda perjudicar a la inocuidad del producto, este reportaba al jefe de recursos humanos su estado de salud. De esta forma el plan trataba de incentivar a los empleados al reporte de su estado de salud, siempre aclarando que esto NO significaba un despido del trabajo. En el momento que algún operario reportaba su estado de salud, era retirado del área de manipulación y colocado en otra área donde no se altere la inocuidad del producto.

Cuando el empleado presentaba alguna llaga o lastimado que no era de mayor gravedad, de igual manera se reportaba al jefe de recursos humanos y al no ser de gravedad se cubría la herida o llaga con material impermeable y de color llamativo para identificar el área contagiosa.

El momento en que algún operario era retirado del área de producción, su retorno a la misma fue únicamente con un certificado médico que garantizaba que la salud del operario era la adecuada para la manipulación del producto.

Empleados

Los empleados fueron instruidos para reportar cualquier condición de salud que pueda resultar en la contaminación del producto o superficies de contacto con el producto.

El empleado notificó su condición de salud al jefe de recursos humanos de manera inmediata.

Todo empleado con anomalías en la salud fue retirado del área de manipulación de alimentos hasta una pronta mejora.

Jefe de recursos humanos

Una vez reportado la anomalía de salud de un empleado, el jefe de recursos humanos notificaba al jefe de producción, quien toma una decisión para asegurar que no exista un problema de contaminación.

El jefe de recursos humanos y el jefe de producción eran quienes decidían si un empleado que presentaba una anomalía leve en la salud, podía ser removido del área de manipuleo de productos a otra área de operación, o si debía ausentarse totalmente del trabajo hasta una pronta mejoría, esto fue corroborado por un médico de planta.

V. Verificación

Se realizó una verificación constante de la salud de los empleados a través de chequeos médicos periódicos y la observación e inspección del jefe de recursos humanos.

Los chequeos se realizaron y revisaron diariamente al iniciar la jornada de trabajo.

VI. Responsabilidades

La persona responsable del control de la salud de los empleados es el jefe de recursos humanos, quien comunicó al jefe de producción de planta procesadora de extruido de quinua las irregularidades que se presentaron, para que las mismas no alteren la producción.

Por otro lado, los empleados eran y son los responsables de mantener una salud adecuada para trabajar en el área de manipulación del producto. Además la capacitación del reporte de enfermedades debe ser la adecuada para incentivar a los empleados a realizar este.

f. Análisis de puntos críticos

A continuación se describen los peligros durante el procesamiento al igual que las medidas de control en caso de que ocurran (Tabla 31).

Tabla 31.- Identificación de Peligros y Medidas de Control

Peligros Biológicos				
Proceso	Materia de entrada/etapa proceso	Peligro	Causa	Medida de control
Recepción de materia prima	Quinoa, arroz, AZL, sal	Mohos y levaduras	Contaminación cruzada	SSOP1, SSOP2, SSOP3, SSOP4
Pesaje	Quinoa, arroz, AZL, sal	Mohos y levaduras	Contaminación cruzada	SSOP1, SSOP2, SSOP3, SSOP4
Acondicionamiento	Pre mezcla	Mohos y levaduras	Contaminación cruzada	SSOP1, SSOP2, SSOP3, SSOP4
Mezcla	Mezcla	Mohos y levaduras	Contaminación cruzada	SSOP1, SSOP2, SSOP3, SSOP4
Extrusión	Mezcla		Incumplimiento de rangos	Límite Crítico de Calidad
Secado	Producto final	Mohos y levaduras	Contaminación cruzada	SSOP1, SSOP2, SSOP3, SSOP4
Enfriado	Producto final	Mohos y levaduras, listeria	Contaminación cruzada	SSOP1, SSOP2, SSOP3, SSOP4
Empacado	Producto final	Mohos y levaduras	Contaminación cruzada	SSOP1, SSOP2, SSOP3, SSOP4
Almacenamiento	Producto final	Mohos y levaduras	Contaminación cruzada	SSOP1, SSOP2, SSOP3, SSOP4
Peligros Físicos y Químicos				
Proceso	Materia de entrada/etapa proceso	Peligro	Causa	Medida de control
Recepción de materia prima	Quinoa, arroz,	Arenas, piedras, materiales sólidos extraños, pelos.	Contaminación cruzada	Límite crítico de calidad, SSOP2, BPM
Pesaje	Quinoa, arroz, AZL, sal	Arenas, piedras, materiales sólidos extraños, pelos.	Contaminación cruzada	SSOP2 BPM
Acondicionamiento	Pre mezcla	Materiales sólidos y líquidos extraños, pelos.	Contaminación cruzada	SSOP2
Mezcla	Mezcla	Materiales sólidos y líquidos extraños, pelos.	Contaminación cruzada	SSOP2
Extrusión	Mezcla	Materiales sólidos y líquidos extraños, pelos.	Contaminación cruzada	SSOP2
Secado	Producto final	Materiales sólidos y líquidos extraños, pelos.	Contaminación cruzada	SSOP2
Enfriado	Producto final	Arenas, piedras, materiales sólidos extraños, pelos.	Contaminación cruzada	SSOP2
Empacado	Producto final	Presencia de sólidos metálicos.	Contaminación cruzada Detección de Metales	Instrumento magnético. Límite crítico de control, SSOP2
Almacenamiento	Producto final	Arenas, piedras, materiales sólidos extraños, pelos.	Contaminación cruzada	SSOP2

g. Hojas de fabricación

Detalle de acciones que el operario debe verificar y cumplir el momento de la producción (Tabla 32).

Tabla 32.- Hojas de fabricación del extruido de quinua

Proceso	Acción	Cantidad/Rango	Observaciones
Recepción de materia prima	Verificación de la orden con el proveedor	# o cantidad en función de la orden de proveedor	
Evaluación de MP	Constatar ficha técnica y requisitos	Humedad = 11%	
Pesaje	Determinar peso en función del tamaño del lote	Quinua= 56g/100g, Arroz = 30g/100g, AZL = 12g/100g, Sal = 2g/100g	
Acondicionamiento	Ajustar la mezcla a la humedad requerida, dosificando la cantidad de agua calcula a partir de la humedad inicial	Humedad de la mezcla= 15%	
Mezcla	Mezclar hasta conseguir un producto homogéneo	Tiempo aproximado de mezcla 10 min	
Extrusión	Alimentar con la mezcla al extrusor	V tornillo = 45Hz, V alimentador = 5Hz, V cutter = 25Hz, T1= 0° C, T2= 105° C, T3= 137° C, Boquillas = 3 de 5 mm	
Secado	Secar el producto en secador de bandejas	A 65° C por 3 horas	
Enfriado	Dejar el producto en las bandejas	A temperatura ambiente aprox. 1 hora	
Empacado	Colocar en fundas de polietileno de alta densidad, luego en la caja de cartón laminado y sellar	Peso en fundas = 350 g	
Almacenamiento	Colocar las cajas en cada cartón del empaque terciario, y luego llevar estas al área de almacenamiento apilar.	Colocar 60 cajas de 350 g en cada cartón, apilar los cartones en columnas de 3	

h. Almacenaje, transporte y fabricación

Almacenaje

Este proceso se realiza posterior al empackado del producto en las cajas de cartón laminado. Estas cajas de presentación de 350 g con dimensiones de altura (h) = 24 cm, base (b) = 17 cm, profundidad (p) = 4 cm, las mismas que son colocadas en un cartón, empaque

terciario, las medidas de este son: altura = 50 cm, base = 54 cm, profundidad = 50 cm. El número de cajas que entran en el empaque terciario es de 60 unidades. Una vez empacadas las cajas en el empaque terciario, son llevadas al área de almacenamiento, apiladas en 4 columnas de 3 filas. Dimensiones que se adaptan a los pallets que los montacargas despacharán.

La temperatura del almacenamiento es temperatura ambiente, la misma que se encuentra en un aproximado de 21°C.

9. Gestión de calidad

A continuación se presenta la Tabla 33 donde se explica los puntos de control en cada uno de los pasos del procesamiento de Quirroz.

a. Análisis del producto

Tabla 33.- Puntos de control de proceso

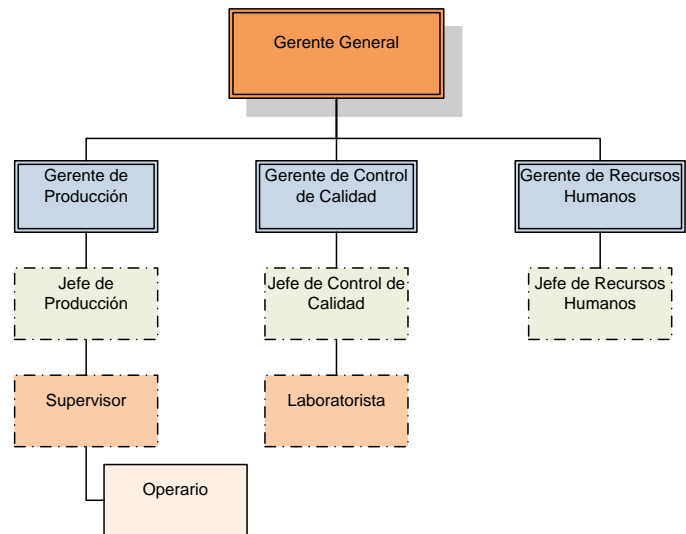
Orden	Subproceso	Parámetro a controlar	Referencia
1	Recepción de materia prima	presencia de sólidos extraños	INEN 1234

			INEN 2257:2000
			INEN 57:2006
			INEN 1673
2	Evaluación de MP	Humedad, presencia de sólidos extraños	INEN 1234
			INEN 2257:2000
			INEN 57:2006
			INEN 1673
3	Pesaje		
4	Pre-mezcla	Humedad	Humedad 11%
5	Acondicionamiento	Humedad	Humedad 15%
6	Mezcla	Homogeneidad, Humedad	Humedad 15%
7	Extrusión	Humedad, Temperatura, Presión, velocidad de alimentador, tornillo y cuchilla	Humedad 15%
			Velocidad tornillo 45 Hz
			T1 0 °C, T2 105 °C, T3 137 °C
			Velocidad alimentador 5 Hz
			Boquillas 3 de 5 mm
			Tiempo de residencia 2.15 minutos
8	Secado	Temperatura, tiempo	65 °C por 3 horas
9	Enfriado	Temperatura, tiempo	T ambiente por 1 hora
10	Empacado	Temperatura	T ambiente, INEN 1334:2000
11	Almacenamiento	Temperatura, Humedad relativa	T ambiente, HR 68%

b. Liberación del producto

Una vez que el extruido ha sido empacado y ha cumplido con las especificaciones de la norma colombiana 3659 mencionadas en la Tabla 14 y 15 o en el Anexo 13, el producto es liberado.

10. Organigrama



12. Recomendaciones:

- Para la elaboración de Quirroz es determinante la selección de la materia prima, ya que esta influye directamente en la calidad, características y especificaciones del producto final. Para determinar la calidad de las materias primas y por lo tanto seleccionar a adecuadamente estas se seguirán las normas para materias primas establecidas por el INEN para quinua, arroz, azúcar y sal; INEN 1673:88, INEN 1234, INEN 2257 e INEN 57:2006 respectivamente.
- La humedad de la mezcla de los ingredientes del extruido dependerá de la cantidad de tornillos que el extrusor tenga. En el caso de Quirroz se utilizó un extrusor de un solo tornillo por lo que la humedad recomendada fue del 15%. Se deberá tomar en cuenta que en un extrusor de dos tornillos la humedad de dicha mezcla puede ser más alta.
- Al desarrollar un alimento deberá buscarse la norma técnica adecuada. Como en el Ecuador para muchos productos no existen las normas correspondientes, deberán buscarse normas de otros países que más se acerquen a nuestra realidad. Es por esto, que en el caso de Quirroz se utilizó la norma técnica Colombiana 3659 que es para expandidos extruidos a base de cereales.
- Para el etiquetado y empaque es importante registrarse bajo la norma INEN 1334-1.2000.
- Para la conservación del producto es importante mantenerlo en un área seca. En caso de abrirlo se deberá cerrar bien el empaque primario (polietileno) y secundario (caja) para evitar que el producto gane humedad, que puede deteriorar el producto y su inocuidad.
- Es muy importante seguir los SSOP's para poder desarrollar un producto libre de contaminación y de alta calidad.

Conclusiones:

- Se logró el desarrollo y elaboración de un producto extruido a base de cereales con materia prima nacional, el mismo que sí cumple con la norma técnica colombiana 3659 que es específica para este tipo de productos.
- Se desarrolló un alimento funcional con un alto valor de fibra alimentaria (15,48 g/100g) que corresponde al 36 % del valor diario recomendado.
- El proceso de extrusión ayudó a mejorar la apariencia y también permitió la adición de varios ingredientes, obteniéndose un producto más homogéneo y con mayor control microbiológico del producto final.

13. Bibliografía:

Anderson, J.W.; Allgood, L.; Turner J.; Oeltgen P.; Daggy, B. Effects of psyllium on glucose and serum lipid responses in men with type 2 diabetes and hypercholesterolemia. *Am. J. Clin. Nutr.*, 70, 1999.

AOCA Internacional. Oficial Methods of Análisis. <http://eoma.aoac.org/> 2004-2005 AOCA International. (12 de diciembre 2007).

Badui, Salvador. Química de los Alimentos. Pearson Educación. México: 1999.

Brown, L.; Rosner, B.; Willett, W.W.; Sacks, F.M. Cholesterol-lowering effects of dietary fiber: a meta-analysis. *Am. J. Clin. Nutr.*, 69, 1999.

Caicedo et.al. Obtención de Dos Variedades de Quinoa de Bajo Contenido de Saponinas, Para la Sierra Ecuatoriana. Técnicos Programa de Cultivos Andinos,

Código de Prácticas de Higiene Para los Alimentos Precocinados y Cocinados Utilizados en los Servicios de Comidas Para la Colectividad.

Determinación de cloro residual mediante el método del DPD, 27 de enero 2006 <http://www.higieneambiental.com> . (06 de junio 2006)

Escuela Universitaria Politécnica. Universidad de Sevilla. Grupo de Tratamiento de Aguas Residuales

Eroski. No hay porqué complicarse legumbres, verduras, fruta y frutos secos aportan suficiente fibra. <http://revista.consumer.es> Consumer.es. Mayo 2007. (Septiembre 2007)

Fontúrbel R, Francisco. Production and comercialization problems related to saponine presence in *Chenopodium quinoa* W (Chenopodiaceae). <http://alfinal.com/> (Junio 2007)

INIAP. <http://archive.idrc.ca/> (19 de noviembre del 2007).

Gibson Lynn, Carrie. Telemedic.com. Alimentos Funcionales. Septiembre 2003 <http://www.telemedik.com/>. (19 de noviembre del 2007)

Guillon, F.; Champ, M.; Thibault, J.-F. Dietary fibre functional products. Functional foods. CRC Press. Boca Raton. USA, 2000.

Guy, Robin. Extrusión de los alimentos. Editorial Acribia S.A., Zaragoza, España. 2001.

Hough, G., Wakeling, I., Mucci, A., et al. "Number of consumers necessary for sensory acceptability test". *Food Quality and Preference* 17 (2006)

Koziol, M.J. Chemical Composition and Nutritional Evaluation of Quinoa (Chenopodium quinoa Wild.) Latinreco S.A. Centro de Desarrollo de Alimentos para América Latina. Quito, Ecuador. 1991

Martinez,P.,Tomás. La Hierba Dulce. Historia, Usos y Cultivo de la Stevia Rebaudiana Bertoni. <http://www.librosenred.com> (23 de agosto del 2007)

Mazza, G. Alimentos Funcionales. Editorial Acribia S.A. Zaragoza, 2000.

Ramírez Cárdenas, Lucía de los Ángeles. Biodisponibilidad de zinc y de hierro, valor nutricional y funcional de diferentes cultivares de fréjoles comunes sometidos a tratamiento doméstico. Universidad Federal de Vicosa, Brasil, 2006. pg: 9.

Rodríguez, Javier. La Fibra: características y beneficios. Eleconomista.27 de junio del 2007 <http://www.eleconomista.es> (19 de noviembre del 2007)

Singh, P.R., Heldman D.R. Introducción a la Ingeniería de los Alimentos. Ed. Acibia, S.A. España, 1998. 11

Stevia Rebaudiana . Wikipedia La Enciclopedia libre. Wikimedia Foundation Inc. <http://es.wikipedia.org/wiki/Stevia>

TEXNE Plásticos. Variedades del Polietileno. <http://www.texneplast.com.ar>

Tharanathan, R.N.; Mahadevamma, S. Grain legumes – a boon to human nutrition. Trends Food Sci. Technol.,14, 2003.

Vera, Gustavo. Cultivo Andinos en Ecuador. <http://www.rlc.fao.org> (Agosto 2007)

Wikipedia. La enciclopedia libre. <http://es.wikipedia.org> (19 de noviembre del 2007)

Junovich, Analia. La Quinoa en el Ecuador. <http://www.sica.gov.ec> (06 de Marzo del 2008)

SICA-BIRF/MAG – Ecuador. Aporte de: Técnicos de la Cadena Agroindustrial del Arroz y Piladoras. <http://www.sica.gov.ec> (06 de Marzo del 2008)

Sans, Agustín. ¿Cada vez comemos más sano? <http://www.institutotomaspascual.es> (06 de Marzo del 2008)

AIRE DE ENTRADA

Temperatura de bulbo seco: 73.3 C (Ta)

Temperatura de bulbo húmedo: 32 C (Tw)

Pb: Presión barométrica

Pwb: Presión de saturación del vapor a la temperatura de bulbo húmedo

Pw: Presión Parcial

Ta : Temperatura de bulbo seco

Tw: Temperatura de bulbo húmedo

Por medio de interpolación:

$$(75-70) / (38.58-31.19) = (75-73.3) / (38.58-x)$$

$$x = 36.07 \text{ kPa} \text{-----presión de vapor @ } 73.3\text{C}$$

$$(33-30) / (33-32) = (5.034-4.246) / (5.034-x)$$

$$x = 4.7713 \text{ kPa} \text{-----presión de vapor @ } 32\text{C}$$

Según el observatorio astronómico de Quito, la Presión atmosférica media es de 547.7 mm Hg (1)

$$P_w = P_{wb} - \frac{(P_b - P_{wb})(T_a - T_w)}{1555.56 - 0.722T_w}$$

$$P_w = 4.7713 - \frac{(73.0207 - 4.7713)(73.3 - 32)}{1555.56 - 0.722(32)}$$

$$P_w = 2.9319 \text{ kPa}$$

$$W = 0.622 \frac{P_w}{P_b - P_w}$$

$$W = 0.622 \frac{2.9319}{73.0207 - 2.9319}$$

$$W = 0.026 \frac{\text{kgH}_2\text{O}}{\text{kg.aire seco}}$$

$$Vm = (0.082Ta + 22.4) \left(\frac{1}{29} + \frac{W}{18} \right)$$

$$Vm = (0.082(73.3) + 22.4) \left(\frac{1}{29} + \frac{0.026}{18} \right)$$

$$Vm = 1.0207 \frac{\text{m}^3}{\text{kg.aire seco}}$$

ϕ = Humedad relativa

P_w = Presión parcial

P_{ws} = Presión de saturación

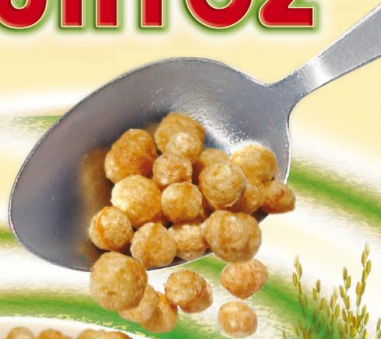
$$\phi = \frac{P_w}{P_{ws}} \times 100$$

$$\phi = \frac{2.9319}{36.07} \times 100$$

$$\phi = 8.13\%$$

<http://www.epn.edu.ec/pages/OAQ/index.htm>

Quirroz



- ▲ Excelente fuente de fibra
- ▲ Contiene Stevia

350 g

Quirroz



Quirroz es un extruido a base de quínoa y arroz el cual ofrece excelentes propiedades nutritivas debido a su composición y método de procesamiento. Por su alto contenido de fibra dietética el consumo de este extruido puede contribuir a la prevención de enfermedades tales como: cáncer de colon, úlcera duodenal y reducción del contenido de colesterol en la sangre.

La quínoa posee un excepcional balance de proteínas, grasas, aceites y almidón, un alto grado de aminoácidos, entre los aminoácidos están la leucina importante para el desarrollo del cerebro y la arginina e histidina básicas para el desarrollo humano durante la infancia, igualmente que es rica en metionina y la cistina, es asimismo rica en hierro, calcio, fósforo y vitaminas mientras que es pobre en grasas.

Modo de empleo:
Sirva 1/2 taza en el desayuno acompañada de yogur natural o leche y sus frutas preferidas.
Sirva como un delicioso y energético snack a cualquier hora del día, incluya en la lonchera.

Conservación:
Una vez abierta la funda, debe estar herméticamente cerrada en un lugar fresco y seco. En climas cálidos o húmedos mantener el producto en refrigeración.

Ingredientes:
Quínoa, Arroz, Azúcar light con Stevia, Sal.

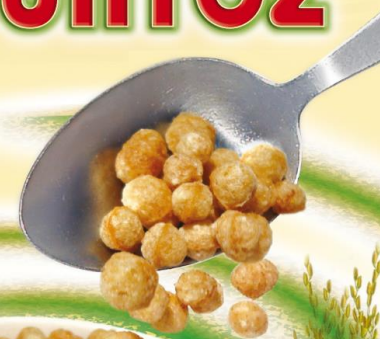
Información Nutricional
Tamaño por porción 1 taza
Tamaño de la porción 50 gramos
Porciones totales por contenedor 6

Cantidad por porción		% VDR*
Calorías 210	Calorías de la grasa 0	
Grasa Total 0g		0%
Grasa saturada 0g		0%
Colesterol 0 mg		0%
Sodio 480 mg		20%
Carbohidratos Totales 45g		15%
Fibra Dietética 9 g		38%
Fibra Soluble 2 g		
Fibra Insoluble 7 g		
Azúcares Totales 3 g		
Proteínas 6 g		
Vitamina C:		6%
Hierro:		9%
Calcio:		6%

*VDR significa el valor diario de 2000 personas. Se basa en las recomendaciones nutricionales de la OMS para el consumo humano. Fuente: USDA, 2000 y USDA, 2000. Para más información por favor, visite www.fda.gov.

Quirroz

Quirroz



- ▲ Excelente fuente de fibra
- ▲ Contiene Stevia

350 g

Quirroz es un extruido a base de quínoa y arroz el cual ofrece excelentes propiedades nutritivas debido a su composición y método de procesamiento. Por su alto contenido de fibra dietética el consumo de este extruido puede contribuir a la prevención de enfermedades tales como: cáncer de colon, úlcera duodenal y reducción del contenido de colesterol en la sangre.

La quínoa posee un excepcional balance de proteínas, grasas, aceites y almidón, un alto grado de aminoácidos, entre los aminoácidos están la leucina importante para el desarrollo del cerebro y la arginina e histidina básicas para el desarrollo humano durante la infancia, igualmente que es rica en metionina y la cistina, es asimismo rica en hierro, calcio, fósforo y vitaminas mientras que es pobre en grasas.

Modo de empleo:
Sirva 1/2 taza en el desayuno acompañada de yogur natural o leche y sus frutas preferidas.
Sirva como un delicioso y energético snack a cualquier hora del día, incluya en la lonchera.

Conservación:
Una vez abierta la funda, debe estar herméticamente cerrada en un lugar fresco y seco. En climas cálidos o húmedos mantener el producto en refrigeración.

Ingredientes:
Quínoa, Arroz, Azúcar light con Stevia, Sal.

Información Nutricional
Tamaño por porción 1 taza
Tamaño de la porción 50 gramos
Porciones totales por contenedor 6

Cantidad por porción		% VDR*
Calorías 210	Calorías de la grasa 0	
Grasa Total 0g		0%
Grasa saturada 0g		0%
Colesterol 0 mg		0%
Sodio 480 mg		20%
Carbohidratos Totales 45g		15%
Fibra Dietética 9 g		38%
Fibra Soluble 2 g		
Fibra Insoluble 7 g		
Azúcares Totales 3 g		
Proteínas 6 g		
Vitamina C:		6%
Hierro:		9%
Calcio:		6%

*VDR significa el valor diario de 2000 personas. Se basa en las recomendaciones nutricionales de la OMS para el consumo humano. Fuente: USDA, 2000 y USDA, 2000. Para más información por favor, visite www.fda.gov.

