



## **PROGRAMA APOYO A LA CADENA QUINUA ALTIPLANO SUR BOLIVIA**



**Aptitud industrial por ecotipos de quinoa**

**“FORTIGRAN”**

**FORTIFICANTE ALIMENTICIO A BASE DE  
GRANOS ANDINOS**

**COMPONENTE DESARROLLO TECNOLOGICO**

**Martín Soria Vallejos  
José Luis Soto Mendizábal  
Genaro Aarón Anco**

## RESUMEN

La elaboración de FORTIGRAN esta basado en la dosificación de harinas especialmente preparadas de granos andinos como son la cañahua, Quinua y amaranto. Se utiliza estas materias primas por su alto y reconocido valor alimenticio, la composición de una dosificación ideal para lograr un producto de alta calidad depende de la variedad de Quinua. Se debe establecer una dosificación adecuada para cada variedad de materias primas. En los casos estudiados la relación de componentes es la siguiente, variedad PANDELA: C = 55%, Q = 20%, A = 25%; variedad TRES HERMANOS: C = 55%, Q = 20%, A = 25%; variedad REAL BLANCA: C = 55%, Q = 20%, A = 25%; variedad KELLU C = 55%, Q = 20%, A = 25%; y variedad MAÑIQUEÑA: C = 55%, Q = 20%, A = 25%. Los procesos involucrados en la elaboración de FORTIGRAN son sencillos y de fácil implementación en cualquier unidad productiva, básicamente consta de procesos unitarios sencillos tales como transferencia de calor y molienda para la preparación de las distintas materias primas, y procesos de dosificación, mezclado y homogenización en función de un determinado índice de propiedades alimenticias y organolépticas que se quiere lograr en el producto final. El producto final obtenido, FORTIGRAN, es altamente nutritivo, fácilmente asimilable por el organismo y fácil de preparar tanto como en bebidas frías o calientes, incluso se puede consumir en seco, directamente en polvo o en aplicaciones de repostería como un fortificante de harinas de trigo o para repostería. Este producto presenta ventajas comparativas y competitivas, que lo hacen un producto con gran potencial de exportación. Es un producto celíaco, saludable, reconstituyente y alimenticio por excelencia, y como un adicional muy importante, es que puede lograrse un producto 100% ORGANICO, aspectos muy importantes para lograr introducirse en mercados europeos principalmente. La comercialización de este producto influye favorablemente en el desarrollo social y mejoramiento de la calidad de vida de las familias ubicadas en las zonas de cultivo de estas materias primas puesto que se les ofertaría un nuevo mercado para sus productos.

**Palabras Claves:** quinua, ecotipos, harinas, proteínas, granos andinos, cañahua, amaranto

**CAPITULO I**

**INTRODUCCION**  
**OBJETIVOS**  
**MATERIALES Y METODOS**

## I. 1 Introducción

El incremento mundial en el interés de consumir productos alimenticios sanos y saludables, y particularmente productos a base de granos andinos (Quinoa, cañahua, etc.) por su alto valor nutritivo y balanceo de aminoácidos, por una parte. Por otro lado la garantía intrínseca de que estos alimentos son nobles y de cualidades alimenticias muy acentuadas

La poca información que el público consumidor tiene, con respecto a su utilización en la elaboración de distintos alimentos, hace necesaria la elaboración de productos nuevos, novedosos, prácticos y de consumo directo de tal manera que se amplíe el espectro de variedad de productos a base de estos granos.

Estas son las razones principales que nos impulsan a encarar la investigación para obtener un producto fortificante en polvo, de alto poder nutritivo, a base de granos andinos, tales como Quinoa y cañahua, de reconocidas propiedades favorables para la alimentación humana, especialmente destinado a niños, personas en fase de desarrollo y alta actividad física y mental. FORTIGRAN se elabora a partir de Quinoa y cañahua principalmente, adicionando a estos componentes como soya y amaranto, la dosificación y balanceo adecuado de estos componentes nos permite obtener un producto altamente nutritivo y fortificante.

## I.2.- Antecedentes y justificación del Proyecto

En el procesamiento de granos andinos, uno de los principales objetivos es la conservación del producto, lo cual se logra por distintos métodos, de los cuales el más sencillo es el deshidratado, y la elaboración de productos que conserven sus cualidades alimenticias.

Este método de conservación se remonta a siglos atrás, sin embargo con el pasar de los tiempos el hombre fue buscando darle otra presentación y facilidad de consumo a los granos deshidratados iniciándose de esta manera la transformación e industrialización de los granos andinos.

Actualmente las exigencias del mercado son variables y bastante dinámicas, es en este sentido que el industrializador de granos debe tener la suficiente capacidad de diversificar su producción de tal manera que pueda captar distintos segmentos de mercado. En este sentido se ha dado un paso importante en la elaboración de este producto al pasar del grano en si a distintas otras presentaciones, tales como hojuelas, harina, pito, etc., para incrementar su producción y oferta al mercado consumidor, lo cual representa un incremento en sus ingresos y por ende una mejora en su economía tendiendo a mejorar su calidad de vida.

Una de las exigencias de los consumidores es que los productos alimenticios, aparte de la calidad alimenticia, sean fáciles de preparar, y sean sanos, lo cual es la base y el inicio de la industria de los alimentos preparados, precocidos, etc., cuya demanda va en aumento día a día. Este hecho hace que el industrial alimenticio busque nuevas tecnologías para poder satisfacer este mercado creciente.

Sin embargo, los procesos utilizados en la industrialización de estas materias primas es todavía una limitante para acceder a mercados externos donde tiene mucha importancia la certificación del producto, la calidad, el tiempo de preparación, la presentación, etc. Este hecho representa una pérdida económica considerable si se toma en cuenta que el precio de comercialización de los productos naturales certificados y más aún tratándose de un producto de las características de los granos andinos.

Considerando los costos de materia prima e insumos necesarios para la elaboración de FORTIGRAN y teniendo en cuenta los posibles precios de comercialización de estos productos se considera al proyecto con un potencial **rentable**.

Con la realización del proyecto se logra dotar, a los productores, un proceso factible para la obtención de un alimento fortificante y nutritivo de alta calidad y con características de exportación, además de ser materia prima para la elaboración de otros alimentos integrados precocidos y de alta cocina.

### **I.3.- Objetivos**

Principal, el siguiente:

- Elaboración de un producto alimenticio altamente nutritivo, sano y saludable y de fácil preparación, a base de granos andinos (cañahua, quinua y amaranto)

Secundarios, los siguientes:

- Determinación de las características necesarias y suficientes de cada componente
- Determinación de la dosificación necesaria para lograr un producto de alto valor alimenticio
- Determinación de la línea de proceso para la obtención del producto deseado
- Diseño esquemático de la maquinaria necesaria

### **I.4.- Beneficiarios e impacto esperado del Proyecto**

**Los beneficiarios potenciales directos son:**

- Las comunidades relacionadas con las actividades desarrolladas por PROINPA.
- Las familias de productores de granos andinos.
- Las organizaciones inmersas en la elaboración y comercialización de granos andinos.

**Los beneficiarios potenciales indirectos son:**

- La población en su conjunto de las localidades que están dentro de la zona de influencia del proyecto.
- La gente vinculada al transporte y comercialización de granos andinos
- La industria, en su conjunto, inmersa en el procesamiento de productos andinos

### **I.5.- Materiales y métodos**

#### **Materiales**

Materias primas:

- Quinua
- Cañahua
- Soya
- Amaranto

Equipo y maquinaria:

- Tostadores de granos
- Molino de granos
- Tamices inoxidable
- Mezcladora centrífuga
- Envases plásticos
- Balanzas digitales

- Selladora de bolsas
- Termómetros
- Mesas de trabajo
- Material de desinfección

## **I.6.- Metodología**

El desarrollo general del producto se basa en procesos de tostado, molturación y dosificación de componentes.

La metodología experimental esta basada en un análisis de las variables que rigen el proceso de obtención del producto deseado.

Determinar los parámetros de trabajo y control de las variables involucradas en el proceso

Para esto se trabaja en una matriz experimental que nos permita estudiar la influencia de cada una de las variables y la interacción entre las mismas.

Con la obtención de los resultados experimentales se procederá a diseñar la línea de proceso para la obtención del producto FORTIGRAN.

La optimización del proceso se determinara luego de un análisis de los resultados experimentales obtenidos, en base a un análisis estadístico experimental.

Una vez lograda la optimización del proceso, se define la línea de procesamiento del producto FORTIGRAN.

El aspecto metodológico se describe mas a detalle a partir del próximo capítulo.

**CAPITULO II**

**CARACTERIZACION  
DE LAS MATERIAS PRIMAS**

## CARACTERIZACION DE LA MATERIA PRIMA

### II .1.- QUINUA.-

Se utilizo cinco variedades "ecotipos" de quinua, las cuales presentan características propias.

#### VARIEDAD PANDELA

Características organolépticas:

<b>Característica</b>	<b>Observaciones</b>
Color	granos de color blanco – crema, presenta 0.5 % de granos de color (verde y rojo)
Sabor	Muy levemente amargo, indicio de una mala desaponificación y característico a quinua beneficiada
Olor	Característico a quinua beneficiada perlada
Tamaño de grano	Diámetro medio 2,20 mm
Impurezas	No contiene impurezas

Características bromatológicas:

<b>VALORES NUTRICIONALES POR 100G</b>	
Calorías	375,0
Humedad	10,5
Grasa Total	5,0
Carbohidratos	68,3
Proteínas	14,9
Calcio	53,3 mg
Hierro	3,00 mg
Fósforo	8,69 mg
Potasio	250,0 mg

La presencia de granos de color impide su uso inmediato para la elaboración de productos terminados, por tal razón es importante hacer una selección minuciosa para eliminar estos granos de color.

## VARIEDAD TRES HERMANOS

Características organolépticas:

Característica	Observaciones
Color	granos de color blanco – amarillento, presenta 1.5 % de granos de color (verde y rojo)
Sabor	Muy relativamente amargo, indicio de una mala desaponificación y característico a quinua beneficiada
Olor	El olor expresa contenido de restos de saponina, y característico a quinua beneficiada perlada
Tamaño de grano	Diámetro medio 2,10 mm
Impurezas	Contiene um 0.62% de impurezas

Características bromatológicas:

VALORES NUTRICIONALES POR 100G	
Calorías	352,0
Humedad	11,3
Grasa Total	4,1
Carbohidratos	60,9
Proteínas	13,2
Calcio	60,0 mg
Hierro	3,40 mg
Fósforo	10,31 mg
Potasio	243,0 mg

La presencia de granos de color e impurezas impide su uso inmediato para la elaboración de productos terminados, por tal razón es importante hacer una selección minuciosa para eliminar estos granos de color y las impurezas existentes.

## VARIEDAD REAL BLANCA

Características organolépticas:

Característica	Observaciones
Color	granos de color blanco – crema, presenta 0.3 % de granos de color (verde y rojo)
Sabor	Característico a quinua beneficiada
Olor	Característico a quinua beneficiada perlada
Tamaño de grano	Diámetro medio 2,25 a 2,3 mm
Impurezas	No contiene impurezas

Características bromatológicas:

VALORES NUTRICIONALES POR 100G	
Calorías	357,6
Humedad	10,3
Grasa Total	3,7
Carbohidratos	65,8
Proteínas	10,3
Calcio	55,3 mg
Hierro	3,36 mg
Fósforo	11,92 mg
Potasio	227,7 mg

La presencia de granos de color impide su uso inmediato para la elaboración de productos terminados, por tal razón es importante hacer una selección minuciosa para eliminar estos granos de color.

## VARIEDAD KELLU

Características organolépticas:

Característica	Observaciones
Color	granos de color blanquesino, presenta 0.6 % de granos de color (verde y rojo)
Sabor	Característico a quinua beneficiada
Olor	Característico a quinua beneficiada perlada
Tamaño de grano	Diámetro medio 2,0 mm
Impurezas	Contiene 0.45 % de impurezas

Características bromatológicas:

<b>VALORES NUTRICIONALES POR 100G</b>	
Calorías	358,2
Humedad	10,2
Grasa Total	4,6
Carbohidratos	60,9
Proteínas	14,4
Calcio	65,0 mg
Hierro	3,23 mg
Fósforo	10,44 mg
Potasio	243,0 mg

### **VARIEDAD MAÑIQUEÑA**

Características organolépticas:

<b>Característica</b>	<b>Observaciones</b>
Color	granos de color blanco – crema, presenta 0.35 % de granos de color (verde y rojo)
Sabor	Característico a quinua beneficiada
Olor	Característico a quinua beneficiada perlada
Tamaño de grano	Diámetro medio 2,1 a 2,2 mm
Impurezas	Contiene 0.23% de impurezas

Características bromatológicas:

<b>VALORES NUTRICIONALES POR 100G</b>	
Calorías	356,3
Humedad	10,2
Grasa Total	3,9
Carbohidratos	63,4
Proteínas	14,7
Calcio	65,3 mg
Hierro	3,47 mg
Fósforo	10,49 mg
Potasio	248,0 mg

## II. 2.- CAÑAHUA.-

Características organolépticas:

<b>Característica</b>	<b>Observaciones</b>
Color	granos de color café oscuro a café claro, presenta granos de color beige plomisos en un 25 %
Sabor	Característico a la cañahua
Olor	Característico del producto
Tamaño de grano	Diámetro medio 0,25 mm
Impurezas	No contiene impurezas

Características bromatológicas:

<b>VALORES NUTRICIONALES POR 100 G</b>	
Calorías	347,0 g
Grasa Total	2,4 g
Carbohidratos	76,9 g
Proteínas	13,4 g
Calcio	90,0 mg
Hierro	60,8 mg
Potasio	412,0 mg

## II. 3.- AMARANTO.-

Características organolépticas:

<b>Característica</b>	<b>Observaciones</b>
Color	granos de color crema con un 7,3% de granos de otro color
Sabor	Característico al amaranto
Olor	Característico al producto
Tamaño de grano	Diámetro medio 0,3 a 0,2 mm
Impurezas	Contiene 0.1% de impurezas

Características bromatológicas:

<b>VALORES NUTRICIONALES POR 100 G</b>	
Calorías	116,0 g
Grasa Total	7,0 g
Carbohidratos	71,0 g
Proteínas	15,0 g
Calcio	150,0 mg
Hierro	9,0 mg
Potasio	800,0 mg



FOTO 1: Proceso de precocción primaria (TOSTADO)



FOTO 2: Proceso de molienda primaria de granos andinos

**CAPITULO III**

**DESARROLLO DEL PRODUCTO**  
**“FORTIGRAN**

## DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS QUE RIGEN EL PROCESO

### III.1.- GENERALIDADES.-

Para la obtención de datos experimentales, se trabajó con base a experiencias individuales de cada factor, considerando los niveles necesarios, los cuales varían en función del objetivo de cada serie experimental en particular.

Este modelo experimental, denominado nivel óptimo de factor, permite determinar el efecto particular de cada factor en niveles en los cuales pueden afectar un determinado proceso experimental. Este modelo nos brinda la posibilidad de determinar de una vez los rangos óptimos de trabajo con cada uno de los factores en estudio.

Experiencia	Nivel	Rango
1	Nivel 1	Mínimo
2	Nivel 2	Máximo
3	Nivel 3	Optimizado 1
n	Nivel n	Optimizado n

Se consideraron como factores principales aquellos que gobiernan cada fenómeno en particular, tales como la relación sólido líquido, tiempo de proceso, temperatura de proceso, condiciones de proceso, etc.

Se examinó, analizó y determinó los factores y parámetros que gobiernan cada uno de los procesos involucrados en la elaboración de los distintos productos de interés del presente proyecto.

Para la obtención de datos experimentales, se trabajará sobre la base de experiencias individuales de cada factor, considerando los niveles necesarios, los cuales varían en función del objetivo de cada serie experimental en particular.

### III.2.- FACTORES QUE INFLUYEN EN EL PROCESO

El proceso de preparación de un producto altamente competitivo esta influenciado por el comportamiento de las materias primas a los distintos factores que controlan su procesamiento, los factores principales que influyen en la elaboración de FORTIGRAN son:

- Variedad de las materias primas (características intrínsecas)
- Tiempo de tostado
- Temperatura de proceso
- Tamaño de partícula pos molienda
- Dosificación de componentes.

Con la finalidad de poder determinar la influencia de cada uno de estos factores y sus interacciones se recurrió al modelo experimental, nivel óptimo de factor, descrito líneas arriba, que nos permita estudiarlos por separado y el efecto de sus interacciones.

### III.3.- MATERIA PRIMA

Las materias primas, para elaborar FORTIGRAN, lo constituyen la Quinua, la cañahua, la soya, y el amaranto, cuyas propiedades se describieron líneas arriba.

## **PREPARACIÓN DE LA MATERIA PRIMA**

Se considera un proceso preliminar que deben sufrir las materias primas para poder transformarlas en pitos que conserven las características esenciales de cada grano en particular. Estos procesos preliminares representan el kit de la elaboración de FORTIGRAN, pues del control y buen manejo de estos procesos fisicoquímicos dependerá la calidad del producto final.

El aspecto final que tendrá el producto se define, básicamente, en el momento el que se procede a la preparación de las materias primas.

### **III.4.- TIEMPO DE PROCESO Y TEMPERATURA DE PROCESO.-**

Esta etapa esta constituida por dos factores determinantes, que son: la temperatura de proceso y el tiempo de tostado.

Cada uno de estos factores se estudio, en cada materia prima, por separado para determinar su efecto individual en la obtención de cada producto insumo utilizado para elaborar el producto final. Para la obtención de datos experimentales que nos permitan determinar la influencia del tiempo de tostado y temperatura se recurrió a una serie de pruebas individuales y específicas que nos indiquen la influencia de este factor en particular.

#### **III.4.1.- TIEMPO DE PROCESO**

La determinación del tiempo de proceso para lograr un buen grado de cocción del grano es importante en la elaboración de un producto de alta calidad alimenticia y de propiedades organolépticas aceptadas por los consumidores. Los fenómenos de transferencia de calor y masa, y la reacción de cocción en los procesos de tostado son muy complejos.

El proceso de tostado se puede estudiar por medio del conocimiento de la velocidad de transferencia de masa y energía, además de la cinética química desde el medio energético hacia y dentro la masa de granos, la cinética de reacción y ecuaciones fenomenológicas que describen el proceso de una manera muy aproximada a la realidad.

#### **REQUERIMIENTOS**

- Fuente de calor regulable
- Recipientes encamisados de acero inoxidable AISI 316
- Cronómetro
- Termómetro

La realización de esta investigación nos permite determinan un tiempo de proceso uniforme para el proceso y que garantice la homogeneidad del producto

#### **PROCEDIMIENTO**

El procedimiento seguido para determinar el tiempo de proceso, necesario y suficiente, para lograr una materia prima apta en el desarrollo del producto final es el siguiente.

- Seleccionado y preparación de una determinada cantidad de grano
- Pesaje de una cantidad determinada de grano
- Regulación de la temperatura de proceso de cada experiencia
- Medición y registro de la temperatura de trabajo
- Medición del tiempo de proceso predeterminado
- Pesaje de la cantidad de grano tostado obtenido
- Determinación de las características del producto

Las pruebas planificadas y valores experimentales de trabajo, para cada variedad de Quinoa y otros granos, se describen en los cuadros siguientes.

**VARIEDAD PANDELA.-**

Nº Exp	VALORES PLANIFICADOS		VALORES EXPERIMENTALES	
	Peso	Tiempo	Peso	Tiempo
	(gr)	(min)	(gr)	(min)
1	500,00	5,0	500,00	5,0
2	500,00	6,0	500,00	6,0
3	500,00	7,0	500,00	7,0
4	500,00	8,0	500,00	8,0
5	500,00	10,0	500,00	10,0
6	500,00	12,0	500,00	12,0

Los resultados obtenidos se detallan a continuación:

Exp. Nº	Peso (gr)	Tiempo (min)	Grado (%) Cocción
1	500	5,0	40
2	500	6,0	50
3	500	7,0	55
4	500	8,0	60
5	500	10,0	80
6	500	12,0	Q

**VARIEDAD TRES HERMANOS.-**

Nº Exp	VALORES PLANIFICADOS		VALORES EXPERIMENTALES	
	Peso	Tiempo	Peso	Tiempo
	(gr)	(min)	(gr)	(min)
1	500,00	5,0	500,00	5,0
2	500,00	6,0	500,00	6,0
3	500,00	7,0	500,00	7,0
4	500,00	8,0	500,00	8,0
5	500,00	9,0	500,00	9,0
6	500,00	12,0	500,00	12,0

Los resultados obtenidos se detallan a continuación:

Exp.	Peso	Tiempo	Grado (%)
Nº	(gr)	(min)	Cocción
1	500	5,0	50
2	500	6,0	55
3	500	7,0	60
4	500	8,0	70
5	500	9,0	85
6	500	12,0	Q

**VARIEDAD REAL BLANCA.-**

Nº Exp	VALORES PLANIFICADOS		VALORES EXPERIMENTALES	
	Peso	Tiempo	Peso	Tiempo
	(gr)	(min)	(gr)	(min)
1	500,00	8,0	500,00	8,0
2	500,00	9,0	500,00	9,0
3	500,00	10,0	500,00	10,0
4	500,00	11,0	500,00	11,0
5	500,00	12,0	500,00	12,0
6	500,00	14,0	500,00	14,0

Los resultados obtenidos se detallan a continuación:

Exp.	Peso	Tiempo	Grado (%)
Nº	(gr)	(min)	Cocción
1	500	8,0	60
2	500	9,0	70
3	500	10,0	80
4	500	11,0	85
5	500	12,0	85
6	500	14,0	Q

**VARIEDAD KELLU.-**

Nº Exp	VALORES PLANIFICADOS		VALORES EXPERIMENTALES	
	Peso	Tiempo	Peso	Tiempo
	(gr)	(min)	(gr)	(min)
1	500,00	10,0	500,00	10,0
2	500,00	12,0	500,00	12,0
3	500,00	14,0	500,00	14,0
4	500,00	15,0	500,00	15,0
5	500,00	17,0	500,00	17,0
6	500,00	19,0	500,00	19,0

Los resultados obtenidos se detallan a continuación:

Exp.	Peso	Tiempo	Grado (%)
Nº	(gr)	(min)	Cocción
1	500	10,0	40
2	500	12,0	50
3	500	14,0	60
4	500	15,0	75
5	500	17,0	85
6	500	19,0	Q

**VARIEDAD MAÑIQUEÑA.-**

Nº Exp	VALORES PLANIFICADOS		VALORES EXPERIMENTALES	
	Peso	Tiempo	Peso	Tiempo
	(gr)	(min)	(gr)	(min)
1	500,00	10,0	500,00	10,0
2	500,00	11,0	500,00	11,0
3	500,00	12,0	500,00	12,0
4	500,00	13,0	500,00	13,0
5	500,00	14,0	500,00	14,0
6	500,00	16,0	500,00	16,0

Los resultados obtenidos se detallan a continuación:

Exp.	Peso	Tiempo	Grado (%)
Nº	(gr)	(min)	Cocción
1	500	10,0	50
2	500	11,0	60
3	500	12,0	75
4	500	13,0	80
5	500	14,0	85
6	500	16,0	Q

**CAÑAHUA.-**

Nº Exp	VALORES PLANIFICADOS		VALORES EXPERIMENTALES	
	Peso	Tiempo	Peso	Tiempo
	(gr)	(min)	(gr)	(min)
1	500,00	15,0	500,00	15,0
2	500,00	16,0	500,00	16,0
3	500,00	17,0	500,00	17,0
4	500,00	88,0	500,00	88,0
5	500,00	20,0	500,00	20,0
6	500,00	22,0	500,00	22,0

Los resultados obtenidos se detallan a continuación:

Exp.	Peso	Tiempo	Grado (%)
Nº	(gr)	(min)	Cocción
1	500	15,0	50
2	500	16,0	65
3	500	17,0	70
4	500	18,0	80
5	500	20,0	85
6	500	22,0	Q

#### AMARANTO.-

Nº Exp	VALORES PLANIFICADOS		VALORES EXPERIMENTALES	
	Peso	Tiempo	Peso	Tiempo
	(gr)	(min)	(gr)	(min)
1	500,00	5,0	500,00	5,0
2	500,00	6,0	500,00	6,0
3	500,00	7,0	500,00	7,0
4	500,00	8,0	500,00	8,0
5	500,00	10,0	500,00	10,0
6	500,00	12,0	500,00	12,0

Los resultados obtenidos se detallan a continuación:

Exp.	Peso	Tiempo	Grado (%)
Nº	(gr)	(min)	Cocción
1	500	5,0	40
2	500	6,0	45
3	500	7,0	55
4	500	8,0	70
5	500	10,0	85
6	500	12,0	Q

#### SOYA.-

En esta materia prima no se realizó ningún proceso de preparación puesto que se puede adquirir en el mercado soya en polvo apta para el consumo humano y de las características requeridas para la elaboración del FORTIGRAN.

Luego de las pruebas preliminares se decidió sustituir la soya por el amaranto, debido a que esta oleaginosa dificulta la absorción de los micro nutrientes de los granos además de otorgar un sabor particular no muy agradable y la sensación grasosa al paladar, estos aspectos podrían influir negativamente en el consumidor final y hacer que el producto no sea comerciable.

Adicionalmente existe el riesgo de que no siempre se pueda contar con soya orgánica y el uso de soya transgénica sería otra prohibición para la alimentación saludable.

## **CONCLUSIONES EXPERIMENTALES DEL TIEMPO DE PROCESO**

El principal factor que condiciona el proceso de elaboración del producto FORTIGRAN es la calidad de las materias primas, pues a partir de estas se elabora el producto final. La calidad de las materias primas es muy variable, en nuestro medio, en función de la capacitación y criterio del productor y beneficiador; y va desde mala hasta buena dentro de una misma empresa proveedora.

El análisis de las distintas pruebas experimentales nos permitió llegar a las siguientes conclusiones:

- El conocimiento del tiempo de proceso, es de suma importancia para desarrollar procesos de cocción y tostado, ya que éste determina la calidad del producto final. Nos permite obtener una calidad constante y determinada del producto que se desea elaborar.
- El tiempo de tostado, es una función directa de la velocidad de transferencia de masa, calor, y velocidad de reacción del proceso. Este hecho determina la calidad del producto final
- El tiempo de proceso, para condiciones determinadas, determina el grado de tostado y cocción que se alcanzara en el producto final. De esta manera se logra un tostado uniforme y deseado en el producto para una relación de peso y temperatura de proceso.
- El rango óptimo del tiempo de proceso, para alcanzar un buen tostado varía según la variedad de la materia prima, tal cual se muestra en los resultados experimentales.
- El grado de cocción se incrementa al aumentar el tiempo de proceso. Esto es lógico debido a que mientras más calor se alimenta a un sistema, éste tenderá a absorber más energía traducida en el aumento de temperatura, y en nuestro caso se traduce en el incremento del grado de cocción. El punto de cocción requerido o predeterminado es el limitante de la cantidad de energía que se debe alimentar al sistema en un tiempo determinado. Si la energía es alimentada por un tiempo excesivo, traducida en la temperatura de trabajo, el producto tenderá a degradarse hasta lo que comúnmente se llama producto quemado.
- Una exposición excesiva a altas temperaturas podría derivar en el daño de las propiedades alimenticias de las materias primas.

### **III.4.2.- TEMPERATURA DE PROCESO**

La determinación de la temperatura de tostado es determinante para la calidad del producto final, puesto que a temperaturas inferiores a la necesaria, el producto no alcanza el grado de cocción necesario y requerido para una calidad deseada. Así mismo si la temperatura es superior al punto de proceso, el producto se sobre tuesta y por consiguiente el producto empieza a sufrir un proceso de degradación tendiendo a transformarse en carbón, es decir, se quema.

En realidad la temperatura de proceso está determinada por la temperatura necesaria de reacción entre los componentes propios del grano, en el cual la transferencia de calor desde la fuente de energía hacia el grano y su interior es la necesaria para que esta empiece un proceso de cocción sin deteriorar las propiedades nutritivas.

#### **REQUERIMIENTOS**

- Fuente de calor regulable
- Recipientes encamisados de acero inoxidable AISI 316
- Cronómetro
- Termómetro de alcohol escala hasta 250°C

Para la obtención de datos experimentales que nos permitan determinar la influencia de la temperatura de proceso se recurrió a una serie de pruebas individuales y específicas que nos indiquen la influencia de este factor en particular.

## PROCEDIMIENTO

El procedimiento seguido para determinar la temperatura de trabajo, requerido para elaborar un producto de alta calidad es el siguiente.

- Selección y preparación de una determinada cantidad de grano
- Pesaje de una cantidad determinada de grano
- Regulación de la temperatura de proceso de cada experiencia
- Medición y registro de la temperatura de trabajo
- Regulación del tiempo de proceso predeterminado
- Pesaje de la cantidad de grano tostado obtenido
- Determinación de las características del producto

Las pruebas planificadas y valores experimentales de trabajo se describen en los cuadros siguientes.

### VARIEDAD PANDELA.-

Nº Exp	VALORES PLANIFICADOS			VALORES EXPERIMENTALES		
	Peso	Tiempo	Temperatura	Peso	Tiempo	Temperatura
	(gr)	(min)	(°C)	(gr)	(min)	(°C)
1	500,00	10,0	95,0	500,00	10,0	95,0
2	500,00	10,0	100,0	500,00	10,0	100,0
3	500,00	10,0	105,0	500,00	10,0	105,0
4	500,00	10,0	110,0	500,00	10,0	110,0
5	500,00	10,0	115,0	500,00	10,0	115,0
6	500,00	10,0	120,0	500,00	10,0	120,0

Los resultados obtenidos se detallan a continuación para un tiempo de 10 minutos de proceso:

Exp.	Peso	Temperatura	Grado (%)
Nº	(gr)	(°C)	Cocción
1	500	95,0	40
2	500	100,0	55
3	500	105,0	60
4	500	110,0	85
5	500	115,0	PQ
6	500	120,0	Q

**VARIEDAD TRES HERMANOS.-**

Nº Exp	VALORES PLANIFICADOS			VALORES EXPERIMENTALES		
	Peso	Tiempo	Temperatura	Peso	Tiempo	Temperatura
	(gr)	(min)	(°C)	(gr)	(min)	(°C)
1	500,00	9,0	140,0	500,00	9,0	140,0
2	500,00	9,0	150,0	500,00	9,0	150,0
3	500,00	9,0	155,0	500,00	9,0	155,0
4	500,00	9,0	160,0	500,00	9,0	160,0
5	500,00	9,0	165,0	500,00	9,0	165,0
6	500,00	9,0	155,0	500,00	9,0	155,0

Los resultados obtenidos se detallan a continuación para un tiempo de 9 minutos de proceso:

Exp.	Peso	Temperatura	Grado (%)
Nº	(gr)	(°C)	Cocción
1	500	140,0	40
2	500	150,0	60
3	500	155,0	85
4	500	160,0	PQ
5	500	165,0	Q
6	500	155,0	85

**VARIEDAD REAL BLANCA.-**

Nº Exp	VALORES PLANIFICADOS			VALORES EXPERIMENTALES		
	Peso	Tiempo	Temperatura	Peso	Tiempo	Temperatura
	(gr)	(min)	(°C)	(gr)	(min)	(°C)
1	500,00	12,0	150,0	500,00	12,0	150,0
2	500,00	12,0	155,0	500,00	12,0	155,0
3	500,00	12,0	160,0	500,00	12,0	160,0
4	500,00	12,0	165,0	500,00	12,0	165,0
5	500,00	12,0	170,0	500,00	12,0	170,0
6	500,00	12,0	175,0	500,00	12,0	175,0

Los resultados obtenidos se detallan a continuación para un tiempo de 12 minutos de proceso:

Exp.	Peso	Temperatura	Grado (%)
Nº	(gr)	(°C)	Cocción
1	500	150,0	55
2	500	155,0	60
3	500	160,0	65
4	500	165,0	75
5	500	170,0	85
6	500	175,0	Q

**VARIEDAD KELLU.-**

Nº Exp	VALORES PLANIFICADOS			VALORES EXPERIMENTALES		
	Peso	Tiempo	Temperatura	Peso	Tiempo	Temperatura
	(gr)	(min)	(°C)	(gr)	(min)	(°C)
1	500,00	17,0	90,0	500,00	17,0	90,0
2	500,00	17,0	95,0	500,00	17,0	95,0
3	500,00	17,0	100,0	500,00	17,0	100,0
4	500,00	17,0	105,0	500,00	17,0	105,0
5	500,00	17,0	110,0	500,00	17,0	110,0
6	500,00	17,0	115,0	500,00	17,0	115,0

Los resultados obtenidos se detallan a continuación para un tiempo de 17 minutos de proceso:

Exp.	Peso	Temperatura	Grado (%)
Nº	(gr)	(°C)	Cocción
1	500	90,0	35
2	500	95,0	45
3	500	100,0	60
4	500	105,0	75
5	500	110,0	85
6	500	115,0	Q

**VARIEDAD MAÑIQUEÑA.-**

Nº Exp	VALORES PLANIFICADOS			VALORES EXPERIMENTALES		
	Peso	Tiempo	Temperatura	Peso	Tiempo	Temperatura
	(gr)	(min)	(°C)	(gr)	(min)	(°C)
1	500,00	14,0	145,0	500,00	14,0	145,0
2	500,00	14,0	155,0	500,00	14,0	155,0
3	500,00	14,0	165,0	500,00	14,0	165,0
4	500,00	14,0	170,0	500,00	14,0	170,0
5	500,00	14,0	180,0	500,00	14,0	180,0
6	500,00	14,0	185,0	500,00	14,0	185,0

Los resultados obtenidos se detallan a continuación para un tiempo de 14 minutos de proceso:

Exp.	Peso	Temperatura	Grado (%)
Nº	(gr)	(°C)	Cocción
1	500	145,0	50
2	500	155,0	60
3	500	165,0	75
4	500	170,0	80
5	500	180,0	85
6	500	185,0	Q

**CAÑAHUA.-**

Nº Exp	VALORES PLANIFICADOS			VALORES EXPERIMENTALES		
	Peso	Tiempo	Temperatura	Peso	Tiempo	Temperatura
	(gr)	(min)	(°C)	(gr)	(min)	(°C)
1	500,00	20,0	150,0	500,00	20,0	150,0
2	500,00	20,0	160,0	500,00	20,0	160,0
3	500,00	20,0	175,0	500,00	20,0	175,0
4	500,00	20,0	180,0	500,00	20,0	180,0
5	500,00	20,0	185,0	500,00	20,0	185,0
6	500,00	20,0	190,0	500,00	20,0	190,0

Los resultados obtenidos se detallan a continuación para un tiempo de 20 minutos de proceso:

Exp.	Peso	Temperatura	Grado (%)
Nº	(gr)	(°C)	Cocción
1	500	150,0	30
2	500	160,0	40
3	500	175,0	65
4	500	180,0	80
5	500	185,0	85
6	500	190,0	Q

**AMARANTO.-**

Nº Exp	VALORES PLANIFICADOS			VALORES EXPERIMENTALES		
	Peso	Tiempo	Temperatura	Peso	Tiempo	Temperatura
	(gr)	(min)	(°C)	(gr)	(min)	(°C)
1	500,00	10,0	90,0	500,00	10,0	90,0
2	500,00	10,0	95,0	500,00	10,0	95,0
3	500,00	10,0	100,0	500,00	10,0	100,0
4	500,00	10,0	105,0	500,00	10,0	105,0
5	500,00	10,0	110,0	500,00	10,0	110,0
6	500,00	10,0	115,0	500,00	10,0	115,0

Los resultados obtenidos se detallan a continuación para un tiempo de 10 minutos de proceso:

Exp.	Peso	Temperatura	Grado (%)
Nº	(gr)	(°C)	Cocción
1	500	90,0	40
2	500	95,0	45
3	500	100,0	55
4	500	105,0	70
5	500	110,0	85
6	500	115,0	Q

## **CONCLUSIONES EXPERIMENTALES DE LA TEMPERATURA DE PROCESO**

El análisis de las distintas pruebas experimentales nos permitió llegar a las siguientes conclusiones importantes:

- La materia prima empleada (variedades de Quinoa, cañahua, amaranto y soya), existentes en el mercado, presentan muchas deficiencias en cuanto a calidad, contenido de humedad, impurezas, tamaño, contenido de saponina, etc.
- El rango óptimo de la temperatura de proceso, para alcanzar un buen grado de cocción esta entre 110°C y 185°C, dependiendo de la variedad del grano.
- El grado de cocción se incrementa en proporción directa al aumento de la temperatura de proceso hasta alcanzar la temperatura de degradación. En este punto la relación de cocción pierde el equilibrio y el grano empieza a degradarse. Esto es lógico debido a que mientras más calor se alimenta a un sistema, esta tendera a absorber más energía traducida en el aumento de temperatura, y en nuestro caso se traduce en el incremento del grado de cocción. El punto de tostado requerido o predeterminado es el limitante de la cantidad de energía que se debe alimentar al sistema. Si la cantidad de energía es excesiva, traducida en la temperatura de trabajo, el producto tendera a desintegrarse hasta el punto de descomposición, o lo que comúnmente se llama producto quemado.
- El proceso de molturación controlado es importante en el sentido en que complementa la calidad de la materia prima preparada a un determinado tamaño de grano final (150 a 250 mallas), en este proceso se debe evitar incrementos en la presión, apelmazamiento por humedad e incremento de la temperatura ya que estos factores podrían generar un proceso primario de gelatinización, aspecto muy negativo para el producto final deseado.
- En el presente trabajo de investigación, se debe tener en cuenta que los procesos de transferencia de masa y energía, acompañados de procesos químicos tienden a una estabilidad del sistema cuyo punto de equilibrio depende de las condiciones de trabajo.

### **III.4.3.- DOSIFICACION DE COMPONENTES**

La exacta y adecuada dosificación de los componentes del FORTIGRAN es determinante para la calidad y aceptación del producto final, puesto que un deficiente balanceo de las propiedades individuales de cada componente para lograr un producto deseado, repercutirá en una debilidad del producto final y la no aceptación del producto por el consumidor.

El producto final debe cumplir, como cualquier alimento elaborado, tanto las disposiciones legales de calidad y normas alimentarias del país o región donde se expenderá el producto, como exigencias organolépticas de los consumidores, pues son estos últimos quienes definirán si es aceptado o no el producto en su alimentación diaria.



FOTO 3: Dosificación de cada componente

Para la obtención de datos experimentales que nos permitan determinar la influencia del contenido de cada componente se recurrió a una serie de pruebas individuales y específicas que nos indiquen la influencia de este factor en particular.

<b>Ingrediente</b>	<b>P-1</b>	<b>P-2</b>	<b>P-3</b>	<b>P-4</b>	<b>P-5</b>	<b>P-6</b>	<b>P-7</b>	<b>P-8</b>	<b>P-9</b>
Cañahua %	60%	60%	55%	60%	55%	55%	50%	50%	50%
Quinua %	20%	25%	25%	30%	30%	20%	30%	25%	20%
Amaranto %	20%	15%	20%	10%	15%	25%	20%	25%	30%

#### REQUERIMIENTOS

- Materias primas preparadas
- Mezclador centrífugo
- Dosificador de componentes
- Balanza digital

#### PROCEDIMIENTO

El procedimiento seguido para determinar la dosificación adecuada de componentes, requerido para elaborar un producto de alta calidad es el siguiente.

- Preparación de las materias primas
- Pesado de cada componente en función a una concentración predeterminada
- Cargado del mezclador
- Mezclado de componentes hasta alcanzar la homogeneidad deseada
- Determinación de las características del producto

Las pruebas planificadas y valores experimentales de trabajo se describen en los cuadros siguientes.

#### VARIEDAD PANDELA.-

<b>Ingrediente</b>	<b>P-1</b>	<b>P-2</b>	<b>P-3</b>	<b>P-4</b>	<b>P-5</b>	<b>P-6</b>	<b>P-7</b>	<b>P-8</b>	<b>P-9</b>	<b>Total gr</b>
Cañahua gr	300	300	275	300	275	275	250	250	250	<b>2475</b>
Quinua gr	100	125	125	150	150	100	150	125	100	<b>1125</b>
Amaranto gr	100	75	100	50	75	125	100	125	150	<b>900</b>
<b>Total gramos</b>	<b>500</b>	<b>500</b>	<b>500</b>	<b>500</b>	<b>500</b>	<b>500</b>	<b>500</b>	<b>500</b>	<b>500</b>	<b>4500</b>

Características Organolépticas:

Exp N°	Características Observadas	Tamaño (# malla)
P-1	Predomina las características de la cañahua, levemente amargo	150
P-2	Agradable, con leve predominación de cañahua	150
P-3	Amargo, poco agradable al paladar	150
P-4	Olor y sabor agradable	150
P-5	Sabor amargo, olor particular de la mezcla	150
P-6	Sabor levemente insípido	150
P-7	Amargo, de olor característico a harina de Quinua	150
P-8	Agridulce, olor predominante a Quinua tostada	150
P-9	Sabor agradable, olor relativo a mezcla de pitos	150

#### VARIEDAD TRES HERMANOS.-

Ingrediente	P-1	P-2	P-3	P-4	P-5	P-6	P-7	P-8	P-9	Total gr
Cañahua gr	300	300	275	300	275	275	250	250	250	<b>2475</b>
Quinua gr	100	125	125	150	150	100	150	125	100	<b>1125</b>
Amaranto gr	100	75	100	50	75	125	100	125	150	<b>900</b>
<b>Total gramos</b>	<b>500</b>	<b>500</b>	<b>500</b>	<b>500</b>	<b>500</b>	<b>500</b>	<b>500</b>	<b>500</b>	<b>500</b>	<b>4500</b>

Características Organolépticas:

exp. N°	Características Observadas	Tamaño (# malla)
P-1	Levemente dulce, agradable, olor a harina, predomina la cañahua	150
P-2	Poco dulce, olor a harina retostada con predominio de cañahua	150
P-3	Levemente agrio, no muy agradable	150
P-4	Poco dulce, relativamente agradable con olor a harina tostada	150
P-5	Agrio, no agradable	150
P-6	Agrio, no agradable	150
P-7	Poco dulce, agradable y con olor mas homogéneo y agradable	150
P-8	Agrio, no muy agradable	150
P-9	Dulce, agradable y con olor agradable	150

#### VARIEDAD REAL BLANCA.-

Ingrediente	P-1	P-2	P-3	P-4	P-5	P-6	P-7	P-8	P-9	Total gr
Cañahua gr	300	300	275	300	275	275	250	250	250	<b>2475</b>
Quinua gr	100	125	125	150	150	100	150	125	100	<b>1125</b>
Amaranto gr	100	75	100	50	75	125	100	125	150	<b>900</b>
<b>Total gramos</b>	<b>500</b>	<b>500</b>	<b>500</b>	<b>500</b>	<b>500</b>	<b>500</b>	<b>500</b>	<b>500</b>	<b>500</b>	<b>4500</b>

Características Organolépticas:

Exp N°	Características Observadas	Tamaño (# malla)
P-1	Poco agradable, predomina la cañahua	150
P-2	Poco agradable, levemente dulce	150
P-3	Agradable, con olor agradable a mezcla de pitos	150
P-4	Agrio, poco agradable	150
P-5	Agrio, poco agradable	150
P-6	Agradable al paladar, olor a harina tostada	150
P-7	Levemente agrio, leve olor a harina tostada	150
P-8	Agrio, poco agradable	150
P-9	Levemente dulce, agradable, olor agradable	150

#### VARIEDAD KELLU.-

Ingrediente	P-1	P-2	P-3	P-4	P-5	P-6	P-7	P-8	P-9	Total gr
Cañahua gr	300	300	275	300	275	275	250	250	250	<b>2475</b>
Quinoa gr	100	125	125	150	150	100	150	125	100	<b>1125</b>
Amaranto gr	100	75	100	50	75	125	100	125	150	<b>900</b>
<b>Total gramos</b>	<b>500</b>	<b>500</b>	<b>500</b>	<b>500</b>	<b>500</b>	<b>500</b>	<b>500</b>	<b>500</b>	<b>500</b>	<b>4500</b>

Características Organolépticas:

Exp N°	Características Observadas	Tamaño (# malla)
P-1	Amargo con olor a harina retostada	150
P-2	Poco amargo, olor a harina tostada	150
P-3	Amargo, poco agradable	150
P-4	Levemente amargo, olor a harina tostada	150
P-5	Sabor y olor agradables	150
P-6	Poco amargo, con olor a harina	150
P-7	Levemente amargo, olor leve a harina retostada	150
P-8	Levemente amargo, con un cierto olor a harina tostada	150
P-9	Sabor agradable, con un olor característico a la mezcla	150

#### VARIEDAD MAÑIQUEÑA.-

Ingrediente	P-1	P-2	P-3	P-4	P-5	P-6	P-7	P-8	P-9	Total gr
Cañahua gr	300	300	275	300	275	275	250	250	250	<b>2475</b>
Quinoa gr	100	125	125	150	150	100	150	125	100	<b>1125</b>
Amaranto gr	100	75	100	50	75	125	100	125	150	<b>900</b>
<b>Total gramos</b>	<b>500</b>	<b>500</b>	<b>500</b>	<b>500</b>	<b>500</b>	<b>500</b>	<b>500</b>	<b>500</b>	<b>500</b>	<b>4500</b>

Características Organolépticas:

Exp N°	Características Observadas	Tamaño (# malla)
P-1	Poco picante, predomina la cañahua	150
P-2	Poco picante, olor a harina tostada	150
P-3	Agrio, poco agradable	150
P-4	Agrio, poco agradable	150
P-5	Dulce, sabor agradable con olor a mezcla de pitos tostados	150
P-6	Picante, poco agradable	150
P-7	Picante, poco agradable	150
P-8	Picante con olor a harina tostada	150
P-9	Levemente dulce con olor a harina tostada	150

Características bromatológicas de las variedades más aceptadas son:

	Pandela	Tres Hermanos	Real Blanca	Kellu	Mañiqueña
Cañahua	0,60	0,50	0,55	0,55	0,55
Quinoa	0,25	0,20	0,25	0,30	0,30
Amaranto	0,15	0,30	0,20	0,15	0,15
Calorías	319,35	312,00	325,65	332,36	331,79
Humedad	10,01	10,02	9,92	9,94	9,94
Grasa Total	3,74	4,12	3,65	3,75	3,54
Carbohidratos	73,87	71,93	72,95	71,22	71,97
Proteínas	14,03	13,86	12,96	13,96	14,05
Calcio	89,83	102,00	93,33	91,50	91,59
Hierro	38,58	33,78	36,08	35,76	35,83
Potasio	429,70	494,60	443,53	419,50	421,00

## CONCLUSIONES DE RESULTADOS DE LA DOSIFICACION DE COMPONENTES

El análisis de las distintas pruebas experimentales nos permitió llegar a las siguientes conclusiones importantes:

- La materia prima empleada, en especial las variedades de Quinoa, presentan muchas deficiencias en cuanto a calidad, contenido de humedad, contenido de saponina, impurezas, etc.
- La concentración de Quinoa es importante para la dosificación y preparación del producto final, sin embargo es necesario que se considere dosificaciones a base de Quinoa que estén entre el 20 a 30% para asegurar una calidad organoléptica aceptable.
- El rango promedio de los componentes es: C 50 a 60%; Q 20 a 30%, y A 15 a 30%, para alcanzar un buen producto en función a la variedad de Quinoa utilizada.

- El incremento de aceptabilidad del producto esta en función inversa del contenido de Quinua cuando esta supera el 30%, así como el contenido de cañahua mientras no sea inferior a un 50%, con el amaranto ocurre lo mismo que con la Quinua.
- Las pruebas experimentales llevadas a cabo con soya, concluyeron en que este componente no es el adecuado para la elaboración del FORTIGRAN, mas al contrario dificulta su elaboración por las características propias del mismo, en especial el contenido graso, que dificulta la aplicación de FORTIGRAN en bebidas frías.
- El grado de homogenización de la mezcla dosificada es muy importante debido al aspecto físico del producto final, así como a las características fisicoquímicas del producto. Una buena homogenización de los componentes asegura la calidad del producto final.
- El grado de molturación es muy importante para evitar procesos de decantación en la aplicación del producto final, en bebidas frías o calientes. Si bien se trabajo con un tamaño de grano de 150 mallas, es aconsejable trabajar con un tamaño de grano de 200 a 250 mallas.
- El tamaño de grano es importante en la aplicación del producto, pues cuanto menor sea, este tamaño, mayor será la transferencia de masa desde y hacia el producto desde y hacia la bebida preparada para consumo humano.
- El porcentaje final de cada componente, para lograr un producto de aceptación y calidad, depende de la calidad y variedad de las materias primas, en especial de la Quinua.

### **III.3.6.- DETERMINACION DE LA LINEA DE PROCESO PARA LA ELABORACIÓN DE FORTIGRAN**

Los pasos a seguir para elaborar FORTIGRAN de calidad comercial en el mercado nacional e internacional son los siguientes:

1. Recepción de la materias primas (Quinua, cañahua y amaranto)
2. Control de calidad de la materia prima
3. Selección y pesado de las materias primas
4. Preparación de las materias primas
5. Dosificación de los componentes
6. Mezclado y homogenización del producto
7. Control de calidad
8. Envasado
9. Comercialización

El flujo de proceso, descripción ilustrativa de los pasos seguidos para producir FORTIGRAN se describe a continuación.

FORTIGRAN es un producto terminado, de alto poder nutritivo, y por tanto de consumo directo e inmediato, además de ser apto para servirse con leche, agua y jugos, como bebida caliente o fría.

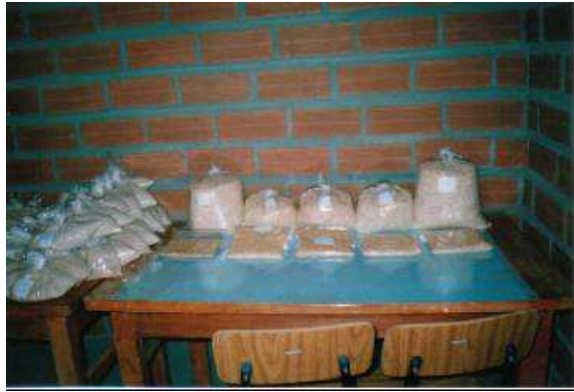
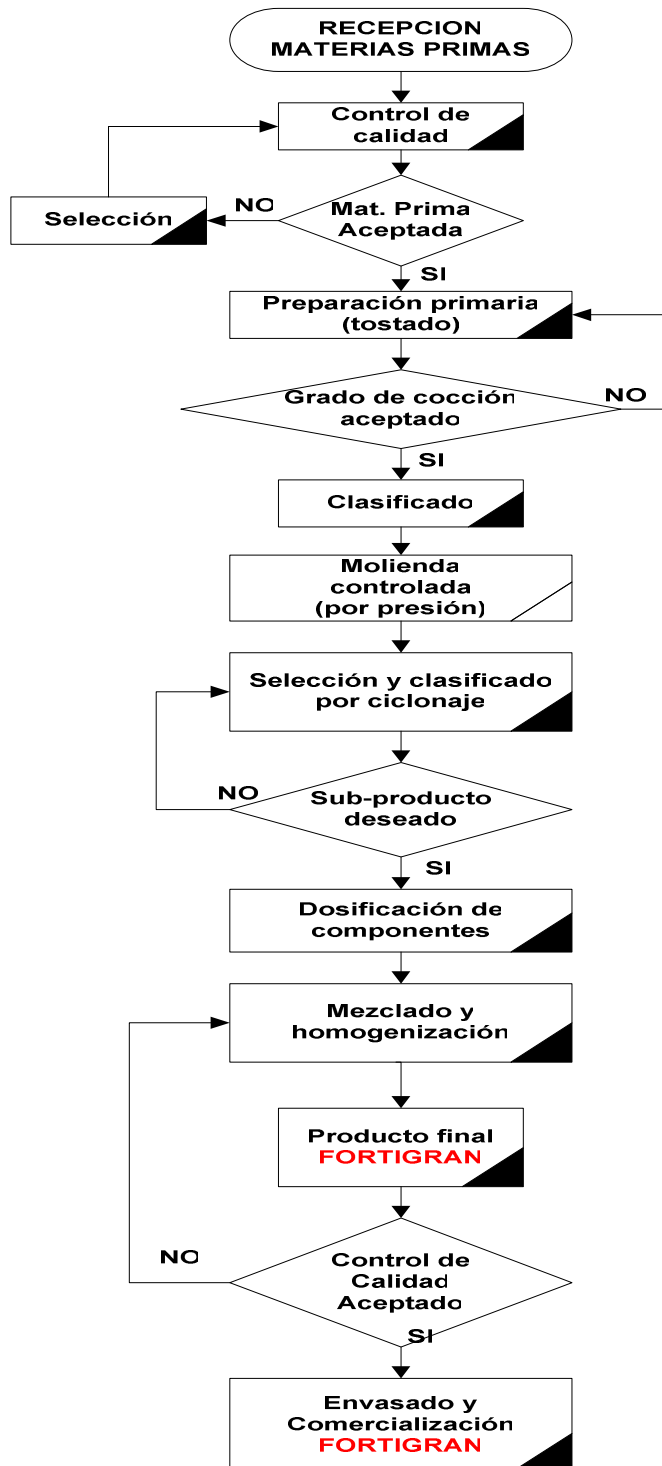


FOTO 4: Producto terminado por variedad "Ecotipo"



FOTO 5: Producto terminado por variedad "FORTIGRAN"

## PROCESO PRELIMINAR: FORTIGRAN



**CAPITULO IV**

**PROCESO DE ELABORACION DE  
FORTIGRAN**

## ELABORACION DEL PRODUCTO: “FORTIGRAN”

El trabajo experimental anteriormente realizado es un otro punto de partida para elaborar y/o diseñar un proceso tecnológico que nos permita industrializar los granos andinos.

Con base en la información obtenida durante el trabajo investigativo, en laboratorio, y el análisis de los resultados logrados en cada una de las series experimentales y el conocimiento de los efectos predominantes de cada parámetro involucrado en cada uno de los procesos estudiados es que se define el siguiente flujo de proceso para la elaboración del FORTIGRAN.

### IV.1.- DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

**FORTIGRAN** se elabora a partir de cañahua, Quinua y amaranto. Una vez recepcionada la materia prima, se somete a un control de calidad primario, para esto se realiza un muestreo, se determinan sus características y calidad. Si la materia prima cumple con las exigencias para la elaboración de los productos de interés esta es almacenada temporalmente en un ambiente frío y seco.

La materia prima seleccionada se pesa y se procede a su preparación mediante tostado y molienda controlados de acuerdo a las necesidades de elaboración.

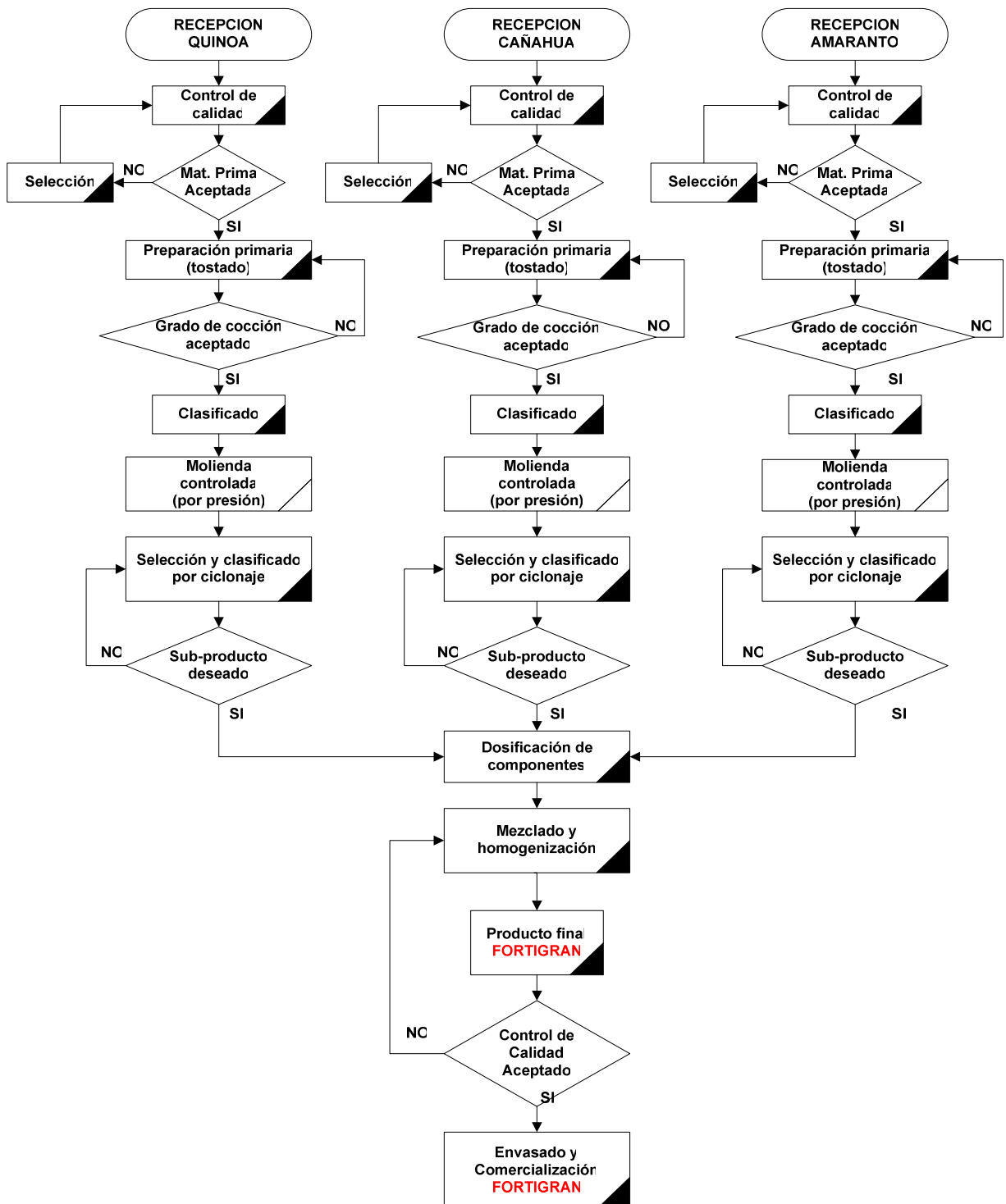
Las materias primas tostadas se someten a un proceso de molienda donde se logra el tamaño de grano requerido para lograr un producto de alta calidad, este proceso esta acompañado de una posterior tamización y clasificado para eliminar granulos indeseables. Este proceso de molienda es llevado de tal manera que se pueda preservar el contenido de fibra y demás propiedades alimenticias.

Para la obtención del FORTIGRAN, las materias primas preparadas se dosifican, mezclan y homogeniza la mezcla hasta lograr un polvo fino (200 a 250 mallas), luego este producto se somete a un proceso de eliminación bacteriana mediante luz ultravioleta.

El producto obtenido debe empaquetarse en **envases de estaño y en lo posible al vacío**, minimamente se debe utilizar envases trilaminados de polietileno y polipropileno para preservar la calidad del mismo.

El flujograma de proceso a seguir para la elaboración y producción de FORTIGRAN se presenta en el siguiente diagrama.

## FLUJOGRAMA DE PROCESO: FORTIGRAN



## CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO

Las características del producto según la variedad de la Quinoa utilizada son:

	<b>Pandela</b>	<b>Tres Hermanos</b>	<b>Real Blanca</b>	<b>Kellu</b>	<b>Mañiqueña</b>
Cañahua	0,60	0,50	0,55	0,55	0,55
Quinoa	0,25	0,20	0,25	0,30	0,30
Amaranto	0,15	0,30	0,20	0,15	0,15
Calorías	319,35	312,00	325,65	332,36	331,79
Humedad	10,01	10,02	9,92	9,94	9,94
Grasa Total	3,74	4,12	3,65	3,75	3,54
Carbohidratos	73,87	71,93	72,95	71,22	71,97
Proteínas	14,03	13,86	12,96	13,96	14,05
Calcio	89,83	102,00	93,33	91,50	91,59
Hierro	38,58	33,78	36,08	35,76	35,83
Potasio	429,70	494,60	443,53	419,50	421,00

## EQUIPOS Y MAQUINARIA REQUERIDA

Los equipos y maquinaria requeridos para la instalación de una planta, semi industrial, destinada a la elaboración del FORTIGRAN son los indicados en la siguiente tabla:

<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD</b>
1	Tostador termostático	1
2	Equipo de molienda con ciclones de selección	1
3	Balanza de plataforma digital cap. 50 kg	1
4	Mesas de trabajo	4
5	Recipientes para manejo de materiales	6
6	Mezclador centrífugo doble helicoidal	3
7	Elevador de cangilones o helicoidal	1
8	Tolva de almacenamiento temporal	1
9	Equipo de envasado (en lo posible al vacío)	1
10	Mesa de trabajo con cubierta inox.	2
11	Balanza de precisión 0,01 grs.	1

Es importante considerar que los equipos y maquinaria requeridos para el procesamiento y elaboración del producto de interés tienen que estar construidos en acero inoxidable AISI – 316.

Los equipos arriba mencionados corresponden a una unidad productiva con una capacidad de tratamiento correspondiente a 10000,0 kilogramos por mes, en 8 horas de trabajo día.

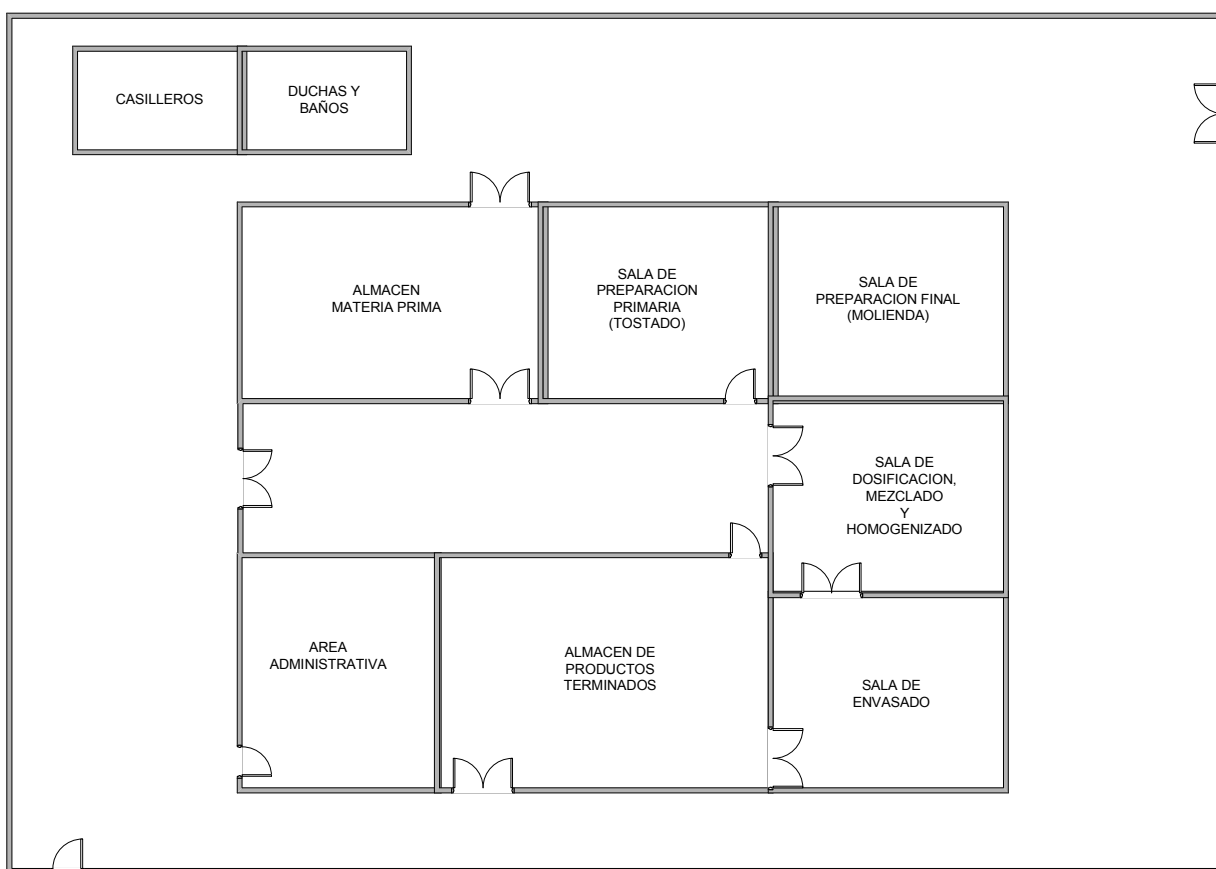
Sin embargo, se debe tener en cuenta que la capacidad real de la planta para la elaboración del FOTIGRAN se determinara sobre la base de la demanda del segmento de mercado que se desea cubrir, ya sea este de carácter nacional e internacional.

### DISTRIBUCIÓN EN PLANTA

La distribución en planta, del equipo y maquinaria, para la elaboración de los distintos productos, correspondientes a una pequeña unidad productiva es la propuesta en el siguiente gráfico.

La superficie total cubierta requerida es de 50 m<sup>2</sup> para la sala de maquinas y de 40 m<sup>2</sup> para almacén de materias primas y productos terminados.

#### INSTALACIONES PROYECTADAS



**CAPITULO V**  
**EVALUACIÓN FINAL**

PROYECTO: DESARROLLO DE UN NUEVO PRODUCTO EN POLVO A BASE DE GRANOS ANDINOS "FORTIGRAN"						
TECNICO RESPONSABLE: MARTIN OSCAR SORIA VALLEJOS						
METAS PROGRAMADAS	RESULTADOS OBTENIDOS	ACTIVIDADES PROGRAMADAS	ACTIVIDADES EJECUTADAS	% AVANCE FISICO	LOGROS	LIMITACIONES
Determinación de las características principales de la materia prima	Conocimiento de las características principales de la materia prima	Determinación de: Humedad, textura, sabor, contenido de grasa, aspecto físico, color.	Determinación de: Humedad, textura, sabor, contenido de grasa, aspecto físico, color.	100	Caracterización de la materia prima	Calidad de la materia prima
Determinación de los parámetros que influyen en el proceso	Conocimiento de los factores que influyen en el proceso de precocido	Determinación de: tiempo de tostado, temperatura de proceso, tamaño de grano, dosificación de componentes.	Determinación de: tiempo de tostado, temperatura de proceso, tamaño de grano, dosificación de componentes.	100	Determinación de los parámetros que rigen el proceso	Calidad de la materia prima
Desarrollo de un proceso para la elaboración del producto deseado	Obtención de un proceso preliminar para la elaboración de los productos de interés	Análisis de la línea de proceso, ventajas y desventajas del flujo propuesto	Análisis de la línea de proceso, ventajas y desventajas del flujo propuesto	100	Diseño de un proceso para la elaboración de los productos mencionados	NINGUNA
Desarrollo de la primera fase experimental	Desarrollo de las pruebas experimentales preliminares	Determinación de: tiempo de tostado, temperatura de proceso, tamaño de grano, dosificación de componentes.	Determinación de: tiempo de tostado, temperatura de proceso, tamaño de grano, dosificación de componentes.	100	Determinación de las etapas componentes del proceso	Calidad de la materia prima
Análisis de resultados	Determinación de las características de los productos obtenidos	Determinación de las características organolépticas y fisicoquímicas de los productos	Determinación de las características organolépticas y fisicoquímicas de los productos	100	Determinación de las características organolépticas y fisicoquímicas de los productos	NINGUNA
METAS PROGRAMADAS	RESULTADOS	ACTIVIDADES	ACTIVIDADES	% AVANCE	LOGROS	LIMITACIONES

	OBTENIDOS	PROGRAMADAS	EJECUTADAS	FISICO		
Optimización de la línea de proceso para la elaboración de los productos mencionados	Determinación de una línea de proceso que controle los factores más incidentes en la elaboración de productos	Análisis de la línea de proceso, ventajas y desventajas del flujo propuesto	Análisis de la línea de proceso optimizada y control de los parámetros influyentes en la elaboración de productos	100	Optimización de los procesos de elaboración de los productos mencionados	NINGUNA
Desarrollo de una línea de proceso práctico y sencillo, económica y técnicamente viable para la elaboración de los distintos productos	Determinación de un flujograma de proceso práctico y sencillo para la elaboración de los distintos productos	Análisis de las ventajas y desventajas de la línea de proceso asumida para la elaboración de los distintos productos	Análisis de las ventajas y desventajas de la línea de proceso asumida para la elaboración de los productos	100	Desarrollo de un flujo de proceso, económico y técnicamente viable, para la elaboración de los productos	NINGUNA
Caracterización de los productos obtenidos	Determinación de las características organolépticas y fisicoquímicas de los productos	Determinación de las características organolépticas y fisicoquímicas de los productos	Determinación de las características organolépticas y fisicoquímicas de los productos	100	Determinación de las características organolépticas y fisicoquímicas de los productos	NINGUNA
Diseño esquemático de una pequeña planta de producción del producto deseado	Diseño esquemático de una pequeña planta de producción del producto deseado	Diseño esquemático de una pequeña planta de producción del producto deseado	Diseño esquemático de una pequeña planta de producción del producto deseado	100	Diseño esquemático de una pequeña planta de producción del producto deseado	NINGUNA
Elaboración de documentos e informes	Elaboración de la Carpeta descriptiva de la tecnología desarrollada para la elaboración de los productos de interés	Elaboración de la Carpeta descriptiva de la tecnología desarrollada para la elaboración de los productos de interés	Elaboración de la Carpeta descriptiva de la tecnología desarrollada para la elaboración de los productos de interés	100	Carpeta descriptiva de la tecnología desarrollada para la elaboración de los productos de interés	NINGUNA

## **CONCLUSIONES.-**

La elaboración de FORTIGRAN esta basado en la dosificación de harinas especialmente preparadas de granos andinos como son la cañahua, Quinoa y amaranto. Los procesos involucrados en la elaboración de FORTIGRAN son sencillos y de fácil implementación en cualquier unidad productiva, básicamente consta de procesos unitarios sencillos tales como transferencia de calor y molienda para la preparación de las distintas materias primas, y procesos de dosificación, mezclado y homogenización en función de un determinado índice de propiedades alimenticias y organolépticas que se quiere lograr en el producto final.

El producto final obtenido, FORTIGRAN, es altamente nutritivo, fácilmente asimilable por el organismo y fácil de preparar tanto como en bebidas frías o calientes, incluso se puede consumir en seco, directamente en polvo o en aplicaciones de repostería como un fortificante de harinas de trigo o para repostería.

Este producto presenta ventajas comparativas y competitivas, que lo hacen un producto con gran potencial de exportación. Es un producto celíaco, saludable, reconstituyente y alimenticio por excelencia, y como un adicional muy importante, es que puede lograrse un producto 100% ORGANICO, aspectos muy importantes para lograr introducirse en mercados europeos principalmente. La comercialización de este producto influye favorablemente en el desarrollo social y mejoramiento de la calidad de vida de las familias ubicadas en las zonas de cultivo de estas materias primas puesto que se les ofertaría un nuevo mercado para sus productos.

## **RECOMENDACIONES.-**

- Es muy importante trabajar con materia prima seleccionada y bien desaponificada.
- El control de la preparación primaria de las materias primas es fundamental para lograr un producto de alta calidad, al igual que el proceso de molienda y tamaño de grano final.
- Una dosificación exacta de cada componente, en función a sus propiedades es importante para mantener una calidad definida en el producto final.