

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI



FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

TEMA:

"PROCESO DE NIXTAMALIZACIÓN DE MAÍZ (*Zea mays L.*), AMARANTO INIAP ALEGRÍA (*Amaranthus caudatus L.*) Y QUINUA INIAP TUNKAHUAN (*Chenopodium quinoa Willd.*) A TRES CONCENTRACIONES Y DOS CONSERVANTES (BENZOATO DE SODIO - PROPIONATO DE CALCIO) EN LOS LABORATORIOS ACADÉMICOS DE LA CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI EN EL PERÍODO 2015 - 2016"

Tesis de grado previo a la obtención del título de Ingeniera Agroindustrial

AUTORA:

VÁSCONEZ ALBÁN JENNY ELIZABETH

DIRECTOR DE TESIS:

ING. CEVALLOS CARVAJAL EDWIN RAMIRO Mg.

Latacunga - Ecuador

2015-2016

Aval de autoría.

Yo, Vásconez Alban Jenny Elizabeth declaro que el presente trabajo de investigación fue realizado por mi autoría, como los resultados, elementos y opiniones detallados en el mismo, el patrimonio intelectual de la tesis de grado pertenece a la Universidad Técnica de Cotopaxi.

.....
VÁSCONEZ ALBAN JENNY ELIZABETH
C.I. 050378727-7

Aval del Director de Tesis

Latacunga, 12 de Diciembre del 2016

En la calidad de Director de Tesis con el tema "Proceso de nixtamalización de maíz (*Zea mays L.*), amaranto INIAP Alegría (*Amaranthus caudatus L.*) y quinua INIAP Tunkahuan (*Chenopodium quinoa Willd.*) a tres concentraciones y dos conservantes (benzoato de sodio - propionato de calcio) en los Laboratorios Académicos de la Carrera de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Técnica de Cotopaxi en el período 2015 - 2016", propuesta por la Egresada Vásconez Alban Jenny Elizabeth, CERTIFICO que este trabajo cumple con el Reglamento Interno de la Universidad Técnica de Cotopaxi y reúne los requisitos suficientes para ser evaluado por parte del tribunal examinador que se designe.

En tal virtud por lo expuesto anteriormente considero que la mencionada postulante se encuentra habilitada para presentarse al acto de Defensa de Tesis.

Atentamente,

.....
Ing. CEVALLOS CARVAJAL EDWIN RAMIRO Mg.
C.C 050186485-4
Director de Tesis

Aval de los miembros del Tribunal

Latacunga, 12 de Diciembre del 2016.

Como miembros del Tribunal de Revisión de Tesis propuesto por la Srta. Vásconez Alban Jenny Elizabeth Egresada de la Carrera de Ingeniería Agroindustrial debemos CERTIFICAR que se han realizado las respectivas revisiones y las aprobaciones de las correcciones emitidas por nuestras personas, de acuerdo a las normativas establecidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi.

Aprobado por:

.....
Ing. Rosales Amores Edwin Marcelo Mg.
C.C. 050192464-1
Presidente

.....
Ing. Zambrano Ochoa Zoila Eliana Mg.
C.C. 050177393-1
Opositora

.....
Ing. Bastidas Pacheco Patricio Hernán M.Sc.
C.C. 050188626-1
Miembro

DEDICATORIA

Este trabajo lo dedico con todo mi amor y cariño a mis queridos Padres: Rodrigo Vásconez y Fanny Albán por los esfuerzos y sacrificios hechos al darme la herencia más valiosa que pude recibir, por estar siempre a mi lado dándome sus valiosos consejos. A mi hermano Diego Vásconez por su ayuda, comprensión y apoyo incondicional. Esta tesis es una parte de mi vida y comienzo de nuevas etapas por esto y más.

Jenny Elizabeth Vásconez Albán.

AGRADECIMIENTO

Por ser siempre mí apoyo en mi vida, por ayudarme a llegar tan lejos en mis metas.

A mi padre Rodrigo Vasconez por estar siempre aconsejándome a seguir adelante y perseverar siempre, a mi madre Fanny Alban por sus valiosos consejos, a mi hermano Diego Vásconez por su constante motivación.

A todos los docentes miembros del tribunal que guiaron mi investigación quienes me impartieron sus conocimientos, ideas y orientación colaborando durante la realización de este arduo trabajo. Al Ing. Edwin Cevallos Mg. Director de tesis por su confianza y quien me apoyo con sus conocimientos en la planificación y desarrollo para culminar con éxito este proyecto que me servirá para mi futuro profesional.

Jenny Elizabeth Vásconez Albán.

ÍNDICE

Contenido	Pág.
Portada.....	i
Autoría.....	ii
Aval del director de tesis.....	iii
Aval de los miembros del tribunal.....	iv
Dedicatoria.....	v
Agradecimiento.....	vi
Resumen.....	xv
Abstract.....	xvi

Introducción.....	1
-------------------	---

CAPÍTULO I

1	Fundamentación teórica.....	6
1.1	Antecedentes.....	6
1.2	Marco teórico.....	8
1.2.1	Nixtamalización.....	8
1.2.2	Maíz.....	9
1.2.2.1	Origen y distribución.....	9
1.2.2.2	Descripción taxonómica.....	10
1.2.2.3	Clasificación sistemática.....	10
1.2.2.4	Características morfológicas.....	10
1.2.2.5	Composición química del grano.....	11
1.2.2.6	Requerimientos de clima y suelo para el cultivo.....	12

1.2.2.7	Requerimientos generales para el cultivo.....	13
1.2.3	Amaranto.....	16
1.2.3.1	Origen y distribución.....	16
1.2.3.2	Descripción taxonómica.....	17
1.2.3.3	Clasificación sistemática.....	17
1.2.3.4	Características morfológicas.....	18
1.2.3.5	Composición química del grano.....	19
1.2.3.6	Requerimientos de clima y suelo para el cultivo.....	19
1.2.3.7	Requerimientos generales para el cultivo.....	20
1.2.4	Quinoa.....	24
1.2.4.1	Origen y distribución.....	24
1.2.4.2	Descripción taxonómica.....	25
1.2.4.3	Clasificación sistemática.....	25
1.2.4.4	Características morfológicas.....	25
1.2.4.5	Composición química del grano.....	26
1.2.4.6	Requerimientos de clima y suelo para el cultivo.....	27
1.2.4.7	Requerimientos generales para el cultivo.....	27
1.2.5	Benzoato de sodio.....	31
1.2.6	Propionato de calcio.....	32
1.3	Marco conceptual.....	34

CAPÍTULO II

2	Materiales y métodos.....	36
2.1	Recursos, equipos, materiales, implementos, herramientas y materia prima.....	36
2.2	Ubicación geográfica del ensayo.....	38
2.2.1	Ubicación.....	38

2.2.2	Situación geográfica.....	38
2.3	Tipos de Investigación.....	39
2.3.1	Investigación experimental.....	39
2.3.2	Investigación exploratoria.....	40
2.3.3	Investigación descriptiva.....	40
2.4	Técnicas de la investigación.....	41
2.4.1	Encuesta.....	41
2.4.2	Observación.....	41
2.5	Diseño experimental.....	42
2.6	Factores en estudio.....	42
2.7	Tratamientos en estudio.....	43
2.8	Análisis estadístico.....	43
2.9	Análisis funcional.....	44
2.10	Características de la unidad de estudio.....	44
2.11	Variables e indicadores.....	45
2.11.1	Variables evaluadas.....	46
2.11.2	Variables evaluadas de los mejores tratamientos.....	46
2.11.3	Evaluación del color.....	46
2.11.4	Evaluación del sabor.....	47
2.11.5	Evaluación del olor.....	47
2.11.6	Evaluación de la aceptabilidad.....	47
2.12	Metodología del proceso de nixtamalización de maíz, amaranto y quinua.....	47
2.13	Diagrama de flujo del proceso de nixtamalización de maíz, amaranto y quinua.....	52
2.14	Balance de materiales del t ₆	53

2.15	Metodología del proceso de preparación de quimbolitos con las harinas nixtamalizadas.....	55
2.16	Diagrama de flujo del proceso de preparación de quimbolitos con las harinas nixtamalizadas	58

CAPÍTULO III

3	Discusión y resultados.....	59
3.1	Análisis de varianza (ADEVA).....	60
3.1.1	Variable color.....	60
3.1.2	Variable olor.....	63
3.1.3	Variable sabor.....	66
3.1.4	Variable aceptabilidad.....	69
3.2	Análisis nutricional.....	72
3.3	Análisis físico – químicos.....	74
3.4	Análisis microbiológico.....	75
3.5	Análisis de costos del mejor tratamiento t_6	76
	Conclusiones y recomendaciones.....	80
	Conclusiones.....	80
	Recomendaciones.....	82
	Referencias bibliográficas.....	84
	Tesis.....	84
	Páginas Web.....	84
	Libros electrónicos.....	85
	Libros impresos.....	86
	Artículos científicos.....	86
	Divulgativos INIAP.....	87

Bibliografía.....	88
Tesis.....	88
Páginas Web.....	89

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1	Fotografías del proceso del nixtamalización del maíz, quinua y amaranto.....	91
ANEXO 2	Fotografías de la elaboración del quimbolito.....	95
ANEXO 3	Fotografías de las cataciones.....	98
ANEXO 4	Encuesta aplicada para las cataciones del producto.....	99
ANEXO 5	Norma del conservante benzoato de sodio.....	100
ANEXO 6	Norma del conservante propionato de calcio.....	103
ANEXO 7	Análisis finales de los tres mejores tratamientos.....	106

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO 1	Características morfológicas del maíz (<i>Zea mays L.</i>).....	11
CUADRO 2	Características morfológicas de la variedad de amaranto INIAP-Alegría.....	18
CUADRO 3	Principales plagas que atacan al cultivo de amaranto.....	21
CUADRO 4	Clasificación de la quinua.....	25
CUADRO 5	Características morfológicas de dos variedades de quinua.....	26
CUADRO 6	Variables e indicadores de la experimentación.....	45

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

FOTOGRAFÍA 1	Grano de maíz.....	9
FOTOGRAFÍA 2	Amaranto INIAP Alegría (<i>Amaranthus caudatus L.</i>).....	16
FOTOGRAFÍA 3	Benzoato de sodio.....	31
FOTOGRAFÍA 4	Propionato de calcio.....	32
FOTOGRAFÍA 5	Recepción de materia prima.....	48
FOTOGRAFÍA 6	Pesado de la materia prima.....	48
FOTOGRAFÍA 7	Nixtamalizado de los granos de maíz, quinua y amaranto.	49
FOTOGRAFÍA 8	Reposo de los granos.....	49
FOTOGRAFÍA 9	Lavado de los granos para eliminar el nixtamal.....	49
FOTOGRAFÍA 10	Deshidratado de los granos.....	50
FOTOGRAFÍA 11	Molido de los granos nixtamalizados.....	50
FOTOGRAFÍA 12	Pesado final de las harinas nixtamalizadas.....	51
FOTOGRAFÍA 23	Recepción de los materiales e ingredientes.....	95
FOTOGRAFÍA 24	Pesado de las harinas nixtamalizadas de maíz, quinua y amaranto.....	95
FOTOGRAFÍA 25	Preparación de la masa de cada una de las concentraciones.....	96
FOTOGRAFÍA 26	Reposo de la masa.....	96
FOTOGRAFÍA 27	Se coloca la masa en las hojas de achira.....	96
FOTOGRAFÍA 28	Cocción de los quimbolitos con la masa nixtamalizada de maíz, quinua y amaranto.....	97
FOTOGRAFÍA 29	Sacamos los quimbolitos de la tamalera.....	97
FOTOGRAFÍA 30	Pesado de los quimbolitos y almacenado.....	97
FOTOGRAFÍA 31	Cataciones de los quimbolitos con la masa de maíz, quinua y amaranto.....	98

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1	Promedios para el atributo color.....	62
GRÁFICO 2	Promedios para el atributo olor.....	65
GRÁFICO 3	Promedios para el atributo sabor.....	68
GRÁFICO 4	Promedios para el atributo aceptabilidad.....	71

ÍNDICE DE IMÁGENES

IMAGEN 1	Situación geográfica de los laboratorios académicos de la carrera de ingeniería agroindustrial de la Facultad-CAREN-UTC.....	38
-----------------	--	----

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1	Composición química de las partes principales de los granos de maíz.....	12
TABLA 2	Composición química del grano de amaranto.....	19
TABLA 3	Valor nutritivo del amaranto con otros granos de uso común.....	23
TABLA 4	Composición química de la quinua.....	26
TABLA 5	Composición nutricional.....	30
TABLA 6	Tratamientos de estudio.....	43
TABLA 7	Esquema de análisis de varianza.....	43
TABLA 8	Elaboración del quimbolito de harina de maíz, quinua y amaranto.	56
TABLA 9	Análisis de varianza del color.....	60
TABLA 10	Prueba de tukey para el color.....	61
TABLA 11	Análisis de varianza del olor.....	63

TABLA 12	Prueba de tukey para el olor.....	64
TABLA 13	Análisis de varianza del sabor.....	66
TABLA 14	Prueba de tukey para el sabor.....	67
TABLA 15	Análisis de varianza de la aceptabilidad.....	69
TABLA 16	Prueba de tukey para la aceptabilidad.....	70
TABLA 17	Interpretación de los mejores tratamientos.....	72
TABLA 18	Análisis nutricional de los tres mejores tratamientos.....	72
TABLA 19	Análisis físico - químico de los tres mejores tratamientos.....	74
TABLA 20	Análisis microbiológico de los tres mejores tratamientos.....	75
TABLA 21	Costos variables del mejor tratamiento $t_6 (a_3b_3)$	76
TABLA 22	Depreciación de maquinaria/equipos.....	78
TABLA 23	Costos fijos.....	79

RESUMEN

En el proceso de nixtamalización de maíz (*Zea mays L.*), amaranto INIAP Alegría (*Amaranthus caudatus L.*) y quinua INIAP Tunkahuan (*Chenopodium quinoa Willd.*) a tres concentraciones y dos conservantes (benzoato de sodio - propionato de calcio) se realizaron los siguientes procesos: recepción de materia prima, pesado, nixtamalizado durante 40-45 minutos a ebullición, reposo en el mismo recipiente de cocción por 14 horas, lavado de 3-4 veces, deshidratado, molido, pesado final de las harinas. El proceso de elaboración del quimbolito con la harina nixtamalizada de maíz, quinua y amaranto fue el siguiente: recepción de materia prima, dosificado, amasado, reposo, moldeado, cocción, enfriando, pesado de muestras y almacenado. El quimbolito fue sometido a evaluación organoléptica en donde los factores a evaluarse fueron el color, olor, sabor y aceptabilidad evidenciado los tres mejores tratamientos los cuales fueron el t₄ (30% quinua + 30% amaranto + 70% maíz + benzoato de sodio), t₅ (20% quinua + 10% amaranto + 7% maíz + benzoato de sodio), t₆ (20% quinua + 10% amaranto + 70% maíz + propionato de calcio). Ya que el tratamiento t₆ sobresalió entre los tres mejores tratamientos a continuación se describe el contenido nutricional del mismo: proteína 5,41%, carbohidratos totales 37,8%, grasa 6,43%, fibra dietética total 0,47%, vitamina A 34,9 UI/100g, vitamina C 2,17 mg/100g, en cuanto a las características físico-químicas y microbiológicos se detallan los resultados a continuación: ceniza 1,40%, humedad 48,5%, pH 7,29%. acidez es de 0,054 mg/100. También se determinó mohos, levaduras, E. coli los cuales no sobrepasan los límites permitidos en las normas establecidas, lo que demuestra que el producto no representa ningún riesgo para la salud. Es así que el costo de producción del tratamiento se estableció en 1,73 centavos por una cantidad de 200 g, por elevados costos de las materias primas.

ABSTRACT

In the process of nixtamalization of maize (*Zea mays* L.), amaranth INIAP Alegria (*Amaranthus caudatus* L.) and quinoa INIAP Tunkahuan (*Chenopodium quinoa* Willd.) at three concentrations and two preservatives (sodium benzoate - calcium propionate) were performed the following processes: reception of raw material, heavy, nixtamalized for 40-45 minutes to boiling, rest in the same cooking pot for 14 hours, washing 3-4 times, dehydrated, ground, heavy final flour. The process of chewing with the nixtamalized maize, quinoa and amaranth flour was as follows: reception of raw material, dosing, kneading, rest, molding, cooking, cooling, weighing of samples and storage. The chebolite was subjected to organoleptic evaluation where the factors to be evaluated were the color, smell, taste and acceptability evidenced by the three best treatments, which were t₄ (30% quinoa + 30% amaranth + 70% corn + sodium benzoate) t₅ (20% quinoa + 10% amaranth + 7% corn + sodium benzoate), t₆ (20% quinoa + 10% amaranth + 70% corn + calcium propionate). Since the t₆ treatment excelled among the three best treatments, the following nutritional content was described: protein 5.41%, total carbohydrates 37.8%, fat 6.43%, total dietary fiber 0.47%, vitamin A 34.9 IU/100g, vitamin C 2.17 mg/100g, the physicochemical and microbiological characteristics are detailed as follows: ash 1.40%, humidity 48.5%, pH 7.29%. Acidity is 0.054 mg / 100. Molds, yeasts, and *E. coli* were also determined, which do not exceed the permitted limits in established standards, demonstrating that the product poses no health risk. Thus, the cost of production of the treatment was set at 1.73 cents for a quantity of 200 g, due to high costs of raw materials.

INTRODUCCIÓN

Las harinas fortificadas se están abriendo paso por las cadenas alimenticias ya que en tiempos remotos han existido más de una variedad con granos andinos y otros cereales, a nivel de América Latina son el principal punto de producción. Por su excelente grado de nutrición los más conocidos y consumidos son la quinua y el amaranto.

Desde hace cinco años, el INIAP retomó la siembra con dos variedades: *amaranthus caudatus* y *quintenses*. Este grano es reconocido por su valor nutritivo y su potencial agronómico. Peralta explica, por ejemplo, que hace dos años la FAO donó semilla para sembrar unas 120 hectáreas. Este producto es intercambiado por los campesinos de Imbabura, Pichincha, Cotopaxi, Bolívar, Chimborazo y Tungurahua. Sin duda la quinua se ha convertido en el cultivo de mayor expansión de estos granos andinos en el país. En la cita internacional se analizaron las investigaciones de 22 países, que destacan las propiedades y las bondades que ofrece el denominado grano de oro.

El amaranto y la quinua en el país se puede producir entre los 2 200 y 3 000 metros de altura. Las pequeñas semillas de amaranto tienen entre 13 y 17% de proteínas, el alimento posee calcio con una concentración promedio de 0,48%. La quinua proporciona hasta 14 gramos de proteína por cada 100 gramos. Contiene aminoácidos esenciales para el organismo y es rica en fibra, fósforo, potasio, magnesio y calcio. Además, la hoja de quinua también constituye un gran alimento rico en proteínas. Según el INIAP, los dientes y huesos absorben la sustancia blanquecina que asegura su crecimiento y mantiene la solidez.

La nixtamalización como proceso, no está claramente difundido ya que es originario del pueblo mexicano de las poblaciones más alejadas de las ciudades, este proceso se

basa en la obtención de una masa fortificada de granos ya previamente estudiados y empleados en un sin número de aplicaciones, en este caso se podrá dar una nueva aplicación según el proceso que se quiere aplicar.

La obtención del nixtamal tendrá una humedad del 15%, más que otras masas ya que estas serán de diferentes granos los cuales ayudarán a solventar los diferentes valores nutricionales del otro grano, compensando de lo que el otro carece ya que tiene una gran resistencia a climas fríos y secos. Hay que admirar sus habilidades alimenticias y medicinales como la quinua, el amaranto y el maíz, ya que son alimentos muy apreciados por nuestras poblaciones aborígenes.

Se habló de los pseudocereales como poco conocidos en cuanto a la elaboración de productos procesados, se ha propuesto el proceso de nixtamalización de maíz, amaranto y quinua a diferente concentración y diferentes conservantes como son benzoato de sodio y propionato de calcio así obtendremos una masa enriquecida de calcio. Hay estudios de estos pseudocereales en otros países pero en nuestro país no existe una difusión adecuada, de que son o de que se trata, las únicas relacionadas con estos estudios son INIAP, en México existe estudios básicos de la obtención de la nixtamalización en granos de maíz solamente, y solo para la aplicación en tortillas o tamales.

Existen una probabilidad de estudio no tan difundida de los granos a estudiar ya que estos se los experimenta solo para la creación de semilleros o para la mejora de semillas que soporten el frío, calor y sequías pero en el ámbito de la creación de estudios basados en los granos para la elaboración de productos alimenticios son muy escasos y más con la aplicación de diferentes procesos o aplicaciones de las mismas, por lo que se ha presentado el tema de proceso de nixtamalización de maíz, amaranto y quinua a tres diferentes concentraciones y dos conservantes (benzoato de sodio - propionato de calcio) para que el quimbolito tenga mayor tiempo de vida útil. Es por eso que bajo la

coordinación del proyecto de Granos Andinos de la Universidad Técnica de Cotopaxi se pudo obtener la materia prima para la experimentación.

Para la siguiente investigación se planteó el siguiente objetivo general:

Evaluar el proceso de nixtamalización de maíz (*Zea mays L.*), amaranto INIAP Alegría (*Amaranthus caudatus L.*) y quinua INIAP Tunkahuan (*Chenopodium quinoa Willd.*) a tres concentraciones y dos conservantes (benzoato de sodio - propionato de calcio) en los Laboratorios Académicos de la Carrera de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Técnica de Cotopaxi en el periodo 2015-2016.

Se planteó los siguientes objetivos específicos para dar cumplimiento al objetivo general.

Realizar un análisis organoléptico para determinar los tres mejores tratamientos del producto elaborado.

Determinar las características físico-químicas, microbiológicas y nutricionales de los tres mejores tratamientos.

Realizar un análisis microbiológico y nutricional del mejor tratamiento para identificar la calidad del producto elaborado.

Realizar un análisis de los costos de producción del mejor tratamiento en base a la aceptabilidad después de la experimentación para identificar la viabilidad del producto.

Para la siguiente investigación se planteó las siguientes hipótesis detalladas a continuación:

Hipótesis nula

H₀: La utilización de los dos conservantes a tres concentraciones en el proceso de nixtamalización de maíz, amaranto y quinua NO influye significativamente en las características físico - químicas, organolépticas, nutricionales, microbiológicas del producto.

Hipótesis alternativa

H₁: La utilización de los dos conservantes a tres concentraciones en el proceso de nixtamalización de maíz, amaranto y quinua SI influye significativamente en las características físico - químicas, organolépticas, nutricionales, microbiológicas del producto.

En el capítulo I, se describe los antecedentes los cuales respaldan a la fundamentación teórica; en el marco teórico se detalla lo que es el proceso de nixtamalización, el maíz la quinua y el amaranto como materias primas (características morfológicas, forma de cultivo, cosecha, etc.) y los conservantes (benzoato de sodio - propionato de calcio); y por ultimo consta el glosario de términos con sus significados correspondientes acorde al marco conceptual.

En el capítulo II, se detalla los materiales y equipos que se utilizó en el experimento, los métodos y técnicas de la investigación que se empleó en el proyecto lo cual ayudo con el diseño experimental y se detalla la ubicación donde se realizó el ensayo.

El capítulo III, contienen los resultados de la experimentación de los análisis Organolépticos los cuales son obtenidos mediante las características realizadas a la población previamente definida y en base a la experimentación estos fueron los resultados de los análisis, Físico-Químicos, Nutricionales y Microbiológicos, realizados en la Universidad Técnica de Ambato de la Facultad de Ciencias e Ingeniería en Alimentos en los Laboratorios de Control y Análisis de Alimentos “LACONAL” de la en donde se analizaron los tres mejores tratamientos y en relación a los resultados estadísticos del diseño experimental de bloques completamente al azar (DBCA), se utilizó el programa estadístico Infostat/L y Excel.

CAPÍTULO I

1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.

1.1. Antecedentes.

En la investigación realizada por (PAREDES LÓPEZ, OCTAVIO Y GUEVARA LARA FIDEL, BELLO. P. ARTURO). El proceso de la nixtamalización se ha transmitido de generación en generación en Mesoamérica, se inicia con la adición de dos partes de una solución de cal aproximadamente al 1% a una porción de maíz. Ya lista la preparación se cuece de 50 a 90 minutos, y se deja remojando en el agua de cocción de 14 a 18 horas, posterior al remojo, el agua de cocción, conocida como nejayote, se retira y el maíz se lava dos o tres veces con agua, sin retirar el pericarpio ni el germen del maíz, se obtiene así el llamado maíz nixtamalizado o nixtamal, que llega a tener hasta 45% de humedad. Finalmente, se ha calculado que la tortilla puede proporcionar de 32 a 62% de los requerimientos mínimos de hierro. En conclusión, el aporte nutrimental que el maíz suministra a la dieta humana es mucho más importante que el que da el maíz sin nixtamalizar.

En el estudio realizados por (CASTILLO V. K. C; OCHOA M. L. A; FIGUEROA C. J. D; DELGADO, L. E; GALLEGOS I. J. A; MORALES C. J). La nixtamalización del maíz es un proceso pre-colombino que consiste en cocer el grano de maíz en una solución alcalina usando hidróxido de calcio y actualmente utilizado para preparar tortillas de buena calidad y otros productos alimenticios elaborados a partir del maíz como son: harinas instantáneas de maíz nixtamalizado, tacos, botanas como chips de maíz y tortilla chips. Este proceso consiste en el cocimiento del grano de maíz con suficiente agua (1 kilogramo de maíz por 2-3 litros de agua), con álcali, preferentemente Ca(OH)_2 , a temperatura menor a la de ebullición, por 30-60 minutos. Las mejores condiciones de procesamiento del nixtamal fueron 1.5 g/100g de Ca(OH)_2 con 30 min de cocción, seguida por el tratamiento de 1.0 g/100g de Ca(OH)_2 con 30 min de cocción, siendo aquellos que presentaron los más altos valores de viscosidad superando inclusive al maíz sin procesar. Estas condiciones permitieron obtener un nixtamal con mayor capacidad de absorción de agua y se espera obtener productos de mejor calidad.

En referencia al artículo científico por (BELLO-PÉREZ LUIS A.; OSORIO-DÍAZ, PERLA; Edith Agama-Acevedo; NÚÑEZ-SANTIAGO, CARMEN Y PAREDES-LÓPEZ, OCTAVIO). La nixtamalización del maíz es un proceso muy antiguo desarrollado por los aztecas, el cual todavía se utiliza para producir tortillas de buena calidad y otros productos alimenticios (por ejemplo pozole). Después de cocer el maíz con la cal, el producto obtenido, llamado nixtamal, se lava con agua para eliminar el exceso de cal, éste se moltura en molinos de piedra para obtener una pasta suave y cohesiva conocida como masa. La masa es utilizada para producir tortillas, las cuales son la principal fuente de calorías, proteínas y calcio para la población de bajos recursos económicos, actualmente, el consumo de tortillas y sus productos derivados son muy populares en países desarrollados.

Según la Tesis investigada por PACA, Angel. (2012). Se ha aplicado la tecnología del nixtamalizado en tres variedades de papas a diferentes porcentajes de óxido de calcio y tiempos de nixtamalización a una temperatura de 90°C, para la obtención de harina enriquecida con calcio para sustituir a la harina de trigo importado en la elaboración de pan. Por los resultados de catación obtenidos en el pan elaborado, se puede manifestar que éste producto de consumo masivo resulta un excelente vehículo para mejorar la calidad nutricional de la persona que lo consume. Además, se ha manifestado que el consumo de alimentos que han sufrido la tecnología del nixtamalizado (enriquecidos de Ca) permiten una mejor asimilación proteica de sus ingredientes y en mayor cantidad que los elaborados con harina de trigo únicamente.

1.2.Marco teórico.

1.2.1. Nixtamalización.

El maíz es susceptible a la contaminación con micotoxinas (aflatoxinas y fumonisinas las cuales al consumirlas en cereales contaminados, han sido relacionadas con diferentes patologías. Es así que las aflatoxinas están asociadas al cáncer hepático, retraso en el crecimiento y pérdida de peso; y las fumonisinas han sido relacionadas con aumento de la incidencia de cáncer esofágico, inmunosupresión y alteraciones en el tubo neural. Entre las técnicas para detoxificar los granos de maíz figura la nixtamalización proceso desarrollado por civilizaciones nativas americanas, que consiste en la cocción de los granos de maíz en cal, ceniza o ambos, seguido por la remoción del pericarpio. El maíz es sometido a una nueva cocción que permite que el grano reviente (mote), lo cual constituye el producto final del proceso. TOSI, A. (2012).

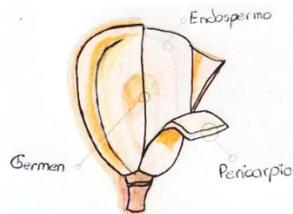
El proceso tradicional de pelado de maíz con ceniza estandarizado en este estudio difiere en algunos pasos con otro proceso ecuatoriano referido como “proceso

convencional de nixtamalización ecuatoriano” realizado en la provincia de Azuay. Según este proceso convencional, para la remoción del pericarpio se utiliza agua 2:1 en relación a la cantidad de maíz, 1 % de cal y 1 % de ceniza. Los granos de maíz se calientan en el agua alcalinizada hasta que esta hierva y se deja en reposo la mezcla durante 8 horas. Luego de transcurrido este tiempo, se realiza la prueba de desprendimiento del pericarpio. TOSI, A. (2012).

1.2.2. Maíz (*Zea mays* L).

El maíz (*Zea mays*, L) ha sido y continúa siendo el cereal básico en la alimentación de grades sectores de la población urbana y rural de varios países Latinoamericanos, principalmente de México y varios países de Centro América. El grano de maíz se consume principalmente en forma de tortilla, alimento que se obtiene transformado el maíz crudo por cocción alcalina en un grano cocido y luego se transforma en masa la cual en porciones definidas se convierten en tortas que se cocinan sobre una superficie caliente. (BILLEB DE SINIBALDI Ana Cristina, BRESSANI Ricardo, 2001)

Fotografía 1: Grano de maíz.



Fuente: La autora

1.2.2.1. Origen y distribución

El maíz (*Zea maíz*) es originario del continente americano, la evidencia arqueológica más antigua sobre la existencia de este cereal indica que tienen aproximadamente 5000 años de antigüedad. Representaciones de la planta de maíz o sus partes en escrituras,

códices, cerámicas prehistóricas, así como estudios a fósiles encontrados, indican que el maíz tuvo su origen geográfico en la República Mexicana, específicamente en el valle de Tehuacán, pueblo y al norte del estado de Oaxaca (ANÓNIMO 2007a, PANDEY 1998, REYES 1990)

1.2.2.2. Descripción taxonómica

- **Nombre científico:** *Zea maíz*
- **Nombre común:** Maíz.

1.2.2.3. Clasificación sistemática

Según DOEBLEY, J. y STEC, A. la clasificación del Maíz es la siguiente:

REINO: Plantae

DIVISIÓN: Magnoliophyta

CLASE: Liliopsida

ORDEN: Cyperales

FAMILIA: Poaceae

GÉNERO: *Zea* L.,

ESPECIE: *mays* L.,

SUBESPECIE: *mays* N A

1.2.2.4. Características morfológicas

Como expresa PALIWAL, R., GRANADOS, G., LAFITTE, H., VIOLIC, A. (2001)

“La planta de maíz tropical es alta, con abundantes hojas y un sistema radicular fibroso, normalmente con un solo tallo que tiene hasta 30 hojas. Algunas veces se desarrolla una o dos yemas laterales en la axila de las hojas en la mitad superior de la planta” (p21)

Cuadro N° 1. Características morfológicas del maíz (*Zea mays L.*)

Aspecto de la planta	Maíz
Hábito	Anual
Multiplicación	Por semillas
Sistema radicular	Estacional
Sistema caulinar	Tallo principal, poco macollos
Hojas	Anchas
Inflorescencia lateral	Femenina
Inflorescencia terminal	Masculina, grande y dominante
Espiguillas femeninas	Apareadas
Espiguillas masculinas	Apareadas
Mazorca	Muchas filas, cubierta
Fruto	Desnudo, no dehiscente
Reproducción	Sexual
Semilla	Sin latencia

Fuente: El Maíz En Los Trópicos: Mejoramiento y producción, 2001

1.2.2.5. Composición química del grano

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación redacta que la composición química tras la elaboración para el consumo es un aspecto importante del valor nutritivo, y en ella influye la estructura física del grano, factores genéticos y ambientales, la elaboración y otros eslabones de la cadena alimenticia.

Tabla N. 1: Composición química de las partes principales de los granos de maíz (%)

Componente químico	Pericarpio	Endospermo	Germen
Proteínas	3,7	8,0	18,4
Extracto etéreo	1,0	0,8	33,2
Fibra cruda	86,7	2,7	8,8
Cenizas	0,8	0,3	10,5
Almidón	7,3	87,6	8,3
Azúcar	0,34	0,62	10,8

Fuente: Watson, 1987.

1.2.2.6. Requisitos de clima y suelo para el cultivo

De acuerdo a EGÚEZ, MORENO y PINTADO, PABLO. (2011)

“En la sierra sur, en zonas sobre los 2.200 msnm, la siembra se inicia con el período de lluvias, desde septiembre a diciembre. En valles cálidos desde los 500 a 1.800 msnm las siembras se inician desde enero a marzo que coinciden con la época lluviosa; en zona bajo riego se puede sembrar todo el año” (p8)

Existen valles en las provincias de Azuay y Loja que cuentan con sistemas de riego, son ideales para la siembra de la variedad INIAP-103 ya que la humedad relativa es baja (inferior al 50%) y los productores pueden cosechar la variedad para vender en choclo y la planta como forraje. Además, esta época es óptima para la producción de semillas de calidad, porque existe baja pudrición de grano. (EGÚEZ MORENO y PINTADO PABLO, 2011)

1.2.2.7.Requisitos generales para el cultivo

- ***Preparación de suelo y siembra***

Se recomienda prepara el suelo con 2 mese anticipación, lo que facilitará la descomposición de residuos y su mineralización. Las labores de arada, rastrada y surcado puede realizarse con tractor o yunta.

La siembra se hará en suelo húmedo y a un costado del surco. Las distancias de siembra recomendadas son:

Distancia entres surcos: 80 cm

Distancia entres sitios: 50 cm

No. De semillas por sitio: 2

Densidad poblacional: 50 000 planta/ha

Cantidad de semilla: 30 kg/ha

Se realiza una o dos deshieras con yunta o a mano, de acuerdo a la incidencia de malezas. (MOLINA H, Saul (p 8, 9)

- ***Época y siembra***

Varía desde septiembre hasta el mes de noviembre, dependiendo de la localidad y de la disponibilidad de agua de riego. (MOLINA H, Saul, 2006)

- ***Fertilización***

Según MOLINA H, Saul (2006)

“Para una adecuada fertilización es necesario realizar el análisis químico de suelo por lo menos dos meses antes de la siembra. La variedad Iniap 102 es eficiente en el aprovechamiento de nutrientes del

suelo por lo que necesita de fertilización química. Para suelos bajos en nitrógeno (menos de 25 ppm) y de fosforo (menos de 10 ppm)” (p8)

Se sugiere aplicar al menos una dosis de 40-80 kg/ha de N y P₂O₅, la cual se puede alcanzar con la aplicación de 90 kg de 10-40-00 a la siembra y 90 kg de urea al aporque. (MOLINA H, Saul, 2006)

- *Plagas y enfermedades del maíz*
 - *Plagas*
- *Gusano cogollero (Spodoptera frugiperda)*

Según EGÜEZ MORENO Y PINTADO PABLO. (2011).

“Se puede controlar con productos de origen vegetal como el Neen X en dosis de 0,5 a 1l/ha, si el ataque es severo se puede controlar con productos a base de Clorpirifos en dosis de 0,75 l/ha, en 200 litros de agua” (p12)

- *Mosca y mariposa del choclo (Euxesta eluta y Helicoverpa sp)*

Se puede prevenir el daño colorado dos gotas de aceite comestible de origen vegetal (utilizando un gotero o aceitero) cuando los estigmas tengan 3 cm de longitud, se puede repetir la aplicación a los 8 y 15 días, la cantidad de aceite para cada aplicación será de 3 l/ha. (EGÜEZ MORENO Y PINTADO, 2011)

- *Enfermedades*

- **Mancha café (peca) *Physoderma maydis***

Según el Programa de Maíz del CIMMYT, (2004)

“Esta enfermedad ocurre normalmente en áreas de precipitación pluvial y altas temperaturas. Ataca las hojas, las vainas, los tallos y, en ocasiones, incluso las brácteas externas. Los primeros síntomas aparecen en la lámina foliar y consiste en pequeñas manchas cloróticas dispuestas en forma de bandas alternas de tejido sano y enfermo” (p2)

- *Cosecha y trilla*

Cuando el cultivo se destina para choclo la cosecha se realiza en estado “lechoso”, en el campo se puede reconocer cuando los estigmas están de color oscuro y la punta del choclo se dobla con el dedo con facilidad. Como el choclo es muy apetecido por los pájaros se puede proteger los mismos con malla plástica de empaque o protectores de pale (cucuruchos).

Para semillas de cosecha curando ha pasado la madurez fisiológica. En campo se puede observar una capa negra en la base del grano y para grano comercial se dejará pasar unos 20 días más en el campo. (EGÜEZ MORENO y PINTADO PABLO, 2011)

- *Post cosecha*

El grano se debe almacenar con una humedad inferior al 13%, en lugares frescos a 10°-12°C, con una humedad relativa inferior al 60 %, libre de roedores e insectos.

En silos cerrados se puede usar pastillas de Fosfamina de 3 a 6 pastillas de 3 g por tonelada de semilla, siguiendo las instrucciones necesarias, por ser un producto altamente toxico. (EGÜEZ MORENO y PINTADO PABLO, 2011)

- **Valor nutritivo**

El valor nutricional del maíz en 100 gramos aporta 265 calorías. (PÉREZ, 2008)

Hidratos de carbono: 66 gramos.

Proteínas: 10 gramos.

Grasas: 25 gramos.

Fibras: 10 gramos.

Vitaminas: B1 (25%), B3 (9%) y A (12%).

Minerales: Fósforo, magnesio, hierro, zinc y manganeso.

1.2.3. Amarantho (*Iniap alegría*)

En los países ubicados en dorsal de los andes, sur de Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia y norte de Argentina, se han identificado por lo menos tres especies de amaranto cultivado y silvestre. El más conspicuo es el *Amaranthus Caudatus L.*, conocido como amaranto, kiwicha en Perú y millmi en Bolivia, con plantas y semillas de color y hábito de crecimiento diferente o diverso. (PERALTA, 2012)

Fotografía 2: Amarantho INIAP Alegría (*Amaranthus Caudatus L.*)



Fuente: La autora

1.2.3.1. Origen y distribución

En 1982, se crea en el INIAP, en la Estación Experimental Santa Catalina ubicada en los cantones Quito y Mejía, las secciones de Cultivos Andinos y Recursos

Filogenéticos, ligados al Programa de Cereales. La quinua el chocho y el amaranto forman parte del grupo de cultivos y alimentos de origen andino olvidados o subutilizados en Ecuador; con financiamiento de la FAO, IBPGR y CIID Canadá.

En el año 2003, el Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos del INIAP junto con el Departamento Nacional de Recursos Filogenéticos publicaron el Catalogo del Banco de Germoplasma de Amaranto (*Amaranthus* spp) INIAP. (PERALTA, 2012)

1.2.3.2. Descripción taxonómica

- **Nombre científico:** *Amaranthus caudatus* L.
- **Nombre común:** Amaranto, Iniap Alegría.

1.2.3.3. Clasificación sistemática

Según SÁNCHEZ, Iván la clasificación del amaranto es la siguiente:

Reino: Vegetal

División: Fanerógama

Tipo: Embryophyta siphonogama

Subtipo: Angiosperma

Clase: Dicotiledoneae

Subclase: Archyclamideae

Orden: Centropemales

Familia: Amaranthaceae

Género: *Amaranthus*

Especie: *caudatus*, *cruentus* e *hypochondriacus*.

1.2.3.4. Características morfológicas

Como manifiesta MONTEROS, NIETO, CAICEDO, RIVERAY VIMOS (1994).

“Las características morfológicas de la variedad Iniap-Alegría, se observan esta variedad presenta hojas verde de forma romboidal. La característica notable es el color y tipo de panojo así esta variedad, presenta panojo rosado pálido, amarantiforme” (p22)

Cuadro N° 2. Características Morfológicas de la variedad de AMARANTO INIAP-ALEGRÍA

Habito de crecimiento	Erecto
Tipo de raíz	Pivotante
Tipo de ramificación	Sencillo a ramificado
Forma de tallo	Redondo
Color del tallo juvenil	Verde
Color del tallo a la madurez	Verde-amarillo-rosado
Forma de la hoja	Romboidal
Tamaño de la hoja	Grande (20 x 80 cm)
Borde de la hoja	Entero
Color de la hoja	Verde
Color de la panojo joven	Rosado pálido
Color de la panojo en flor	Rosado
Color de la panojo adulto	Rosado intenso
Tamaño de la panojo (cm)	50 a 80
Tipo de panojo	Amarantiforme
Actitud de la panojo	Erecto y semierecto
Color del grano seco	Blanco a crema
Tamaño del grano	0,7 a 1,4 mm
Forma del grano	Redondo
Peso de 1000 grano	1 g
Peso hectolítrico	78 a 83 (kg/hl)
Grano de primera (%)	80 a 90
Altura de planta (cm)	70 a 180
Días al panojamiento	50 a 60
Días a floración	70 a 90

Días a la cosecha en seco	150 a 180
Adaptación	1800 a 3000 m

Fuente: El Amaranto En Ecuador “Estado del Arte”; Quito, Ecuador. 2012-06-01

1.2.3.5. Composición química del grano

Según la National Academy of Science redacta que los estudios realizados a la composición química aproximada del grano de amaranto de tres especies más cultivadas, en porcentajes en 100gr es:

Tabla 2. Composición química del grano de amaranto

ESPECIES	PROTEÍNA %	GRASA %	FIBRA %	CENIZA %
Amaranto Cruentus	17,8	7,9	4,4	3,3
Amaranto Caudatus	15,8	8,1	3,2	3,2
Amaranto Hypochon	15,6	6,1	5,0	3,3

Fuente: National Academy of Science, “Amaranth, Modern Prospects for an Ancient Crop”

1.2.3.6. Requisitos de clima y suelo para el cultivo

De acuerdo a MONTEROS, NIETO, CAICEDO, RIVERA y VIMOS (1994)

“La variedad presenta un rango de adaptación (entre 1.500 y 2.800 msnm), es decir que puede ser cultivada en los valles bajos de la Sierra. En localidades exentas de la presencia de heladas se puede sembrar a mayor altitud, pero en ningún caso se recomienda la siembra en sitios con una altitud superior a los 3.000 m, puesto que es fuertemente afectada por las bajas temperaturas.” (p10)

Las localidades más aptas para el cultivo estarían situadas entre los 2.000 y los 2,600 m de altitud. En suelos para el cultivo de amaranto, se deben preferir los de textura

franca, con un buen contenido de materia orgánica y con un pH entre 5,5 a 7. La variedad presenta un mejor comportamiento en suelos con buen drenaje y por lo general es afectado por suelos arcillosos. (MONTEROS, NIETO, CAICEDO, RIVERA y VIMOS, 1994)

1.2.3.7. Requisitos generales para el cultivo

- ***Preparación del suelo y siembra***

Arada, rastrada y surcada, con máquina o yunta. Al tratarse de una semilla muy pequeña, el suelo debe estar bien preparado, desterronado y mullido. (PERALTA, MAZÓN, MURILLO, RIVERA, RODRÍGUES, LOMAS y MONAR, 2012)

- ***Semilla***

El uso de la semilla certificada por el Iniap es el único en el país que garantiza la calidad de la cosecha, por lo que al momento no es necesario desinfectar la semilla antes de la siembra. Es necesario usar semillas frescas porque el almacenaje prolongado disminuye el poder germinativo de la misma. (MONTEROS, NIETO, CAICEDO, RIVERA y VIMOS, 1994)

- ***Época de siembra***

La época de siembra debe ser de diciembre a enero, de preferencia en días muy buenos de acuerdo con el calendario lunar. (PERALTA, MAZÓN, MURILLO, RIVERA, RODRÍGUES, LOMAS y MONAR, 2012)

- **Fertilización**

Según PERALTA Eduardo (2012)

“De acuerdo al resultado de análisis de suelo. Una recomendación de fertilización general es aplicar 100-60-20 kg por hectárea de N-P2-05-K20, equivalente a 200 kg de 10-30-10 a la siembra más 200 kg de urea o nitrato de amonio a la deshierba.” (p14)

El amaranto es un cultivo que responde favorablemente a la fertilización, para producir altos rendimientos requiere de una buena dotación de nitrógeno, así: Valverde (12), reporte para (*Amaranthus hypochondriacus l*) en México, la dosis optima económica de 240-100-00 kg/ha de N-P2-05-K20, respectivamente. (MONTEROS, NIETO, CAICEDO, RIVERA y VIMOS, 1994)

- **Plagas y enfermedades del amaranto**

- **Plagas**

Cuadro N° 3. Principales plagas que atacan al cultivo de Amaranto

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	TIPO DE DAÑO
Noctuidae	Agrotis spp	Gusanos cortadores o trozadores	Mastican el tallo hasta trozar la planta. Consumen follajes y brotes tiernos
Noctuidae	Feltia spp	Gusanos cortadores	Mastican el tallo hasta trozar la planta. Consumen follajes y brotes tiernos
Chrysomelidae	Diabrotica spp	Vaquita o tortuguita	Mastican hojas y brotes tiernos
Chrysomelidae	Epitrix spp	Pulguillas	Perforaciones finas de las hojas
Aphidae	Myzus spp	Pulgones	Succionan la sabia

Miridae	Lygus spp	Chinches	Perforan y se alimentan de granos tiernos
---------	-----------	----------	---

Fuente: NIETO, (1989)

- ***Enfermedades***

Entre las enfermedades que afectan al cultivo el mal semillero causado por *Pythium*, *Phytophthora* y *Rhizoctonia*, por lo que se recomienda evitar suelos con estos problemas. Las enfermedades foliares que afectan al amaranto son oídium (*Erysiphe* spp), esclerotinia (*Sclerotinia sclerotiorum*), curvulario y alternaría (*Alternaria* spp); todavía no constituyen un problema importante en este cultivo en el país, por lo que no se recomienda controles químicos. (PERALTA, 2012)

- ***Cosecha y trilla***

Se realiza la cosecha cuando la planta presenta un color pardo amarillento, en donde la panoja contiene los granos que se tornan de aspecto harinoso dejando notar su madurez de la cosecha.

La trilla es más eficiente si las plantas completamente secas. Existe la trilla manual para lotes pequeños usando garrotes o varas, para desprender los granos de las panojas. Se aconseja usar carpas o tendales para evitar, la contaminación de los granos, y así conseguir un producto de calidad. (MONTEROS, NIETO, CAICEDO, RIVERA y VIMOS, 1994)

- **Post cosecha**

Se recomienda, ciertas prácticas de manejo poscosecha para evitar pérdidas innecesarias del producto cosechado o el deterioro prematuro de la calidad del grano.

- Desechar las hojas enfermas amarillentas.
- Se lo coloca en tachos para evitar la deshidratación
- Se debe bajar la humedad a un 14% o menos
- Clasificar el grano, para lo cual, se puede usar un tamiz de 2 mm de diámetro para separar impurezas grandes y un tamiz de 1,1 mm de diámetro

En la variedad INIAP-Alegría el promedio de extracción de granos de primera calidad es del 87% con un 10% del grano de segunda calidad y un 3% de impurezas, y por lo tanto esto puede variar dependiendo del método de trilla y la cantidad de impurezas presentes por la cosecha. (MONTEROS, NIETO, CAICEDO, RIVERA y VIMOS, 1994)

- **Valor nutritivo**

De acuerdo a MONTEROS, NIETO, CAICEDO, RIVERA y VIMOS, (1994)

“Contenido de aminoácidos del grano de amaranto y de otros granos de uso común. Datos expresados en gramos de aminoácido por 100 g de proteína, en base seca.”(p7)

Tabla N° 3. Valor nutritivo del amaranto con otros granos de uso común.

CARACTERÍSTICAS	AMARANTO	ARROZ	MAÍZ	TRIGO	FREJOL
Triptofano	1,50	1,20	0,70	1,20	0,00

Lisina	8,00	3,80	2,90	2,20	5,00
Histidina	2,50	2,10	2,60	2,20	3,10
Arginina	10,00	6,90	4,20	3,80	6,20
Treonina	3,60	3,80	3,80	2,90	3,90
Valina	4,30	6,10	4,60	4,50	5,00
Metionina	4,20	2,20	1,40	1,60	1,20
Isoleucina	3,70	4,10	4,00	3,90	4,50
Leucina	5,70	8,20	12,50	7,70	8,10
Fenilalanina	7,70	5,00	4,70	5,30	5,40

Fuente: Estación Experimental Santa Catalina, INIAP. Quito, Ecuador, junio de 1994, Pág. 7

1.2.4. Quinua (Iniap tunkahuan).

El programa de cultivos andinos del Iniap, en 1986 entregó las dos primeras variedades mejoradas de quinua: (Iniap-Imbaya e Iniap-Cochasqui), las que son alternativa agrícola para los pequeños productores de la Sierra, puesto que se adaptan a sus sistemas de producción, a partir de 1988, se presentó la posibilidad de industrializar y comercializar quinua en el exterior y, la demanda externa es mayor para este tipo variedades dulces, apreció un interés de parte de los agricultores.

Luego de aproximadamente 8 años de trabajo, ha seleccionado dos nuevas variedades: (Iniap-Ingapirca e Iniap Tunkahuan), la primera recomendada para zonas altas. (NIETO, VIMOS, MONTEROS, CAICEDO Y RIVERA, 1992)

1.2.4.1. Origen y distribución

La variedad Iniap Tunkahuan se originó de una población de germoplasma recolectada en la Provincia del Carchi, Ecuador en 1985. En el año de 1986 la variedad fue

introducida en el Banco de Germoplasma del INIAP como ECU-0621. (NIETO, VIMOS, MONTEROS, CAICEDO y RIVERA, 1992)

1.2.4.2. Descripción taxonómica

- **Nombre científico:** *Chenopodium quinoa Willd.*
- **Nombre común:** Quinoa, INIAP Tunkahuan

1.2.4.3. Clasificación sistemática

Cuadro N° 4. Clasificación de la quinua

Reino:	<i>Plantae</i>
División:	<i>Angiospermas</i>
Clase:	<i>Dicotiledóneas</i>
Subclase:	<i>Arquiclamideae</i>
Orden:	<i>Centrospermales</i>
Familia:	<i>Chenopodiaceas</i>
Género:	<i>Chenopodium</i>
Nombre científico:	<i>Chenopodium quinoa Wild</i>

Fuente: FAO

1.2.4.4. Características morfológicas

Como manifiesta, NIETO, VIMOS, MONTEROS, CAÍCEDO Y RIVERA (1992)

“La diferencia más notable es quizá la forma y tamaño de las hojas; mientras la variedad INGAPIRCA presenta hojas pequeñas de forma romboidal y con borde entero típico de la quinua del altiplano Perú-Boliviano, la variedad TUNKAHUAN presenta hojas grandes, triangulares y de borde

dentado y ondulado, típico de la raza Imbabura del norte de la zona andina”.
(p5)

Cuadro N° 5. Características morfológicas de dos variedades de quinua

CARÁCTER	TUNKAHUAN
Habito crecimiento	Erecto
Tipo de raíz	Pivotante-desarrollada
Forma del tallo	Redondo con aristas
Tipo de ramificación	Sencillo a semiramificado
Color del tallo	Verde claro
Estrías en el tallo	De color verde oscuro
Pigmentación del tallo	Sin pigmentos
Formada de hojas	Triangulares
Tamaño de hojas, cm ²	De 24 a 50
Borde de hojas	Ondulado y dentado
Axilas de hojas	No pigmentadas
Color de planta	Purpura
Color panoja inmadura	Rosado a purpura
Color panoja madura	Amarillo anaranjado
Tipo de panoja	Glomerulada
Pedicelos	Largos
Perigonios *	Abiertos

Fuente: INIAP. Nieto, Vimos, Monteros, Caicedo y Rivera, 1992.

1.2.4.5. Composición química del grano

Tabla N° 4. Composición química del grano de quinua

Componentes	Quinua(grano)
Humedad	13,00
Cenizas (%)	3,7
Extracto etéreo (%)	4,95

Proteína (%)	15,93
Fibra (%)	8,69
E.L.N (%)	66,73
Calcio (%)	0,18
Fosforo (%)	0,59
Magnesio (%)	0,31
Potasio (%)	0,95
Sodio (%)	0,02
Cobre (ppm)	10,0
Hierro (ppm)	108,0
Manganeso (ppm)	36,0
Zinc (ppm)	34,0

Fuente: Valor Nutricional, Funcional y Potencial Agroindustrial De La Quinoa En Ecuador (2004)

1.2.4.6. Requerimientos de clima y suelo para el cultivo

Las exigencias de adaptación y ambientales de la variedad recomienda que el cultivo para valles en sitios cuya altitud sea inferior a los 3.400 msnm. (NIETO, VIMOS, MONTEROS, CAICEDO y RIVERA, 1992)

1.2.4.7. Requerimientos generales para el cultivo

- ***Preparación del suelo y siembra***

De acuerdo a NIETO, VIMOS, MONTEROS, CAICEDO y RIVERA (1992)

“Esta labor puede realizarse con tractor, yunta o manualmente. Es necesario una labor de arado y una o dos de rastra para mullir o desmenuzar el suelo, si la siembra es manual o con sembradora manual se recomienda surcar, y si la siembra es mecanizada se debe nivelar el suelo. Cuando el cultivo se realiza en sitios con exceso de humedad la siembra se debe hacer al costado o en el lomo del surco, pero si el cultivo es en zonas con escasez de agua, es conveniente sembrar al fondo del surco.” (p11)

Depende del tipo de suelo y la presencia de mala hierba, se debe realizar labores de arada, rastra y surcado con tractor o con yunta. (PERALTA, 2011)

- *Semilla*

Según NIETO, VIMOS, MONTEROS, CAICEDO y RIVERA (1992)

“Se recomienda el uso de semillas certificada, o por lo menos seleccionada, para seleccionar la calidad de la cosecha y poder asegurar el acceso a los mercados. En el boletín N°. 186 de INIAP (4), se encuentra las recomendaciones básicas para la producción de semillas de calidad en el cultivo de quinua, sin embargo lo más importante es mantener la pureza varietal (eliminado plantas de otras variedades de quinua silvestre) en el campo de cultivo y, cuidado de no hacer mezclas al momento de la cosecha y manipuleo.” (p12-13)

- *Época de siembra*

Se recomienda utilizar 8 a 12 kg/ha cuando la siembra es con sembrador manual o tirada por tractor y de 12 a 15 kg/ha cuando la siembra es manual. Si la germinación es buena la población de plantas que se obtiene es adecuada para un cultivo comercial. (NIETO, VIMOS, MONTEROS, CAICEDO y RIVERA, 1992)

- *Fertilización*

Según NIETO, VIMOS, MONTEROS, CAICEDO y RIVERA (1992)

“En suelos de baja fertilización se recomienda aplicar 80-40-30 kg/ha de N.P.K (3 qq de 10-30-10, 3 qq de Urea y 0,5 qq de muriato de potasio), se debe aplicar el 50% de N a la deshierba a los 60 días. Se puede también aplicar de 5 a 10 t/ha de abono orgánico, como alternativa a la fertilización química, incorporada al suelo antes de la siembra.” (p14)

- *Plagas y enfermedades de la quinua*

- *Enfermedades*

- *Mildiu y Cercospora*

De acuerdo a PERALTA, MAZÓN MURILLO, RIVERA, RODRÍGUEZ, LOMAS Y MONAR (2012)

“Para mildiu (*Peronospora farinosa*) y mancha circular de la hoja u “ojo de gallo” (*Cercospora spp.*), en caso de que el ataque sea severo (plantas jóvenes o el tercio inferior del follaje afectado), se recomienda realizar una aplicación de Metalaxyl (Ridomil completo) en dosis de 2 kg por hectárea.” (p38)

- *Plagas*

- *Trozadores (Agrotiz sp.)*

Según NIETO, VIMOS, MONTEROS, CAICEDO y RIVERA (1992)

“Las plagas consideradas importantes son los trozadores de tallos y cortadores de hojas, que son las larvas de lepidópteros de los géneros *Capitarsia* y *Agrotis*.” (p16)

Para los trozadores se recomienda Decis (Deltametrina) en dosis de 400 cc por hectárea para el control del cultivo ya que las plantas inmediatamente muere. (PERALTA, MAZÓN, MURILLO, RIVERA, RODRÍGUEZ, LOMAS y MONAR, 2012)

- ***Cosecha y trilla***

Según PERALTA, MAZÓN, MURILLO, RIVERA, RODRÍGUEZ, LOMAS y MONAR, (2012)

“La cosecha manual (con hoz) debe realizarse cuando se detecte que el grano ofrece resistencia a la presión entre las uñas. La trilla se la ejecuta golpeando las gavillas con una vara sobre carpas o plásticos, si los lotes son muy pequeños. Se debe evitar la contaminación con piedras. Tierra o semillas de malezas.” (p39)

- ***Post cosecha***

De acuerdo al INIAP las labores de post cosecha para la quinua son las siguientes:

- » Trilla
- » Secado del grano
- » Clasificación y limpieza del grano
- » Eliminación de saponina

(NIETO, VIMOS, MONTEROS, CAICEDO y RIVERA, 1992)

- ***Valor nutritivo***

Tabla N° 5. Composición Nutricional

CARACTERÍSTICAS	VAR. TUNKAHUAN
Color de grano	Blanco
Grano de primera %*	80 a 90
Peso hectolítico kg/hl	65

Tamaño del grano mm	1,7 a 2,1
Contenido de saponina %**	0,06
Deterioro del grano***	Muy bueno
Forma de grano	Redondo aplanado
Proteína %	15,73
Grasa %	6,11
Cenizas %	2,57
Fibra %	6,22
Calcio %	0,10
Fosforo %	0,35
Potasio %	0,66
Energía total ****	4744

Fuente: Programa de Cultivo Andinos y Departamento de Nutrición del INIAP

1.2.5 Benzoato de sodio

Fotografía N° 3. Benzoato de sodio



Fuente: La autora

Según GARRITZ y CHAMIZO, (1998)

“Un preservativo o inhibidor alimenticio es una sustancia que, sin alterar el sabor de los alimentos, impide el crecimiento de los microorganismos que los descomponen. Tal es el caso del benzoato de sodio, empleado en bebidas no alcohólicas, como jugos, en margarinas y jaleas.” (p746)

Se debe revisar la etiqueta de cualquier producto de este tipo y encontraras las palabras “benzoato de sodio, preservador”. No se conoce aún de manera precisa el mecanismo de acción de esta sal. (GARRITZ y CHAMIZO, 1998)

- ***Dosis***

1 gr por cada 1000 gr de producto terminado y/o según el producto a elaborar y su formulario. (CIMPA S.A.S, 2015)

- ***Especificaciones fisico-quimicas***

Contenido% (como producto seco $C_7H_5NaO_2$)	$\geq 99,0 - \leq 100,5$
Perdida por secado%	$\leq 2,0$
Acidez o alcalinidad	En conformidad con las regulaciones
Halogenuro % ($FeCl_3$)	$\leq 0,02$
Contenido total Cl %	$\leq 0,03$
Transparencia y color	En conformidad con las regulaciones

(CIMPA S.A.S, 2015)

1.2.6 Propionato de calcio

Fotografía N° 4. Propionato de calcio



Fuente: La autora

Según dice CIMPA S.A.S, (2015)

“Inhibidor de moho, constituido por Propionato de calcio al 98% de pureza, elaborado con alta tecnología. Sus propiedades garantizan una buena protección contra gran variedad de mohos y el decrecimiento del crecimiento de microbiano” (p1)

Su actividad se potencializa a un pH = 5, sin embargo, funciona a niveles más altos de pH. (CIMPA S.A.S, 2015)

- ***Dosis***

Entre 9,4 gramos y 75 gramos por cada 4 arrobas de producto a conservar; dependiendo de la humedad del material, la cual está por lo general entre 14% y un 18% en peso. (CIMPA S.A.S, 2015)

- ***Especificaciones físico-químicas***

Descripción: Polvo blanco, higroscópico, de color característico.

Dureza: 98% min.

Flúor (F): 3 ppm máx.

(CIMPA S.A.S, 2015)

1.3.Marco conceptual

- **Arada:** El arado es una herramienta de cultivo que se utiliza en la agricultura para abrir surcos y remover el suelo antes de sembrar las semillas.
- **Aristas:** Línea que resulta de la intersección de dos superficies, considerada por la parte exterior del ángulo que forman: la arista de un diedro, de un triedro, de un poliedro.
- **Aporque:** Cubrir con tierra ciertas plantas, como el apio, el cardo, la escarola y otras hortalizas, para que se pongan más tiernas y blancas.
- **Clorosis:** Amarilleo de las partes verdes de una planta debido a la falta de actividad de sus cloroplastos.
- **Endospermo:** El Endospermo es un tejido existente en las semillas de la mayoría de las plantas.
- **Estacionario:** Dicho de una persona o de una cosa: Que se mantiene en el mismo lugar, estado o situación.
- **Gavilla:** Conjunto de sarmientos, cañas, mieses, ramas, hierba, etc., mayor que el manojo y menor que el haz. Ochenta gavillas de sarmientos, de cebada.
- **Germen:** El germen de cereal es la parte reproductiva que germina para crecer en una planta.
- **Germoplasma:** Conjunto de genes que se transmite por la reproducción a la descendencia por medio de gametos o células reproductoras.
- **Glomerulada:** Agrupamiento denso, a modo de madeja, de vasos, glándulas o nervios.
- **Lepidópteros:** Se dice de los insectos que tienen boca chupadora constituida por una trompa que se arrolla en espiral, y cuatro alas cubiertas de escamitas imbricadas.
- **Metalaxyl:** Fungicida de acción sistémica de contacto, curativa y preventiva. Se absorbe rápidamente en el follaje por lo cual no es lavado por lluvias, manteniendo protegido al cultivo por un período de 10 a 14 días.

- **Mullido:** Cosa blanda que se puede mullir y sirve para rellenar colchones, asientos, aparejos, etc.
- **Muriato:** Es el cloruro (sustancia blanca y cristalina)
- **Nejayote:** Agua amarillenta en donde se ha cocido el maíz.
- **Nixtamalización:** Es el proceso mediante el cual se realiza la cocción del maíz con agua y cal, el cual es utilizado principalmente para obtención de masa (nixtamal) para la elaboración de tortilla; siendo este origen mesoamericano.
- **Nixtamal:** Maíz ya cocido en agua de cal, que sirve para hacer tortillas después de molido.
- **Oxalato:** Sal o éster del ácido oxálico.
- **Panoja:** Conjunto de espigas, simples o compuestas, que nacen de un eje o pedúnculo común, como en la grama y en la avena.
- **Pedicelos:** Columna carnosa que sostiene el sombrerillo de las setas.
- **Perigonios:** Envoltura externa de las flores homoclamídeas, formada generalmente por un verticilo simple de hojas florales coloreadas o tépalos; como en los lirios.
- **Pericarpio:** Parte exterior del fruto de las plantas que envuelve las semillas.
- **Pozole:** Es un plato típico de México, una especie de caldo hecho a base de granos de maíz y carne.
- **Pluvial:** Es agua de la lluvia que no es absorbida por el terreno.
- **Rastrada:** Es una técnica de cultivo que se utiliza en la agricultura.
- **Saponinas:** Son toxinas, y se cree que su toxicidad proviene de su habilidad para formar complejos con esteroides, por lo que podrían interferir en la asimilación de estos por el sistema digestivo, o romper las membranas de las células tras ser absorbidas hacia la corriente sanguínea.
- **Surcado:** Es la última labor a realizar antes de sembrar las semillas.
- **Tamices:** Cedazos muy tupidos.
- **Trilla:** Acción y efecto de trilla

CAPITULO II

2. MATERIALES Y MÉTODOS

En este capítulo se detalla los recursos, equipos, materiales, implementos, herramientas, materia prima, ubicación del ensayo, tipo de investigación, técnicas, diseño experimental, factores de estudio, tratamientos, análisis estadísticos y funcional, variables y el procedimiento que se utilizó para el desarrollo de esta investigación, además se manifestó la metodología y análisis que se realizó para la obtención de la nixtamalización de maíz (*Zea mays L.*), amaranto INIAP Alegría (*Amaranthus caudatus L.*) y quinua INIAP Tunkahuan (*Chenopodium quinoa Willd.*) a tres concentraciones y dos conservantes (Benzoato de sodio y Propionato de calcio).

2.1 Recursos, equipos, materiales, implementos, herramientas y materia prima.

Recursos Humanos

- **Autora:** Vásconez Albán Jenny Elizabeth
- **Director de Tesis.** Ing. Cevallos Carvajal Edwin Ramiro Mg.

Equipos

- Cocina Industrial
- Balanza analítica

- Brixómetro
- Batidora
- Molino

Materiales de laboratorio

- Probeta
- Termómetro
- Vasos de precipitación de 100 ml, 250 ml y 500 ml.
- Espátula

Implementos y herramientas

- Tamices o cedazos
- Moldes
- Olla
- Tamalera
- Gas
- Vasos de precipitación
- Fósforos
- Hojas
- Libreta de campo
- Laptop

Materia prima

- Maíz (*Zea mays* L)
- Amaranto (INIAP Alegría)
- Quinoa (INIAP Tunkahuan)
- Benzoato de sodio (Conservante)
- Propionato de calcio (Conservante)
- Cal (CaO)

2.2 Ubicación del ensayo

El producto se elaboró en los Laboratorios Académicos de la Carrera de Ingeniería Agroindustrial de la Facultad de CAREN en la Universidad Técnica de Cotopaxi.

2.2.1 Ubicación

Provincia: Cotopaxi

Cantón: Latacunga

Parroquia: Eloy Alfaro

Lugar: Salache (Universidad Técnica de Cotopaxi), Laboratorio de Investigación de Procesamiento de Frutas y Hortalizas de la Carrera de Ingeniería Agroindustrial.

2.2.2 Situación Geográfica

Longitud: 78° 37' 25.12'' O

Latitud: 0° 59' 56.53'' S

Altitud: 2730 msnm

IMAGEN N°1. SITUACIÓN GEOGRÁFICA DE LOS LABORATORIOS ACADÉMICOS DE LA CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL DE LA FACULTAD-CAREN-UTC



Fuente: Google Maps 2016

2.3 Tipo de Investigación

Para el proyecto se utilizaron los siguientes tipos de investigación; experimental, exploratoria y descriptiva.

2.3.1 Investigación experimental

Esta investigación se usó para la experimentación y los principios encontrados en el método científico y los experimentos que se pueden hacer en un laboratorio o en la vida real. Los ensayos son más efectivos para la investigación experimental y frecuentemente están limitados a temas en los cuales el investigador puede manipular la situación en la cual las personas se hallan.

La investigación experimental consiste en la manipulación de una variable experimental no comprobada, en condiciones rigurosamente controladas, con el fin de qué modo o por qué causa se produce una situación o acontecimiento en particular.

De acuerdo a la experimentación a la que se le sometió a las variables independientes como las concentraciones (25% quinua - 25% amaranto - 50 % maíz; 30% quinua – 30% amaranto – 40% maíz; 20%quinua – 10% amaranto – 70% maíz) y dos conservantes (Benzoato de sodio y propionato de calcio) para la obtención de la harina nixtamalizada a partir del maíz (*Zea mays L.*), amaranto INIAP Alegría (*Amaranthus caudatus L.*) y quinua INIAP Tunkahuan (*Chenopodium quinoa Willd.*) para la obtención del resultado final que serán los mejores tratamientos.

2.3.2 Investigación exploratoria.

Tiene por objetivo analizar el problema presente de la investigación de acuerdo a la falta de estudios de dichos granos el investigador obtiene pocos o casi nada de esos datos o información del tema que se está presentando. Es así que la investigación a realizarse nos ayudara a conocer más sobre el tema de acuerdo a la información escogida para que nos ayude a obtener los mejores resultados.

Este tipo de investigación se aplicó porque el tema elegido ha sido poco explorado y investigado.

2.3.3 Investigación descriptiva.

La investigación consiste en obtener las situaciones, costumbre y actitudes predominantes a través de la descripción exacta de las actividades, objetivos, procesos y personas. Tiene como meta la recolección de datos, y la identificación de las relaciones que existen entre tres o más variedades expuestas en la investigación.

Este tipo de investigación descriptiva se lo utilizó para la tabulación de datos que se obtuvo mediante el transcurso de la investigación.

Esta investigación ayudara a la obtención de información sobre maíz, amaranto INIAP Alegría y quinua INIAP Tunkahuan de las variedades (*Zea mays* l, *Amaranthus caudatus* L y *Chenopodium quinoa* Willd.) para el proceso de nixtamalización para la obtención de una harina que a partir de estos datos las preguntas o interrogantes sobre el producto final se aclaran.

2.4 Técnicas de la investigación

2.4.1 Encuesta

Es una serie de preguntas obtenidas en un cuestionario que se hace a un conjunto de personas para conocer su opinión sobre algún asunto determinado. Mediante la encuesta se realizó las evaluaciones de las características organolépticas del quimbolito a base de harina nixtamalizada de maíz, quinua y amaranto, la cual fue seleccionada de acuerdo a la fórmula del número de población, en la que se dio a conocer los parámetros que se estaba evaluando y así obtener los resultados de los encuestados. (Anexo N° 4.)

2.4.2 Observación

Es una técnica que consiste en observar atentamente el fenómeno, hecho o caso, tomar información y registrarla para su posterior análisis. Existen dos clases de observación: la observación científica lo que significa observar con un objetivo claro, definido y preciso en donde el investigador sabe que es lo que desea observar y para que quiere hacerlo lo cual implica que debe preparar cuidadosamente la observación. Mientras que la observación no científica significa observar sin intención, sin objetivo definido y por tanto sin preparación previa.

Mediante esta técnica se utilizó la observación científica ya que en la experimentación se observó con mucho cuidado todo lo que implica la elaboración del producto, bien fue ente primordial para no cometer errores en el proceso de la nixtamalización.

2.5 Diseño experimental

El diseño experimental acorde a la investigación se utilizó el diseño de bloques completamente al azar (DBCA) en un arreglo factorial de $3 \times 2 = 6$ muestras con 3 repeticiones y 18 tratamientos en estudio.

2.6 Factores de Estudio

FACTOR A = Concentraciones

a₁ = (25% quinua - 25% amaranto - 50 % maíz)

a₂ = (30% quinua – 30% amaranto – 40% maíz)

a₃ = (20%quinua – 10% amaranto – 70% maíz)

FACTOR B = Conservantes

b₁ = Benzoato de sodio

b₂ = Propionato de calcio.

2.7 Tratamientos en estudio

Se utiliza 6 tratamientos con 3 réplicas, los cuales se detallan en la siguiente tabla:

TABLA 6. TRATAMIENTOS EN ESTUDIO.

Repeticiones	Tratamientos	Descripción
I, II, II	t₁ (a1b1)	(25% quinua -25% amaranto -50 % maíz) + Benzoato de sodio
	t₂ (a1b2)	(25% quinua - 25% amaranto - 50 % maíz) + Propionato de calcio
	t₃ (a2b1)	(30% quinua – 30% amaranto – 40% maíz) + Propionato de calcio
	t₄ (a2b2)	(30% quinua – 30% amaranto – 40% maíz) + Benzoato de sodio
	t₅ (a3b1)	(20%quinua – 10% amaranto – 70% maíz) + Benzoato de sodio
	t₆ (a3b2)	(20%quinua – 10% amaranto – 70% maíz) + Propionato de calcio

Elaborado por: Jenny Vásquez

2.8 Análisis estadístico

TABLA 7: ESQUEMA DE ANÁLISIS DE VARIANZA

Fuente de variación	Grados de libertad	Formula
Tratamientos	5	(a*b)-1
Bloques	148	n - 1
Errores	740	T * B
Total	893	E+B+T

2.9 Análisis funcional.

La utilización del programa Infostat L/S ayudó en la evaluación estadística de los factores experimentales A * B los cuales interaccionan entre si y existe una gran probabilidad de aceptar o rechazar las hipótesis anteriormente expuestas.

2.10 Características de la unidad de estudio

En la investigación para la obtención de la masa nixtamalizada del maíz (*Zea mays L.*), amaranto de la variedad INIAP Alegría (*Amaranthus caudatus L.*) y quinua de la variedad INIAP Tunkahuan (*Chenopodium quinoa Willd.*) a tres concentraciones y dos conservantes (Benzoato de sodio y Propionato de calcio), se obtuvo de cada tratamiento para las respectivas cataciones a 149 personas los cuales se realizaron con alumnos y docentes de la carrera de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

Fórmula:

$$n = \frac{Z^2 * p * N}{E^2 (N-1) + Z^2 * p * q}$$

$$n = \frac{(1,96)^2 * 0,5 * 0,5 * 253}{(0,05)^2 (253-1) + 2^2 * 0,5 * 0,5}$$

$$N = \frac{3,84 * 0,5 * 0,5 * 253}{0,63 + 1}$$

$$n = \frac{242,88}{1,63}$$

$$n = 149,00 \longrightarrow \mathbf{149} \text{ tamaño de la muestra}$$

2.11 Variables e indicadores

CUADRO N° 6. VARIABLES E INDICADORES DE LA EXPERIMENTACIÓN

VARIABLE DEPENDIENTE	VARIABLE INDEPENDIENTE	INDICADORES / DIMENSIONES	
Proceso de nixtamalización del maíz, amaranto y quinua.	Tres concentraciones	Características Organolépticas	<ul style="list-style-type: none"> • Color • Olor • Sabor • Aceptabilidad
		Características Físico-Químicas	<ul style="list-style-type: none"> • Humedad • Cenizas
	<ul style="list-style-type: none"> • 25% quinua 25% amaranto 50 % maíz • 30% quinua 30% amaranto 40% maíz • 20%quinua 10% amarantos 70% maíz 	Características Microbiológicas	<ul style="list-style-type: none"> • E. coli • Levaduras • Mohos • pH • Acidez
		Características Nutricionales	<ul style="list-style-type: none"> • Proteínas • Vitaminas C • Vitamina A • Carbohidratos total • Grasa • Fibra dietética total
		Costos del producto	<ul style="list-style-type: none"> • Tres mejores tratamientos
	Dos conservantes		
	<ul style="list-style-type: none"> • Benzoato de sodio • Propionato de calcio 		

Elaborado por: Jenny Vásquez

2.11.1 Variables evaluadas

- Color
- Sabor
- Olor
- Aceptabilidad

2.11.2 Variables evaluadas de los mejores tratamientos

- Proteínas
- Vitamina C
- Vitamina A
- Carbohidratos totales
- Grasa
- Fibra dietética total
- Cenizas
- Humedad
- Mohos
- Levaduras
- E. coli
- Acidez
- pH
- Costos de producción

2.11.3 Evaluación de color

La característica del color varía de acuerdo a las concentraciones empleadas ya que los diferentes granos presentan un color distinto como: claro, muy claro, oscuro y ni oscuro /ni claro respectivamente.

2.11.4 Evaluación del sabor

La determinación del sabor de cada uno de los tratamientos cambia de acuerdo a las concentraciones de maíz, amaranto y quinua, los cuales fueron diferenciados por la presencia de los ingredientes empleados en la elaboración del quimbolito como puede ser su sabor característico.

2.11.5 Evaluación de olor

Para las características del olor de los tratamientos se dio mediante la influencia de las concentraciones (25% quinua 25% amaranto 50% maíz, 30% quinua 30% amaranto 40% maíz, 20% quinua 10% amarantos 70% maíz) y los conservantes (benzoato de sodio y propionato de calcio).

2.11.6 Evaluación de la aceptabilidad

La aceptabilidad se caracterizó mediante la aceptación que tuvo a partir de las cataciones realizadas los cuales dieron su visto bueno al producto que evaluaron tomando en cuenta las características organolépticas, demostrando los tres mejor tratamientos de todo el estudio.

2.12 Metodología del proceso de nixtamalización de maíz, amaranto y quinua

- ***Recepción***

Se recibió el maíz, amaranto y quinua limpia, que se encuentre apta para la experimentación y que sea de la variedad necesaria.

Fotografía N° 5. Recepción de materia prima



Fuente. La autora

- ***Pesado***

Se realizó un previo pesaje de la materia prima al inicio y al final del proceso, datos que ayudaran para el balance final.

Fotografía N° 6. Pesado de la materia prima



Fuente. La autora

- ***Nixtamalizado***

Para la nixtamalización se utilizó el método tradicional, una relación de 3:1 se pesara 5 kilogramos de cada grano a utilizar por cada 15 litros de solución hidróxido de calcio al 1% en base al peso de cada grano a utilizar, los granos se cocinan durante 40-45 min a ebullición.

Fotografía N° 7. Nixtamalización de los granos de maíz, quinoa y amaranto



Fuente. La autora

- ***Reposo***

Se dejó reposar en el mismo recipiente de cocción por 14 horas.

Fotografía N° 8. Reposo de los granos



Fuente. La autora

- ***Lavado***

Se eliminó la solución del cocimiento y el nixtamal se lava de 3-4 veces con agua corriente para eliminar el exceso de salvado y del hidróxido de calcio residual.

Fotografía N° 9. Lavado de los granos para eliminar el nixtamal



Fuente. La autora

- ***Deshidratado***

Se realizó el deshidratado a 50°C por 24 horas en el Laboratorio de Investigación de Procesamiento de Frutas y Hortalizas, trascurrido este tiempo se procedió a sacar la masa seca, hasta alcanzar una humedad de 7 – 9%

Fotografía N° 10. Deshidratado de los granos.



Fuente. La autora.

- ***Molido***

Se utilizó en un molino mecánico para poder conseguir la harina nixtamalizada, proceso que se realizó en un molino particular

Fotografía N° 11. Molido de los granos nixtamalizados.



Fuente. La autora

- ***Pesado final***

Se realizó el pesado final de las harinas nixtamalizadas para su previa utilización y preparación de los quimbolitos.

Fotografía N° 12. Pesado final de las harinas nixtamalizadas.

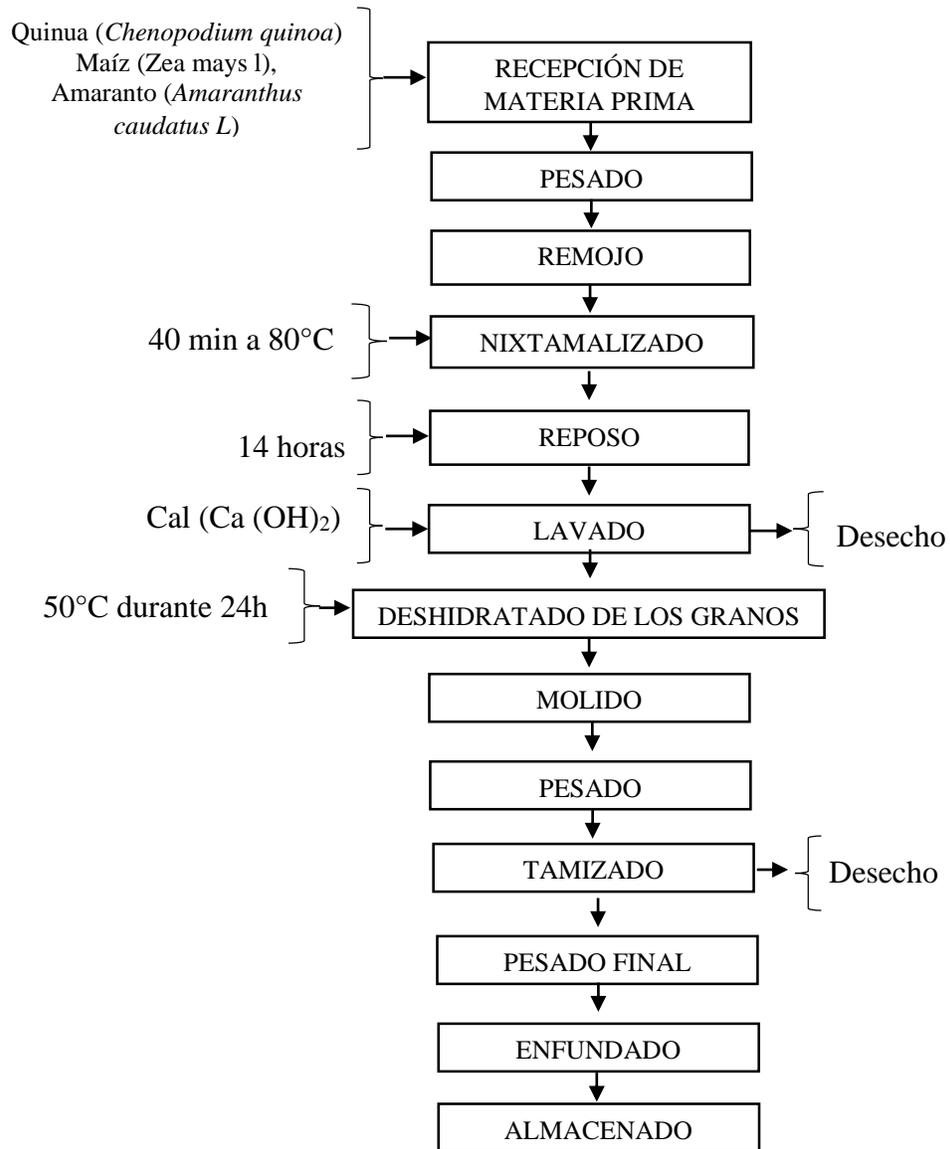


Fuente. La autora

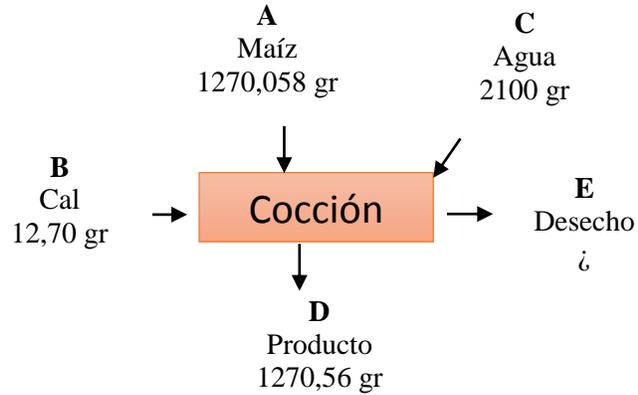
- ***Almacenado***

Se almacenó a una temperatura ambiente para conservar sus características y para que no sufra cambios en su aspecto.

2.13 Diagrama de flujo.



2.14 BALANCE DE MATERIALES DEL t₆ (a₃b₂).



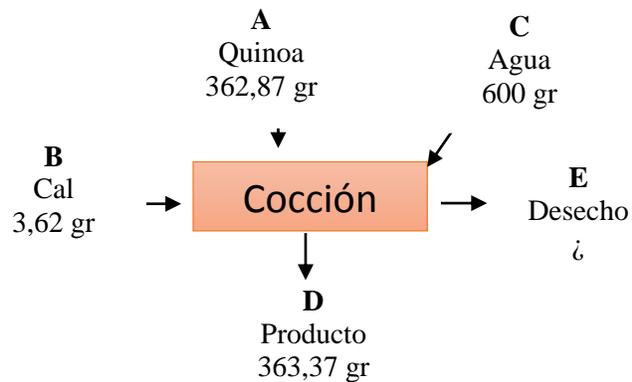
$$A + B + C = D + E$$

$$1270,058 + 12,70 + 2100 = 1270,56 + E$$

$$3382,76 - 1270,56 = E$$

$$2112,2 = E$$

Se añadió el grano de maíz haciendo referencia en cuatro libras, según la concentración deseada que es del 70%, luego se añadió la cal al 1% con respecto al peso inicial del grano, se colocó el agua en una relación 3:1 (agua: maíz), y sale el grano nixtamalizado obteniendo el desecho de la cocción del grano.



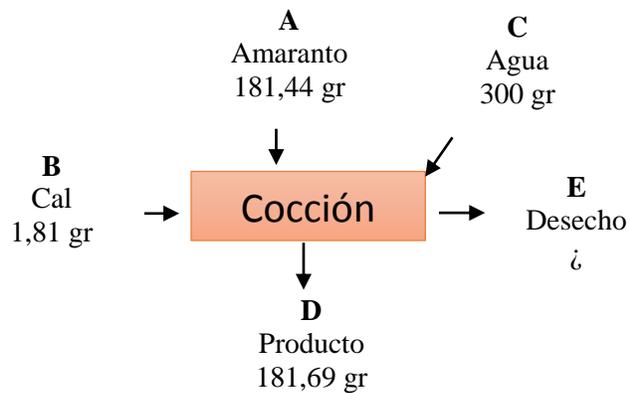
$$A + B + C = D + E$$

$$362,87 + 3,62 + 600 = 363,37 + E$$

$$966,49 - 363,37 = E$$

$$603,12 = E$$

Se añadió el grano de quinoa haciendo referencia en cuatro libras, según la concentración deseada que es del 20%, luego se añadió la cal al 1% con respecto al peso inicial del grano, se colocó el agua en una relación 3:1 (agua: quinoa), y sale el grano nixtamalizado obteniendo el desecho de la cocción del grano.



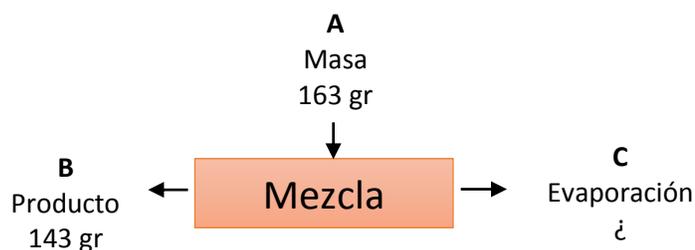
$$A + B + C = D + E$$

$$181,44 + 1,81 + 300 = 181,69 + E$$

$$483,25 - 181,69 = E$$

$$301,56 = E$$

Se añadió el grano de amaranto haciendo referencia en cuatro libras, según la concentración deseada que es del 10%, luego se añadió la cal al 1% con respecto al peso inicial del grano, se colocó el agua en una relación 3:1 (agua: amaranto), y sale el grano nixtamalizado obteniendo el desecho de la cocción del grano.



$$A = B + C$$

$$163 = 143 + C$$

$$163 - 143 = C$$

$$20 = C$$

En la mezcla que se realizó, ingresa la masa lista del quimbolito con el peso de 163 gr en cuanto al resultado del producto final es de 143 gr con una evaporación del 20% al respecto del peso inicial.

2.15 Metodología del proceso de preparación de quimbolitos con las harinas nixtamalizadas.

El proceso de preparación del quimbolito es el siguiente:

- **Recepción**

Se recibió la harina del maíz, amaranto y quinua previamente nixtamalizadas libre de impurezas, que se encuentre apta para la experimentación.

- **Dosificado**

De acuerdo a las concentraciones requeridas en la mezcla las cuales fueron: 25% amaranto - 25% quinua - 50% maíz; 30% amaranto - 30% quinua - 60% maíz; 10% amaranto - 20% quinua - 70% maíz, se añadió los conservantes (benzoato de sodio y propionato de calcio) y el resto de los ingredientes.

Tabla N° 8. Elaboración del quimbolito de harina de maíz, quinua y amaranto

Preparación del quimbolito en (4 lb) de maíz, quinua y amaranto.	
Ingredientes	Peso
Harina nixtamalizada de maíz	(70%) 1270 gr
Harina nixtamalizada de quinua	(20%) 362,9 gr
Harina nixtamalizada de amaranto	(10%) 181,4 gr
Polvo de hornear.	28 gr
Conservantes benzoato de sodio, propionato de	(1%); 0,1 gr
Mantequilla	125 gr
Azúcar	1 lb
Leche	1 lt
Queso	250 gr
Esencia de vainilla	7 gr
Huevos	8 huevos
Hojas de achira	25 hojas.

Fuente: La autora.

- ***Amasado***

Se colocó en un olla onda primero la mantequilla ya derretida, azúcar, esencia de vainilla, huevos y empezamos a batir hasta que todo se haya incorporado bien. Luego colocamos las harinas nixtamalizadas de maíz, quinua y amaranto, polvo de hornear y los conservantes, batimos bien hasta que nos quede una masa ideal para los quimbolitos.

- ***Reposo***

Se dejó la masa en reposo por unos 30 minutos para que el polvo de hornear actué como leudante.

- ***Moldeado***

En la hojas de achira (*Canna indica*) que pesó 100 gr previamente ya lavadas se coloca dos cucharadas o una onza de masa de quimbolito que equivale a 28,34gr, se cierra la hoja dándole la forma adecuada.

- ***Cocción***

Los quimbolitos ya listos se colocaron en la tamalera en forma homogénea para que no se estropeen durante la cocción, durante unos 45 minutos a 95°C.

- ***Enfriado***

Se saca de la tamalera los quimbolitos y se coloca en una mesa limpia

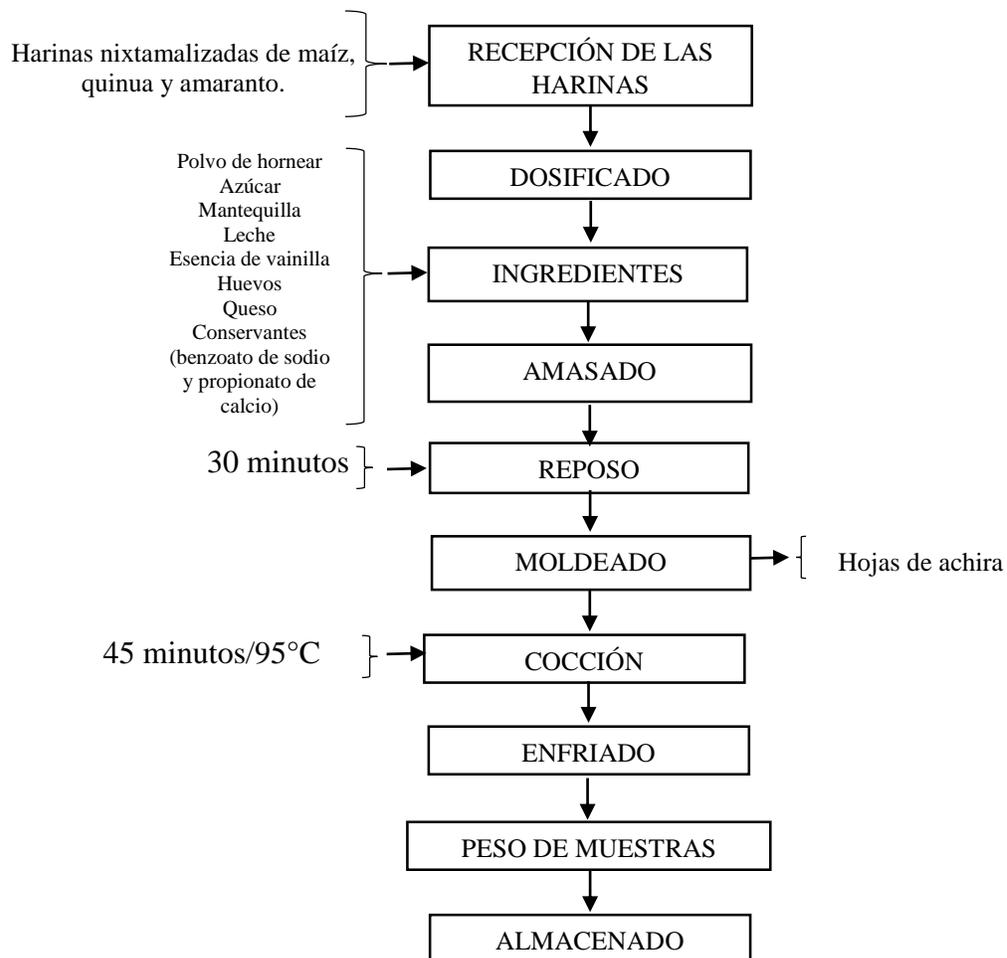
- ***Pesado de muestras***

Se pesó las muestras para realizar las cataciones pertinentes.

- ***Almacenado***

El producto final se almacenará por una hora en fundas Ziploc a temperatura de 15 a 18 °C para conservar sus características para que no sufra cambios en su aspecto, ya que si se almacena en una humedad relativa externa alta habrá migración de humedad hacia el interior y eso cambiaría las características del producto final.

2.16 Diagrama de flujo.



CAPITULO III

3. DISCUSIÓN Y RESULTADOS

En este capítulo se detalla el proceso realizado en los laboratorios de la carrera de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Técnica de Cotopaxi en la que se elaboró la nixtamalización de los granos de la variedad de maíz (*Zea maíz L.*), la variedad de amaranto INIAP Alegría (*Amaranthus caudatus L.*) y la variedad de quinua INIAP Tunkahuan (*Chenopodium quinoa Willd.*) con tres concentraciones y dos conservantes (propionato de calcio y benzoato de sodio), y las evaluaciones sensoriales o cataciones fueron aplicadas a 149 personas entre estudiantes y docentes de la carrera de Ingeniería Agroindustrial.

Por medio de los análisis estadísticos se determinó los tres mejores tratamientos de la investigación y además se observó la influencia de las fuentes de varianza sobre la distintas variables estudiadas, mediante un diseño de bloques completamente al azar en arreglo factorial 3*2 con tres replicas utilizadas el programa estadística Infostat/L y Excel.

Los análisis nutricionales, físico-químicos, microbiológicos y de estabilidad se realizaron en los Laboratorios de Control y Análisis de Alimentos, LACONAL, en donde analizaron los tres mejores tratamientos y finalmente se exponen las conclusiones y recomendaciones pertinentes de la investigación

3.1 Análisis de varianza (ADEVA)

3.1.1 Variable color

Análisis de varianza para el color del quimbolito a partir de maíz, amaranto y quinua con tres concentraciones y dos conservantes.

TABLA 9. ANÁLISIS DE VARIANZA DEL COLOR

F.V	SC	GL	CM	F	F crítico
Catadores	208,0955	148	1,4061	15,6379	1,2141*
Tratamientos	100,0804	5	20,0161	222,6160	1,9462**
Error	66,5356	740	0,0899		
Total	374,7115	893			
C.V (%)	8,5670				

Elaborado por: Jenny Vásquez

*Significativo

**Altamente significativo

- **Análisis e interpretación tabla 9.**

En los datos obtenidos en la tabla 9, el análisis de varianza del color se observa que el F calculado es mayor que el F crítico a un nivel de confianza del 95%, en donde se analiza que los tratamientos son altamente significativos; por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alternativa ya que presenta diferencias entre los tratamientos, con relación al color. Además se puede comprobar que el coeficiente de variación es confiable lo que significa que de 100 observaciones el 8,5670% van a ser diferentes y el 91,433% de todas las observaciones serán confiables, es decir, serán valores iguales para todos los tratamientos de acuerdo al color, por lo cual muestra la

exactitud con que fue desarrollado el ensayo y la aceptación de su porcentaje en función del control de la investigación.

En conclusión se menciona que las diferentes concentraciones de maíz, amaranto y quinua con los conservantes siendo el benzoato de sodio y propionato de calcio si influye sobre la variable color en la elaboración del quimbolito presentando diferencias entre los tratamientos de la investigación.

TABLA 10. PRUEBA DE TUKEY PARA EL COLOR

TRATAMIENTOS	MEDIAS	GRUPOS HOMOGÉNEOS
t ₅ (a ₃ b ₁)	4,0276	A
t ₆ (a ₃ b ₂)	3,8525	B
t ₄ (a ₂ b ₂)	3,3954	C
t ₂ (a ₁ b ₂)	3,3803	C
t ₁ (a ₁ b ₁)	3,2932	D
t ₃ (a ₂ b ₁)	3,0516	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

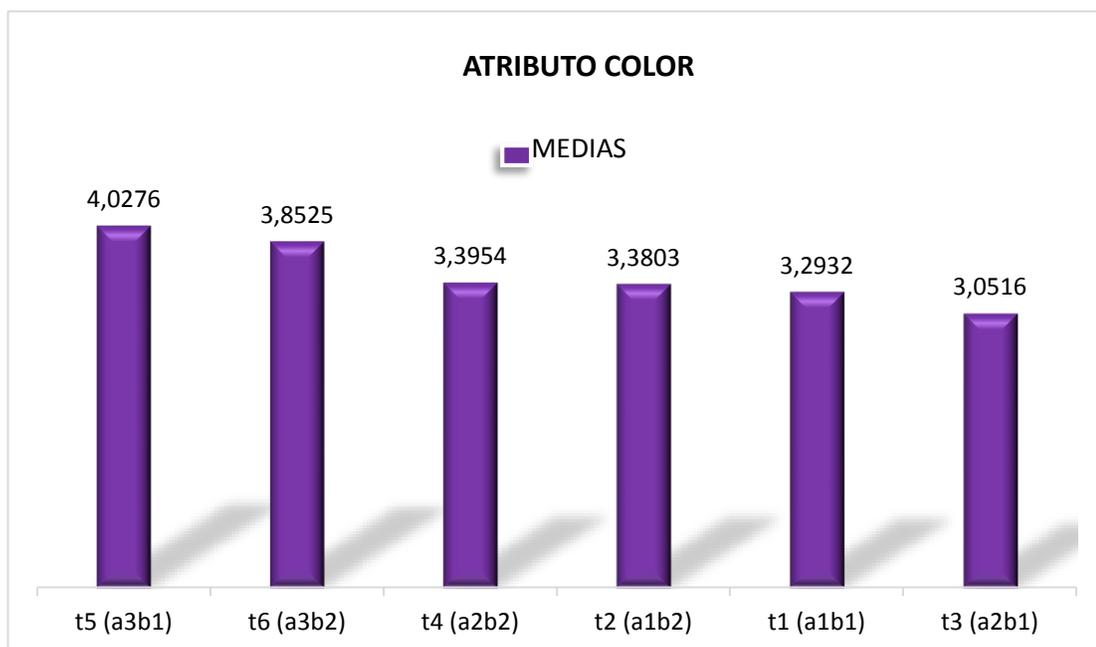
Elaborado por: Jenny Vásquez

- **Análisis e interpretación tabla 10**

Con los resultados obtenidos en la tabla 10, se concluye que el mejor tratamiento para el atributo color de acuerdo a la valoración de la encuesta, son los tratamientos t₅ (a₃b₁) que corresponde a la formulación (20% quinoa-10% amaranto-70% maíz) con benzoato de sodio, t₆ (a₃b₂) con su formulación (20% quinoa-10% amaranto-70% maíz) con propionato de calcio, t₄ (a₂b₂) que pertenece a la formulación de (30% quinoa-30% amaranto-40% maíz) con benzoato de sodio, es decir, con un color agradable perteneciente al grupo homogéneo A y B.

En conclusión, se menciona que las diferentes concentraciones de maíz, amaranto y quinua y los agentes conservante (benzoato de sodio y propionato de calcio) es óptimo para la elaboración de quimbolito, con un color agradable aceptado por los evaluadores sensoriales como también es perceptible observar la diferencia entre los tratamientos evaluados, es decir observando su influencia en cada uno de ellos.

GRÁFICO 1. PROMEDIOS PARA EL ATRIBUTO COLOR



Elaborado por: Jenny Vásquez

Se observa en el gráfico 1, que los tres mejores tratamientos son t₄ (a₂b₂) que corresponde a la formulación (30% quinua-30% amaranto-40% maíz) con benzoato de sodio con un valor de 3,3954, t₆ (a₃b₂) con su formulación (20% quinua-10% amaranto-70% maíz) con propionato de calcio con un valor de 3,8525, t₅ (a₃b₁) que pertenece a la formulación de (20% quinua-10% amaranto-70% maíz) con benzoato de sodio con un valor de 4,0276; los cuales corresponden a las mejores ensayos de los quimbolitos que se encuentran en un color muy claro de acuerdo a las encuestas realizadas.

En conclusión, se observa que los tratamientos deben tener un color muy claro debido a que es importante en la calidad del quimbolito así obteniendo los mejores tratamientos el cuatro, cinco y seis en los mismos que se utilizó como agentes conservante el benzoato de sodio y propionato de calcio ocurriendo esto con las diferentes concentraciones de maíz, amaranto y quinua.

3.1.2 Variable olor

Análisis de varianza para el olor del quimbolito a partir de maíz, amaranto y quinua con tres concentraciones y dos conservantes.

TABLA 11. ANÁLISIS DE VARIANZA DEL OLOR

F.V	SC	GL	CM	F	F crítico
Catadores	147,6495	148	0,9976	10,2351	1,2141*
Tratamientos	59,8599	5	11,9720	122,8252	1,9462**
Error	72,1290	740	0,0899		
Total	279,6384	893			
C.V (%)	8,3991				

Elaborado por: Jenny Vásquez

*Significativo

**Altamente significativo

- **Análisis e interpretación tabla 11.**

En los datos obtenidos en la tabla 11, el análisis de varianza del color se observa que el F calculado es mayor que el F crítico a un nivel de confianza del 95%, en donde se analiza que los tratamientos son altamente significativos y altamente significativo; por

lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alternativa ya que presenta diferencias entre los tratamientos, con relación al olor. Además se puede comprobar que el coeficiente de variación es confiable lo que significa que de 100 observaciones el 8,3991% van a ser diferentes y el 91,6009% de todas las observaciones serán confiables, es decir, serán valores iguales para todos los tratamientos de acuerdo al olor, por lo cual muestra la exactitud con que fue desarrollado el ensayo y la aceptación de su porcentaje en función del control de la investigación.

En conclusión se menciona que las diferentes concentraciones de maíz, amaranto y quinua con los conservantes siendo el benzoato de sodio y propionato de calcio si influye sobre la variable olor en la elaboración del quimbolito presentando diferencias entre los tratamientos de la investigación.

TABLA 12. PRUEBA DE TUKEY PARA EL OLOR

TRATAMIENTOS	MEDIAS	GRUPOS HOMOGÉNEOS
t ₆ (a ₃ b ₂)	4,2321	A
t ₄ (a ₂ b ₂)	3,8055	B
t ₅ (a ₃ b ₁)	3,6744	C
t ₃ (a ₂ b ₁)	3,6469	C
t ₂ (a ₁ b ₂)	3,5011	D
t ₁ (a ₁ b ₁)	3,4427	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Elaborado por: Jenny Vásquez

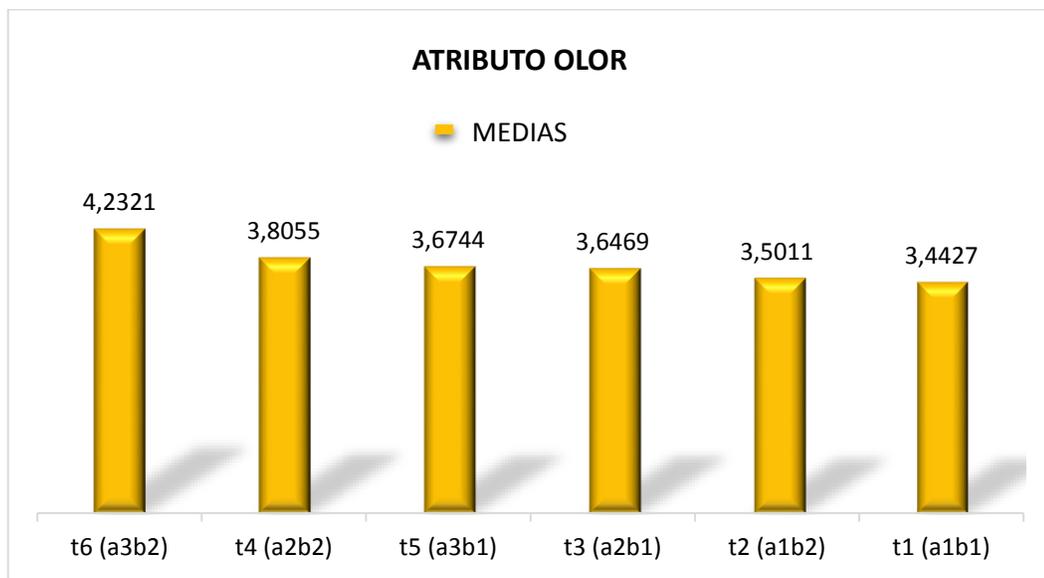
- **Análisis e interpretación tabla 12.**

Con los resultados obtenidos en la tabla 12, se concluye que el mejor tratamiento para el atributo olor de acuerdo a la valoración de la encuesta son los tratamientos t₆ (a₃b₂) que corresponde a la formulación (20% quinua-10% amaranto-70% maíz) con propionato de calcio, t₄ (a₂b₂) con su formulación (30% quinua-30% amaranto-40% maíz) con benzoato de sodio, t₅ (a₃b₁) que pertenece a la formulación de (20% quinua-

10% amaranto-70% maíz) con benzoato de sodio, es decir, con un olor muy agradable perteneciente al grupo homogéneo A y B.

En conclusión, se menciona que las diferentes concentraciones de maíz, amaranto y quinua y los agentes conservantes (benzoato de sodio y propionato de calcio) es óptimo para la elaboración de quimbolito, con un olor muy agradable aceptado por los evaluadores sensoriales como también es perceptible observar la diferencia entre los tratamientos evaluados, es decir observando su influencia en cada uno de ellos.

GRÁFICO 2. PROMEDIOS PARA EL ATRIBUTO OLOR



Elaborado por: Jenny Vásquez

Se observa en el gráfico 2, que los tres mejores tratamientos son t₄ (a₂b₂) que corresponde a la formulación (30% quinua-30% amaranto-40% maíz) con benzoato de sodio con un valor de 3,8055, t₆ (a₃b₂) con su formulación (20% quinua-10% amaranto-70% maíz) con propionato de calcio con un valor de 4,2321, t₅ (a₃b₁) que pertenece a la formulación de (20% quinua-10% amaranto-70% maíz) con benzoato de sodio con

un valor de 3,6744; los cuales corresponden a las mejores ensayos de los quimbolitos que se encuentran en un olor muy agradable de acuerdo a las encuestas realizadas.

En conclusión, se observa que los tratamientos deben tener un olor muy agradable debido a que es importante en la calidad del quimbolito, así obteniendo los mejores tratamientos el seis, cinco y cuarto en los mismos que se utilizó como agentes conservante el benzoato de sodio y propionato de calcio ocurriendo esto con las diferentes concentraciones de maíz, amaranto y quinua.

3.1.3 Variable sabor

TABLA 13. ANÁLISIS DE VARIANZA DEL SABOR

F.V	SC	GL	CM	F	F crítico
Catadores	82,7151	148	0,5589	4,3194	1,2141*
Tratamientos	32,5779	5	6,5156	50,3564	1,9462**
Error	95,7479	740	0,1294		
Total	211,0408	893			
C.V (%)	9,6102				

Elaborado por: Jenny Vásquez

*Significativo

**Altamente significativo

- **Análisis e interpretación tabla 13.**

En los datos obtenidos en la tabla 13, el análisis de varianza del sabor se observa que el F calculado es mayor que el F crítico a un nivel de confianza del 95%, en donde se analiza que los tratamientos son altamente significativos y altamente significativo; por

lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alternativa ya que presenta diferencias entre los tratamientos, con relación al sabor. Además se puede comprobar que el coeficiente de variación es confiable lo que significa que de 100 observaciones el 9,6102% van a ser diferentes y el 90,3898% de todas las observaciones serán confiables, es decir, serán valores iguales para todos los tratamientos de acuerdo al sabor, por lo cual muestra la exactitud con que fue desarrollado el ensayo y la aceptación de su porcentaje en función del control de la investigación.

En conclusión se menciona que las diferentes concentraciones de maíz, amaranto y quinua con los conservantes siendo el benzoato de sodio y propionato de calcio si influye sobre la variable sabor en la elaboración del quimbolito presentando diferencias entre los tratamientos de la investigación.

TABLA 14. PRUEBA DE TUKEY PARA EL SABOR

TRATAMIENTOS	MEDIAS	GRUPOS HOMOGÉNEOS
t ₅ (a ₃ b ₁)	3,9248	A
t ₄ (a ₂ b ₂)	3,8976	A
t ₆ (a ₃ b ₂)	3,8344	A B
t ₃ (a ₂ b ₁)	3,7407	B C
t ₂ (a ₁ b ₂)	3,7071	C
t ₁ (a ₁ b ₁)	3,3531	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

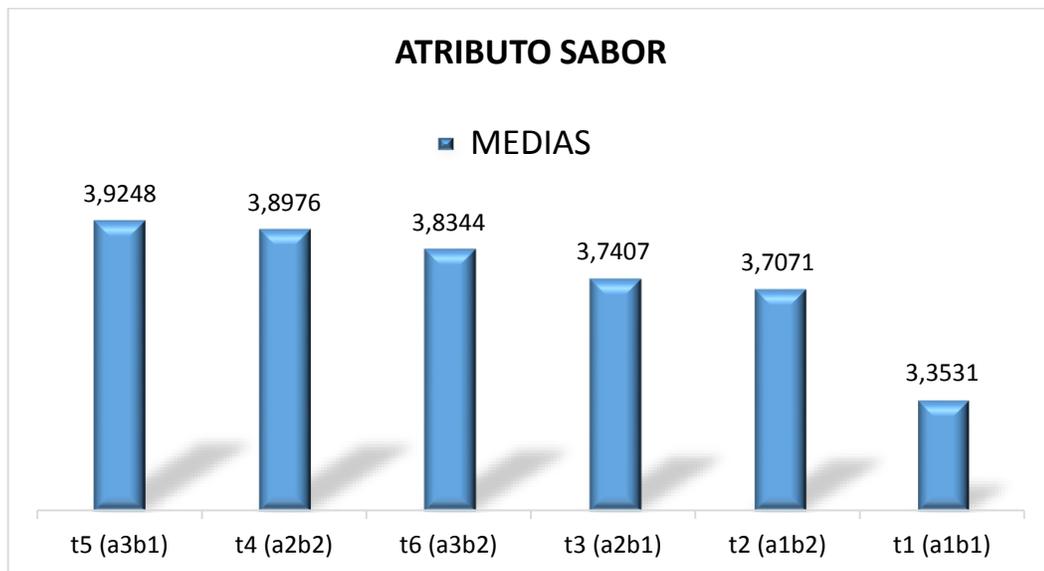
Elaborado por: Jenny Vásquez

- **Análisis e interpretación tabla 14.**

Con los resultados obtenidos en la tabla 14, se concluye que el mejor tratamiento para el atributo sabor de acuerdo a la valoración de la encuesta son los tratamientos t₅ (a₃b₁) que corresponde a la formulación (20% quinoa-10% amaranto-70% maíz) con benzoato de sodio, t₄ (a₂b₂) con su formulación (30% quinoa-30% amaranto-40% maíz) con benzoato de sodio, t₆ (a₃b₂) que pertenece a la formulación de (20% quinoa-10% amaranto-70% maíz) con propionato de calcio, es decir, con un sabor dulce perteneciente al grupo homogéneo A y B.

En conclusión, se menciona que las diferentes concentraciones de maíz, amaranto y quinua y los agentes conservantes (benzoato de sodio y propionato de calcio) es óptimo para la elaboración de quimbolito, con un sabor dulce aceptado por los evaluadores sensoriales como también es perceptible observar la diferencia entre los tratamientos evaluados, es decir observando su influencia en cada uno de ellos.

GRÁFICO 3. PROMEDIOS PARA EL ATRIBUTO SABOR



Elaborado por: Jenny Vásquez

Se observa en el gráfico 3, que los tres mejores tratamientos son t₄ (a₂b₂) que corresponde a la formulación (30% quinua-30% amaranto-40% maíz) con benzoato de sodio con un valor de 3,8976, t₅ (a₃b₁) con su formulación (20% quinua-10% amaranto-70% maíz) con benzoato de sodio con un valor de 3,9248, t₆ (a₃b₂) que pertenece a la formulación de (20% quinua-10% amaranto-70% maíz) con propionato de calcio con un valor de 3,8344; los cuales corresponden a las mejores ensayos de los quimbolitos que se encuentran en un sabor dulce de acuerdo a las encuestas realizadas.

En conclusión, se observa que los tratamientos deben tener un sabor dulce debido a que es importante en la calidad del quimbolito así obteniendo los mejores tratamientos el cuatro, cinco y el seis en los mismos que se utilizó como agentes conservante el benzoato de sodio y propionato de calcio ocurriendo esto con las diferentes concentraciones de maíz, amaranto y quinua.

3.1.4 Variable aceptabilidad

TABLA 15. ANÁLISIS DE VARIANZA DEL ACEPTABILIDAD

F.V	SC	GL	CM	F	F crítico
Catadores	122,8894	148	0,8303	6,1683	1,2141*
Tratamientos	67,3845	5	13,4769	100,1152	1,9462**
Error	99,6144	740	0,1346		
Total	289,8883	893			
C.V (%)	9,5061				

Elaborado por: Jenny Vásquez

*Significativo

**Altamente significativo

- **Análisis e interpretación tabla 15**

En los datos obtenidos en la tabla 15, el análisis de varianza de aceptabilidad se observa que el F calculado es mayor que el F crítico a un nivel de confianza del 95%, en donde se analiza que los tratamientos son altamente significativos; por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alternativa ya que presenta diferencias entre los tratamientos, con relación al aceptabilidad. Además se puede comprobar que el coeficiente de variación es confiable lo que significa que de 100 observaciones el 9,5061% van a ser diferentes y el 90,4939% de todas las observaciones serán confiables, es decir, serán valores iguales para todos los tratamientos de acuerdo a la aceptabilidad, por lo tanto muestra la precisión con que fue desarrollado el ensayo y la aceptación del control de la investigación.

En conclusión, se menciona que las diferentes concentraciones de maíz, amaranto y quinua con los conservantes siendo el benzoato de sodio y propionato de calcio si influye sobre la variable aceptabilidad en la elaboración del quimbolito presentando diferencias entre los tratamientos de la investigación.

TABLA 16. PRUEBA DE TUKEY PARA LA ACEPTABILIDAD

TRATAMIENTOS	MEDIAS	GRUPOS HOMOGÉNEOS
t ₆ (a ₃ b ₂)	4,1300	A
t ₄ (a ₂ b ₂)	4,0513	A
t ₅ (a ₃ b ₁)	4, 0362	A
t ₃ (a ₂ b ₁)	3, 8592	B
t ₂ (a ₁ b ₂)	3, 7721	B
t ₁ (a ₁ b ₁)	3, 3087	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Elaborado por: Jenny Vásquez

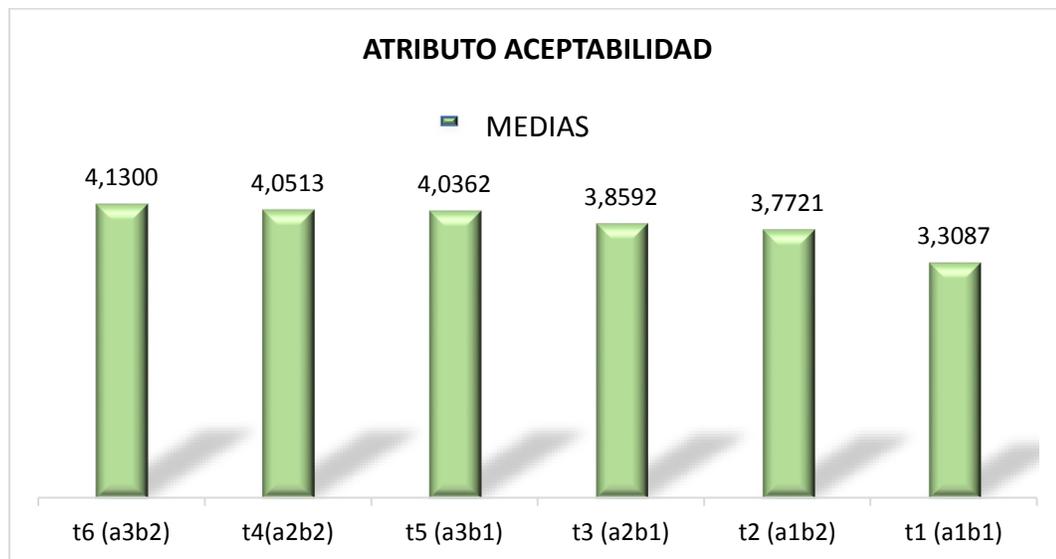
- **Análisis e interpretación tabla 16.**

De acuerdo a los datos obtenidos en la tabla 16, se concluye que el mejor tratamiento para el atributo aceptabilidad de acuerdo a la valoración de la encuesta, son los tratamientos t₆ (a₃b₂) que corresponde a la formulación (20% quinua-10% amaranto-70% maíz) con propionato de calcio, t₄ (a₂b₂) con su formulación (30% quinua-30% amaranto-40% maíz) con benzoato de sodio, t₅ (a₃b₁) que pertenece a la formulación de (20% quinua-10% amaranto-70% maíz) con benzoato de sodio, es decir, con una aceptabilidad muy agradable perteneciente al grupo homogéneo A

En conclusión, se menciona que las diferentes concentraciones de maíz, amaranto y quinua y los agentes conservantes (benzoato de sodio y propionato de calcio) es óptimo para la elaboración de quimbolito, con una aceptabilidad muy agradable aceptado por

los evaluadores sensoriales como también es perceptible observar la diferencia entre los tratamientos evaluados, es decir observando su influencia en cada uno de ellos.

GRÁFICO 4. PROMEDIOS PARA EL ATRIBUTO ACEPTABILIDAD



Elaborado por: Jenny Vásquez.

Se observa en el gráfico 4, que los tres mejores tratamientos son t₄ (a₂b₂) que corresponde a la formulación (30% quinoa-30% amaranto-40% maíz) con benzoato de sodio con un valor de 3,8055, t₆ (a₃b₂) con su formulación (20% quinoa-10% amaranto-70% maíz) con propionato de calcio con un valor de 4,2321, t₅ (a₃b₁) que pertenece a la formulación de (20% quinoa-10% amaranto-70% maíz) con benzoato de sodio con un valor de 3,6744; los cuales corresponden a las mejores ensayos de los quimbolitos que se encuentran en una aceptabilidad muy agradable de acuerdo a las encuestas realizadas.

En conclusión, se observa que los tratamientos deben tener una aceptabilidad muy agradable debido a que es importante en la calidad del quimbolito así obteniendo los mejores tratamientos el seis, cinco y cuarto en los mismos que se utilizó como agentes conservantes el benzoato de sodio y propionato de calcio ocurriendo esto con las diferentes concentraciones de maíz, amaranto y quinua.

TABLA 17. INTERPRETACIÓN DE LOS MEJORES TRATAMIENTOS

CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS	MEJORES TRATAMIENTOS		
Color	t ₅ (a ₃ b ₁)	t ₆ (a ₃ b ₂)	t ₄ (a ₂ b ₂)
Olor	t ₆ (a ₃ b ₂)	t ₄ (a ₂ b ₂)	t ₅ (a ₃ b ₁)
Sabor	t ₅ (a ₃ b ₁)	t ₄ (a ₂ b ₂)	t ₆ (a ₃ b ₂)
Aceptabilidad	t ₆ (a ₃ b ₁)	t ₄ (a ₂ b ₂)	t ₅ (a ₃ b ₁)

Elaborado por: Jenny Vásquez

- **Análisis e interpretación tabla 17**

En conclusión se menciona que estos son los mejores tratamientos de toda la investigación de la elaboración del quimbolito a base de la harina nixtamalizada según las características organolépticas del color: t₅ (a₃b₁), t₆ (a₃b₂), t₄ (a₂b₂); del olor, t₆ (a₃b₂), t₄ (a₂b₂), t₅ (a₃b₁); del sabor, t₅ (a₃b₁), t₄ (a₂b₂), t₆ (a₃b₂) y de la aceptabilidad, t₆ (a₃b₂), t₄ (a₂b₂), t₅ (a₃b₁).

3.2 Análisis nutricional.

TABLA 18. ANÁLISIS NUTRICIONAL DE LOS TRES MEJORES TRATAMIENTOS

PARAMETROS	MÉTODO	UNIDADES	t₄	t₅	t₆
Proteína	PE03-5-4-FQ. AOAC Ed 20,2016 2001.11	%(N _x 6,25)	5,42*	5,31	5,41
Carbohidratos total	Cálculo	%	32,1	35,8	37,8*
Grasa	PE13-5.4-FQ. AOAC Ed 20,2016 2003.06	%	6,69	8,04*	6,43
Fibra dietética total	AOAC 985.29. Ed 20,2016	%	0,66	0,98*	0,47
Vitaminas A	AOAC 992.06	UI/100 g	53,1*	45,9	34,9
Vitaminas C	AOAC 967.21	mg/100 g	2,45*	2,41	2,17

Fuente: Laboratorios de Control y Análisis de Alimentos (LACONAL) 2016.

* El mejor porcentaje de los tres mejores tratamientos. (Anexo 7)

- **Análisis e interpretación.**

En la tabla 18, se presenta los resultados de los análisis nutricionales de los tres mejores tratamiento t_4 (a_2b_2), t_5 (a_3b_1), t_6 (a_3b_2) del quimbolito con harina nixtamalizada de maíz, amaranto y quinua.

En relación al mejor porcentaje de los tres mejores tratamientos de proteína en el quimbolito presenta un valor de 5,42%. El quimbolito presenta un incremento debido a que contiene mantequilla y huevos, ya que estos productos son ricos en proteína.

En lo referente al mejor porcentaje de los tres mejores tratamientos de carbohidratos totales en el quimbolito es de 37,8%. El quimbolito con harina nixtamalizada constituye una gran fuente de energía para el organismo humano.

En cuanto al contenido de grasa al mejor porcentaje de los tres mejores tratamientos del quimbolito es de 8,04%, lo que significa que el quimbolito presenta valores considerables por contener mantequilla y huevos lo que caracteriza a un quimbolito clásico.

Con respecto a las fibras dietéticas totales que se presentó en el mejor tratamiento con un valor de 0,98% significaría que tienen más fibra que otros alimentos ya que el quimbolito tiene granos ricos en fibra.

El mejor porcentaje de los tres mejores tratamientos de vitaminas A es de 53,1 UI y de vitaminas C es de 2,45 mg. El consumo de quimbolito puede ser un gran vehículo para mejorar la calidad nutricional ya que este alimento permite la asimilación vitamínica de sus ingredientes en mayor cantidad

3.3 Análisis físico – químico

TABLA 19 ANÁLISIS FÍSICO – QUÍMICO DE LOS TRES MEJORES TRATAMIENTOS

PARÁMETROS	MÉTODO	UNIDADES	t ₄	t ₅	t ₆
Cenizas	AOAC Ed 20,2016 923.03	%	1,30	1,16	1,40*
Humedad	PE02-5.4-FQ- AOAC Ed 20,2016 925.10	%	53,8	48,7	48,5 *

Fuente: Laboratorios de Control y Análisis de Alimentos (LACONAL) 2016

* El mejor porcentaje de los tres mejores tratamientos. (Anexo 7)

- **Análisis e interpretación.**

En la tabla 19, se presenta los resultados de los análisis físico-químicos de los tres mejores tratamiento t₄ (a₂b₂), t₅ (a₃b₁), t₆ (a₃b₂) del quimbolito con harina nixtamalizada de maíz, amaranto y quinua.

El mejor porcentaje de los tres mejores tratamientos de ceniza en el quimbolito elaborado con las harinas nixtamalizadas de maíz, quinua y amaranto es del tratamiento t₆ (a₃b₂) con el 1,40%. El incremento en cenizas se debe al proceso de nixtamalización que incorpora calcio al producto.

En lo referente al porcentaje de los tres mejores tratamientos de humedad en el quimbolito elaborado con las harinas nixtamalizadas de maíz, quinua y amaranto es del tratamiento t₆ (a₃b₂) con el 48,5% de humedad. Estos resultados son muy aceptables ya que el producto es nuevo, tienen los porcentajes recomendables en los análisis físico-químicos del producto elaborado.

3.4 Análisis microbiológico

TABLA 20. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE LOS TRES MEJORES TRATAMIENTOS

PARAMETROS	METODO	UNIDADES	t ₄	t ₅	t ₆
pH	AOAC 981.12. Ed 20,2016	Unidades de pH	7,11*	7,31	7,29
Acidez	AOAC 942.15 Ed 20,2016	mg/100 (ácido cítrico)	0,083	0,047*	0,054
Mohos	PE02-5.4-MB AOAC 997.02 Ed 20,2016	UFC/g	< 10	< 10	< 10
Levaduras	PE02-5.4-MB AOAC 997.02 Ed 20,2016	UFC/g	< 10	< 10	< 10
E. Coli	PE01-5.4-MB AOAC R.I.:110402. Ed 20,2016	UFC/g	< 10	< 10	< 10

Fuente: Laboratorios de Control y Análisis de Alimentos (LACONAL) 2016

* El mejor porcentaje de los tres mejores tratamientos. (Anexo 7)

- **Análisis e interpretación.**

En la tabla 20, se presenta los resultados de los análisis microbiológico de los tres mejores tratamiento t₄ (a₂b₂), t₅ (a₃b₁), t₆ (a₃b₂) del quimbolito con harina nixtamalizada de maíz, amaranto y quinua.

En lo referente al pH y acidez del producto no sobrepasa los niveles establecido ya que este producto es neutro, no representa ningún riesgo al consumidor.

En cuanto al contenido de mohos y levaduras tenemos un valor de <10 ufc/g en el quimbolito con harina nixtamalizada de maíz, amaranto y quinua,

Con respecto al contenido de E. coli hubo un valor de <10 ufc/g, lo que no representa ningún riesgo al consumidor.

3.5 ANÁLISIS DE COSTOS DEL MEJOR TRATAMIENTO

t₆ (a₃b₂)

Para el análisis de costos se consideró el mejor tratamiento de los tres mejores tratamientos ya que fue determinado mediante el diseño experimental centrado en el análisis organoléptico de los mejores tratamientos.

Este análisis está basándose en los gastos fijos y variables del t₆ (a₃b₂) ya que están presentes en la elaboración del producto final, es por esto que se detalla en las siguientes tablas:

TABLA 21. COSTOS VARIABLES DEL MEJOR TRATAMIENTO t₆ (a₃b₂)

MATERIALES	DESCRIPCION	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Maíz	(70%)	1270,058 gr	\$ 0,85	\$ 0,85
Quinoa	(20%)	362,87 gr	\$ 0,60	\$ 0,60
Amaranto	(10%)	181,44 gr	\$0,45	\$0,45
Cal	(18,13 gr)	1	\$0,38	\$0,38
Gas	Tanque 15 Kg	2 días (consumo)	\$ 6,00	\$ 6,00
Huevos	(0,53 gr)	8	\$ 1,00	\$ 1,00
Leche	(2 lt)	2	\$ 1,70	\$ 1,70
Queso	(250 gr)	1	\$ 1,00	\$ 1,00
Royal o polvo de hornear	(28 gr)	1	\$ 0,45	\$ 0,45
Mantequilla	(125 gr)	1	\$ 1,25	\$ 1,25
Esencia de vainilla	(7 gr)	1	\$ 0,15	\$ 0,15
Azúcar	(1 lb)	1	\$ 0,50	\$ 0,50

Hojas de achira	(100 gr)	20	\$ 0,20	\$ 0,20
Etiquetas para el producto	Etiquetas con las características del producto	20 unidad	\$1,20	\$1,20
Fundas de polietileno	Fundas de polietileno ZIPLOC	20 unidad	\$ 3,60	\$ 3,60
Elaborado por: Jenny Vásquez				\$ 19,33

COSTOS FIJOS

- **Mano de obra:**

Salario básico \$ 354

8 horas * 20 días = 160 horas

$354 / 160 = \underline{\underline{\$ 2,21}}$

6 tratamientos ----- 4 horas

1 tratamiento ----- x = **0,66 horas**

Conclusión: Mediante el cálculo realizado anteriormente se logró determinar el tiempo empleado en la producción de cada tratamiento, dando como resultado 0,66 horas.

0,66 horas $\left| \begin{array}{l} 60 \text{ min} \\ 1 \text{ hora} \end{array} \right. = \mathbf{39,6 \text{ min}}$

60 min -----\$ 2,21

39,6 min -----x = **\$ 1,45**

Conclusión: En la operación matemática anterior se realizó una conversión de unidades de horas a minutos, en el cual se logró conocer el costo empleado para la obtención de cada tratamiento, siendo este de \$ 1,45.

- **Agua**

Costo de litro de agua \$ 0,05

1000 litros la capacidad del tanque

Litros utilizados = 12

\$ 0,05 x 1000 = **\$ 50**

1000 litros-----100%

12 litros -----x = 1,2%

100% -----\$ 50

1,2%-----x = **\$ 0,6**

Conclusión: Mediante los cálculos realizados anteriormente se logró determinar el costo total del agua disponible \$ 50, luego se calculó el porcentaje de agua utilizada para los tratamientos 1,2% y por último se determinó el costo de agua utilizada en cada uno de los tratamientos siendo este \$ 0,6.

TABLA 22. DEPRECIACIÓN DE MAQUINARIA/ EQUIPOS

Activo fijo	Costo	Depreciación	Anual	Mensual	Diario
Balanza	\$ 90	20%	\$ 18	\$ 1,50	\$ 0,05
Licadora	\$ 90	10%	\$ 9	\$ 0,75	\$ 0,025
Cocina industrial	\$ 200	20%	\$ 40	\$ 3,33	\$ 0,11

\$ 200 -----100%

X -----20% = **\$ 40** / 12 meses = **\$ 3,33** / 30 días = **\$ 0,11**

Total: \$ 0,11 + \$ 0,025 + \$ 0,05 = \$ **0,185**

Conclusión: La depreciación de la maquinaria se lo realizo dependiendo del tiempo de utilización, es por eso que se desglosó por porcentajes y mediante una operación matemática de regla de tres se obtuvo los valores de depreciación anual, mensual y diario, para al final sumar esos valores diarios obteniendo un valor total de \$ 0,185.

TABLA 23. COSTOS FIJOS

DETALLE	VALOR TOTAL
Mano de obra	\$ 0,66
Agua	\$ 0,6
Depreciación de maquinaria	\$ 0,185
TOTAL	\$ 1,45

Costos totales = costos fijos + costos variables

Costos totales = \$ 1,45 + \$ 19,31

Costos totales = \$ **20,76** → **2400 gr** que equivale a unos 12 quimbolitos.

\$ 1,73 → **200 gr**

Conclusión: Se detallan los valores totales de todas las operaciones anteriormente realizadas para fijar el costo final de los tratamientos realizados y así lograr obtener el costo de producción por una cantidad de 2400 gr que equivaldría a unos 12 quimbolitos (\$20,76) el mismo que al realizar una operación matemática para una cantidad de 200 gr fue de \$1,73.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones:

- Se elaboró un quimbolito a base de las harinas nixtamalizadas de las variedades maíz (*Zea mays L.*), amaranto INIAP Tunkahuan (*Amaranthus caudatus L.*) y quinua INIAP Tunkahuan (*Chenopodium quinoa Willd.*) a tres concentraciones y dos conservantes (benzoato de sodio y propionato de calcio) obteniéndose un producto de calidad con excelentes características.
- En base a las características organolépticas realizadas mediante cataciones en donde los parámetros evaluados fueron el color, olor, sabor y aceptabilidad, se obtuvo los tres mejores tratamientos al t₄ (30% quinua – 30% amaranto – 40% maíz) con benzoato de sodio, t₅ (20% de quinua – 10% amaranto – 70% maíz) con benzoato de sodio, t₆ (20% quinua – 10% amaranto – 70% maíz) con propionato de calcio.
- Como resultado de los análisis nutricionales, físico-químicos y microbiológicos realizados en los Laboratorios de Control y Análisis de Alimentos “LACONAL” en donde analizaron a los 3 mejores tratamientos son los siguientes: t₄ (30% quinua – 30% amaranto – 40% maíz) con benzoato de sodio, t₅ (20% de quinua – 10% amaranto – 70% maíz) con benzoato de sodio, t₆ (20% quinua – 10% amaranto – 70% maíz) con propionato de calcio. Se logró conocer que el quimbolito aporta con un alto contenido de: carbohidratos (37,8%), proteína (5.41%), grasa (6.43%), fibra dietética (0.47%), vitamina A (<34.9 UI/100g), vitamina C (2.15% mg/100g), cenizas (1.40%), humedad (48.5%), mohos (<10 UFC/g), levaduras (<10 UFC/g), E. Coli (<10 UFC/g), pH (7,29) y acidez (0.054 mg/100) referente al t₆ el cual se destaca entre los tres mejores tratamientos.

- El costo de producción del mejor tratamiento t_6 (a_3b_2) fue de \$1,75 por una cantidad de 200 gr, el cual fue determinado de acuerdo al costo de la materia prima, equipos, maquinaria y costos fijos.
- Por los resultados de las cataciones obtenidas en el quimbolito, se puede manifestar que este producto resulta un excelente medio para mejorar la calidad nutricional de la persona que lo consumen. Además, se ha manifestado que el consumo de alimentos que han sufrido el proceso del nixtamalizado (enriquecidos de Calcio) permite una mejor asimilación proteica de sus ingredientes y en mayor cantidad que los elaborados con otras harinas.
- En relación al análisis de estabilidad puedo concluir que es factible elaborar un quimbolito a base de harina nixtamalizada de maíz, quinua y amaranto ya que el tiempo de duración sobrepasa los 15 días sin observar cambios en las características nutricionales, físico-químicos y microbiológicas, los cuales influyen directamente a la composición por lo que no representa un riesgo para los consumidores.

Recomendaciones:

- Se recomienda seguir con el estudio del tema investigado ya que al realizar el proceso de nixtamalización del maíz, quinua y amaranto y obtener las harinas se puede dar otra aplicación que no sea un quimbolito, puede ser aplicado en productos de panadería sin afectar su presentación a más de eso mantendría su preservación gracias a los conservantes empleados.
- Se sugiere utilizar otros tipos de conservantes ya que en el mercado hay un sin número de ellos los cuales no afectan la presentación ni el sabor.
- Actualmente ninguna industria a nivel nacional produce la harina nixtamalizada de maíz, amaranto y quinua, por lo que se le sugiere poner en práctica esta tesis ya que este producto sería muy deseado en nuestro medio y como no pensar dando nuevas alternativas a los granos andinos de nuestra región y así alimentar a la población sanamente.
- En el proceso de deshidratado de los granos en especial de la quinua se pudo observar que este grano es apto para ser aplicado como cereal ya que su textura al eliminar el exceso de agua es similar al corn flakes o snacks.
- Difundir los resultados de la investigación recomendando incentivar el consumo de los quimbolitos primordialmente a niños, jóvenes o adultos mayores, ya que los resultados obtenidos del producto que contiene altos porcentajes nutricionales.

- Es necesario impulsar nuevas alternativas tecnológicas para la elaboración de las harinas nixtamalizadas de maíz, amaranto y quinua para reducir la desnutrición en nuestra población. Por lo general con este producto se obtendrá una mejor alimentación ayudando a los sectores más desprotegidos dentro de la provincia y el país.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Tesis

- Paca, A. (2012). “Obtención de harina nixtamalizada de tres variedades de papa (*Solanum Tuberosum*) con mayor contenido de calcio para elaboración de pan”. Tesis de Grado Previo a la Obtención del Título de Ingeniero Agroindustrial otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar. Guaranda.
- Molina, H. Saul. (2006). “Desarrollo de un biofertilizante a partir de cepas de *Azospirillum spp*, para el cultivo de maíz (*Zea mays L*) con dos fertilizantes químicos y dos fertilizantes orgánicos” Universidad Técnica de Cotopaxi. Latacunga.
- Sánchez, Iván. (2014). Evaluación del rendimiento de dos líneas de amaranto (*Amaranthus caudatus*) con tres métodos de siembra, bajo manejo orgánico” Presentada como requisito parcial para Obtener el Título de Ingeniero Agrónomo. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba.

Páginas Web

- Garritz, Andoni; Chamizo, José Antonio; “Química” Disponible en <https://books.google.com.ec/books?id=kbvDfKe1810C&pg=PA746&dq=benzoato+de+sodio&hl=es&sa=X&ei=-BCJvcPYH8GqggSemIL4BQ&ved=0CBwQ6AEwAA#v=onepage&q=benzoato%20de%20sodio&f=false>

- CIMPA S.A.S., "Insumos tecnológicos para la Industria alimentaria" Ficha técnica Benzoato de sodio Disponible en <http://www.cimpaltda.com/modulo/quimicos/benzoato%20de%20sodio.pdf>
- CIMPA S.A.S., "Insumos tecnológicos para la Industria alimentarias" Ficha técnica Propionato de calcio Disponible en <http://www.cimpaltda.com/modulo/quimicos/propionato%20de%20calcio.pdf>
- Doebley, J. y Stec, A. (1993). "La Herencia de las Diferencias Morfológicas Entre el Maíz y Teosinte: La comparación de Resultados para Dos Poblaciones de F2. La Sociedad de las genéticas de América", Número 134 Disponible en http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/bioseguridad/pdf/20922_sg7.pdf
- Anatomía del grano de quinua. Disponible en: <http://www.fao.org>
- Como hacer la masa de maíz nixtamalizado. Disponible en: <http://esolercocina.blogspot.com/2014/08/como-hacer-la-masa-de-maiz-nixtamalizado.html>
- Ortega-Moody J, E. Morales-Sánchez, M. Hernández Román y M Ruíz Torres. (2011) Sistema para producir harina nixtamalizada con transporte de bajo cizallamiento. Vol 4. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-73812011000100005

Libros electrónicos

- Paliwal, R., Granados, G., Lafitte, H., Violic, A., (2001). El maíz en los trópicos, (Mejoramiento y producción), Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma.

- Paredes, L. Octavio., Guevara Lara Fidel., Bello Pérez Luis Arturo. (2009). La nixtamalización y el valor nutritivo del maíz. Ciencias 92, octubre-marzo, pp. 60-70
- Programa de Maíz del CIMMYT. 2004. Enfermedades del maíz: una guía para su identificación en el campo. Cuarta edición. México, D, F.: CIMMYT
- Anónimo. 2007^a. http://www.fao.org/index_es.htm. 20 de Diciembre del 2007.
- Pandey S. 1998. Industrias de semillas de maíz en desarrollo. En: Morris ML editor. Desarrollo de variedades cultivo convencional de plantas. Colorado: Rienner y CIMMYT. 401.
- Reyes CP. 1990 El maíz y su cultivo. 1ra ed. México, DF: AGT Editor S.A.

Libros impresos.

- Peralta, Mazón, Murillo, Rivera, etc., “Manual Agrícola de Granos Andinos”, Quito-Ecuador, 2012.
- Peralta, Mazón, Murillo, Rivera, etc., “Catalogo de Variedades Mejoradas de Granos Andinos: Chocho, Quinoa y Amaranto, para la sierra Ecuatoriana”, Quito-Ecuador, 2013.
- Peralta I Eduardo, Mazón O. Nelson .Conferencia de la quinoa (*Chenopodium quinoa Wild*) en Ecuador, avances y perspectivas, leguminosas y granos andinos Iniap, Ecuador, Instituto Nacional de Normalización, Norma de calidad de quinoa, grano entero N°. 1673, Quito, Ecuador.

Artículos Científicos

- Castillo V.K.C., Ochoa M.L.A., Figueroa C.J.D., Delgado L.E., Gallegos I.J.A., Morales C.J. (2009). Efecto de la concentración de hidróxido de calcio y tiempo de cocción del grano de maíz (*Zea mays L.*) nixtamalizado, sobre las características fisicoquímicas y reológicas del nixtamal. p. 425.

- Bello-Pérez, Luis A., Osorio-Díaz, Perla., Edith Agama-Acevedo, Núñez-Santiago, Carmen y Paredes-López, Octavio. (2002). Propiedades químicas, fisicoquímicas y reológicas de masas y harinas de maíz nixtamalizado.
- Tosi, A. (2012). Nixtamalización de variedades locales seleccionadas de maíz y aplicación a recetas tradicionales y de autor. Cuenca, Ecuador: Lic, en Gastronomía y Servicios de Alimentos y Bebidas, Facd. Ciencias Hospitalidad, Univ. Cuenca
- Billeb de Sinibaldi, Ana Cristina. y Bressani, Ricardo. (2001). Características de cocción por nixtamalización de once variedades de maíz. Centro de Ciencia y Tecnología de Alimentos, Instituto de Investigaciones. Universidad del Valle de Guatemala. Caracas mar.

Divulgativos INIAP

- Egúez Moreno José y Pintado Pablo, Ing. Agro, Guía para la producción de maíz en la sierra sur del Ecuador, Boletín Divulgativo N° 406 Cuenca-Ecuador 2011.
- Mujica y Días, “El Cultivo del Amaranto”, Perú, 1997.
- INIAP. Boletín divulgativo N° 146 “Potencial Agroindustrial de la quinua”, Abril 2011
- Nieto, C. (1989). “El Amaranto” Quito-Ecuador N°52
- Monteros, Nieto, Caicedo, Rivera y Vimos “INIAP Alegría primera variedad mejorada de amaranto para la Sierra Ecuatoriana”, Quito, Ecuador, Abril de 1994.
- Nieto C. Carlos, Vimos N. Carlos, Monteros J, Caicedo Cecilia V. Carlos, Agr. Rivera M. Marco. Boletín divulgativo N° 228 “Iniap-Ingapirca e Iniap-

Tunkahuan dos variedades de quinua de bajo contenido de Saponina Estación Experimental “Santa Catalina”, Abril 1992.

BIBLIOGRAFÍA.

Tesis

- Oyaque, M. (2006). “Estudio de la aceptabilidad de una tortilla de maíz (*Zea mays*), variedad amarillo, sometido a diferentes tratamientos de nixtamalización”. Perfil de investigación previo a la obtención del título de Ingeniería en Alimentos de la Universidad Técnica de Ambato. Ambato.
- Cuadrado, S. (2012). “La quinua en el Ecuador situación actual y su industrialización”. Tesis para obtener el título de master en administración de empresas. Universidad Politécnica Salesiana. Cuenca.
- González, S. (2009). Estudio de flujo de genes en quinua (*Chenopodium quinoa* W.) en el campo de agricultura mediante el uso de marcadores microsatélites. Previo a la obtención de Grado Académico o Título de Ingeniero en Biotecnología. Escuela Politécnica Del Ejército. Sangolquí.
- Mera, L. y Toapanta, J. (2016). Elaboración de una bebida fortificada a partir de la variedad de amaranto INIAP Alegría (*Amaranthus caudatus* L.) y la variedad de quinua INIAP Tunkahuan (*Chenopodium quinoa* Willd.) con tres concentraciones y tres tipos de endulzantes (estevia, panela y miel de abeja) para garantizar la seguridad alimentaria en la Provincia de Cotopaxi, cantón Latacunga, parroquia Eloy Alfaro, sector Salache, Laboratorios Académicos de la Carrera de Ingeniería Agroindustrial, en el periodo 2014-2015.”. Tesis de Grado Previa a la Obtención del Título de Ingenieros Agroindustriales. Universidad Técnica de Cotopaxi. Latacunga.

Páginas Web

- Falcón y Herrera. Análisis del alto Estadístico (Guía didáctica), Universidad Bolivariana de Venezuela, Caracas, 2005.
- <http://www.elcomercio.com/actualidad/ecuador-rendimiento-maiz-economia-magap.html>
- http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222009000400011
- <http://www.wordreference.com/definicion/arista>
- <http://es.thefreedictionary.com/gavilla>
- <http://www.diclib.com/cgi-bin/d1.cgi?l=es&base=moliner&page=showid&id=55536#.WEDaIPnhDIU>
- http://www.oxalato.com/cido_oxlico
- <http://metodologia02.blogspot.com/p/tecnicas-de-la-investigacion.html>
- <http://www.gestiopolis.com/metodos-y-tecnicas-de-investigacion/>
- <http://ciencia.glosario.net/agricultura/aporque-10638.html>
- http://extension.illinois.edu/focus_sp/chlorosis.cfm
- <http://es.thefreedictionary.com/estacionario>
- <http://www.sabelotodo.org/glosario/germoplasma.html>
- <https://www.nombra.me/significado-acentuacion-rimas/glomerulada-ca.html>
- <http://www.asturnatura.com/orden/lepidoptera.html>
- <http://www.anasac.cl/agropecuario/productos/metalaxil-mz-58-wp/>
- <http://dle.rae.es/srv/search?m=30&w=mullido>
- <http://www.sqm.com/es-es/productos/potasio/clorurodepotasio/parausoagricola.aspx>
- <http://www.cideteq.mx/sabias-que-el-nejayote-es-un-biopoli-electrolito/>
- <https://es.wikipedia.org/wiki/Nixtamalizaci%C3%B3n>
- http://biblioteca.ucv.cl/site/servicios/metodos_tecnicas_investigacion.php

ANEXOS

ANEXO 1. FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO DE NIXTAMALIZACIÓN DEL MAÍZ, QUINUA Y AMARANTO

Fotografía N° 13: Recepción de la materia prima



Fuente: La autora

Fotografía N° 14. Pesado de las materias primas (maíz, amaranto y quinua)



Fuente: La autora.

Fotografía N° 15. Desaponificación de la quinua INIAP Tunkahuan
(*Chenopodium quinoa Willd.*)



Fuente: La autora

Fotografía N° 16. Remojo y lavado del maíz, quinua y amaranto



Fuente: La autora

Fotografía N° 17. Adicionamos la Cal



Fuente: La autora

Fotografía N° 18. Cocción en la olla a 70°C durante 50 minutos del amaranto, maíz y quinua por separado.



Fuente: La autora

Fotografía N° 19. Se deja reposar en la olla por 10 horas



Fuente: La autora

Fotografía N° 20. Lavado de los granos después del reposo



Fuente: La autora

Fotografía N° 21. Deshidratado de los granos de maíz, quinua y amaranto.



Fuente: La autora

Fotografía N° 22. Molido de los granos nixtamalizados



Fuente: La autora

ANEXO 2. FOTOGRAFÍAS DE LA ELABORACIÓN DEL QUIMBOLITO

Fotografía N° 23. Recepción de los materiales e ingredientes



Fuente: La autora

Fotografía N° 24. Pesado de las harinas nixtamalizadas de maíz, quinua y amaranto.



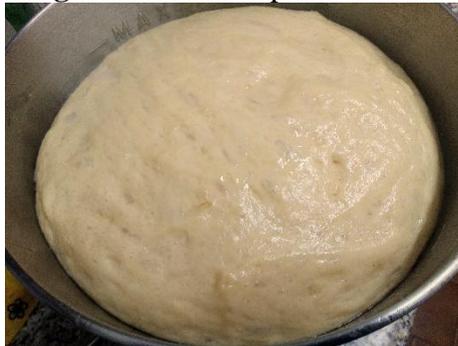
Fuente: La autora

Fotografía N° 25. Preparación de la masa de cada una de las concentraciones



Fuente: La autora

Fotografía N° 26. Reposo de la masa.



Fuente: La autora

Fotografía N° 27. Se coloca la masa en las hojas de achira.



Fuente: La autora.

Fotografía N° 28. Cocción de los quimbolitos con la masa nixtamalizada de maíz, quinua y amaranto.



Fuente: La autora

Fotografía N° 29. Sacamos los quimbolitos de la tamalera



Fuente: La autora

Fotografía N° 30. Pesado de los quimbolitos y almacenado



Fuente: La autora.

ANEXO 3. FOTOGRAFÍAS DE LAS CATAACIONES

Fotografía N° 31. Cataciones de los quimbolitos con la masa de maíz, quinua y amaranto.



Fuente: La autora.

ANEXO 4. ENCUESTA APLICADA PARA LAS CATAACIONES DEL PRODUCTO.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

Instrucciones: En la presente encuesta marque con una X en cada muestra, la opción que usted considere adecuado según su criterio.

Objetivo: Determinación de las características organolépticas

Producto: Quimbolito.

		TRATAMIENTO					
		r1					
		T	T	T	T	T	T
		a1b1	a1b2	a2b1	a2b2	a3b1	a3b2
		1	2	3	4	5	6
Color	5 Muy claro						
	4 Claro						
	3 Ni oscuro/ Ni claro						
	2 Oscuro						
	1 Muy oscuro						
Olor	5 Muy Agradable						
	4 Agradable						
	3 Ni Agradable/ Ni Desagradable						
	2 Desagradable						
	1 Muy Desagradable						
Sabor	5 Muy dulce						
	4 Dulce						
	3 Ni dulce/ Ni amargo						
	2 Amargo						
	1 Muy amargo						
Aceptabilidad	5 Muy Agradable						
	4 Agradable						
	3 Ni Agradable/ Ni Desagradable						
	2 Desagradable						
	1 Muy Desagradable						

Comentarios:.....

GRACIAS POR LA COLABORACIÓN.

ANEXO 5. NORMA DEL CONSERVANTE BENZOATO DE SODIO

 <p>cimpa s.a.s. Insumos y tecnología para la industria alimentaria</p>	<p>FICHA TECNICA BENZOATO DE SODIO</p>	CI-260 / 012
		Versión 001
		Página 1 de 3
		Fecha de Emisión: 22-05-13

Descripción

Polvo cristalino blanco, soluble en agua, ligeramente soluble en etanol.

Áreas de aplicación

Industria alimentaria

Beneficios

Conservante en la industria alimentaria.
Agente conservador de acción inhibitoria del desarrollo de bacterias, hongos y levaduras.

Dosis

1 gr por cada 1000 grs de producto terminado y/o según el producto a elaborar y su formulación.

Composición

Benzoato de sodio

Especificaciones físico-químicas

Contenido% (como producto seco $C_7H_5NaO_2$)	$\geq 99.0 - \leq 100.5$
Pérdida por secado%	≤ 2.0
Acidez o alcalinidad	En conformidad con las regulaciones
Halógeno% ($FeCl_3$)	≤ 0.02
Contenido total Cl%	≤ 0.03
Transparencia y color	En conformidad con las regulaciones

Especificaciones microbiológicas

No aplica.

Especificaciones de metales pesados

Metales Pesados (Pb) ≤ 0.001

 <p>Insumos y tecnología para la industria alimentaria</p>	FICHA TECNICA BENZOATO DE SODIO	CI - 260 / 012
		Versión 001
		Página 2 de 3
		Fecha de Emisión: 22-05-13

Datos nutricionales

No aplica.

Almacenamiento

Almacene en un lugar fresco, bien ventilado y seco, protegerlo del calor y frío excesivo, así como del contacto de la humedad, debe almacenarse lejos de ácidos y agentes oxidantes fuertes y compuestos tóxicos. Evitar la generación de polvo.

Embalaje

Bolsas de papel kraft de 25 kg o 50 kg y PP bolsa tejida (tona)

Pureza y legislación

Deben siempre consultarse las regulaciones alimentarias locales respecto al estatus legal de este producto, así como la legislación relativa a su uso en alimentos, ya que puede variar de un país a otro. Se puede obtener información acerca del estado legal de este producto bajo petición.

Seguridad y manipulación

La hoja de seguridad del material esta disponible según se requiera.

País de origen

China

Certificación Kosher

Disponible según requerimiento.

 <p>Insumos y tecnología para la industria alimentaria</p>	<p>FICHA TECNICA BENZOATO DE SODIO</p>	CI - 260 / D12
		Versión 001
		Página 3 de 3
		Fecha de Emisión: 22-05-13

GMO

Disponible según requerimiento.

Alérgenos

El producto no contiene ninguno de los ingredientes de la lista de alérgenos de la EC.



CIMPA S.A.S. declara que los resultados reportados en el presente certificado, son basados de la información suministrada por nuestro Proveedor, por lo tanto no fundamenta en sus técnicas de análisis autorizadas. Dicha información es solo a Nuestros Clientes de realizar sus propios análisis.

ANEXO 6. NORMA DEL CONSERVANTE PROPIONATO DE CALCIO.

 <p style="font-size: small;">Insumos y tecnología para la industria alimentaria</p>	<p>FICHA TÉCNICA PROPIONATO DE CALCIO USP</p>	CI-260 / 011
		Versión 004
		Página 1 de 3
		Fecha de Emisión: 23-06-15

Descripción

Inhibidor de moho, constituido por Propionato de calcio al 98% de pureza, elaborado con alta tecnología. Sus propiedades garantizan una buena protección contra gran variedad de mohos y el decrecimiento del crecimiento microbiano. Su actividad se potencializa a un pH=5, sin embargo, funciona a niveles mas altos de pH.

Áreas de aplicación

Fungicida: para evitar el moho, muy utilizado en alimentos y en medicinas.

Beneficios

Conservante y anti moho.

Dosis

Entre 9.4 gramos y 75 gramos por cada 4 arrobas de producto a conservar; dependiendo de la humedad del material, la cual esta por lo general entre 14% y un 18% en peso.

Composición

Propionato de calcio.

Especificaciones físico-químicas

Descripción:	Polvo blanco, higroscópico, de olor característico.
Pureza:	98% mín.
Fólor (F):	3 ppm máx.

Especificaciones microbiológicas

No aplica.

Especificaciones de metales pesados

Arsénico (As)	1 ppm máx.
Hierro (Fe)	10 ppm máx.
Plomo (Pb)	1 ppm máx.
Mercurio (Hg)	1 ppm máx.

 Insumos y tecnología para la industria alimentaria	FICHA TÉCNICA PROPIONATO DE CALCIO USP	CI-250 / 011
		Versión 004
		Página 2 de 3
		Fecha de Emisión: 23-06-15

Datos nutricionales

No aplica.

Almacenamiento

Debe almacenarse en sacos herméticamente sellados, sobre estibas para evitar la humedad, la cantidad de sacos por estiba debe ser de 20 máx. y no deben almacenarse más de tres estibas una sobre otra.

Embalaje

Saco por 25 kg. neto, con bolsa interior de polietileno y saco exterior de polipropileno, cosidos a máquinas.

Pureza y legislación

Deben siempre consultarse las regulaciones locales en materia de alimentación referentes a la situación de este producto, ya que la legislación sobre su uso puede variar de un país a otro. Podemos facilitar más información sobre el estado legal de ese producto a petición.

Seguridad y manipulación

Este producto no es tóxico, evite el excesivo contacto con los ojos y con la piel en caso de contacto, lavarse inmediatamente con abundante agua, para retirar el producto del empaque use mascarilla.

La hoja de seguridad del material está disponible según se requiera.

País de origen

Colombia.

Certificación Kosher

Disponible según requerimiento.

GMO

Disponible según requerimiento.

 <p>Insumos y tecnología para la industria alimentaria</p>	<p>FICHA TÉCNICA PROPIONATO DE CALCIO USP</p>	CI-260 / 011
		Versión 004
		Página 3 de 3
		Fecha de Emisión: 23-05-15

Alérgenos

Disponible según requerimiento.

CONTROL DE CALIDAD



CIMPA S.A.S. declara que los resultados reportados en el presente certificado, son basados de la información suministrada por nuestro Proveedor, por lo tanto se fundamenta en sus técnicas de análisis autorizadas. Dicha información es única a Nuestros Clientes de realizar sus propios análisis.

ANEXO 7. ANÁLISIS FINALES DE LOS TRES MEJORES TRATAMIENTOS



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS
LABORATORIO DE CONTROL Y ANÁLISIS DE ALIMENTOS
Dir: Av. Los Chasquis y Río Payamino, Huachi, Telf.: 2 400987 ext. 114, e-mail: laconal@uta.edu.ec; laconal@hotmail.com
Ambato-Ecuador



Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N°: OAE LE C 16-08

CERTIFICADO DE ANÁLISIS DE LABORATORIO

Certificado No: 16-218		R01-3.10 06
Solicitud No: 16-218		Pág.: 1 de 2
Fecha recepción: 28 de julio de 2016		Fecha de ejecución de ensayos: 2016/08/05 al 2016/07/28
Información del cliente:		
Empresa: n/a		C.I./RUC: 0503787277
Representante: Sra. Jenny Elizabeth Vasconez Alban		TIF
Dirección: Cda. La FAE		Celular: 0979228907
Ciudad: Latacunga		E-mail: jenny-eval@hotmail.com
Descripción de las muestras:		
Producto: Quimbolito		Peso: 143 g
Marca comercial: n/a		Tipo de envase: funda sellable
Lote: n/a		No de muestras: tres
F. Exp.: n/a		F. Exp.: n/a
Conservación: Ambiente Refrigeración: X Congelación:		Almac. en Lab: 15 días
Cierres seguridad: Ninguno Intactos: X Rotos:		Muestreo por el cliente: 28 de julio de 2016

RESULTADOS OBTENIDOS

Muestras	Código del laboratorio	Código cliente	Ensayos solicitados	Métodos utilizados	Unidades	Resultados
Quimbolito	21816589	T4	*Cenizas	AOAC Ed 20, 2016 923.03	%	1,30
			*Proteína	PE02-3.4-FQ . AOAC Ed 20, 2016 2001.11	%(Nx6,25)	5,42
			Humedad	PE02-3.4-FQ. AOAC Ed 20, 2016 925.10	%	53,8
			Grasa	PE13-3.4-FQ. AOAC Ed 20, 2016 2003.06	%	6,69
			*Fibra dietética total	AOAC 985.29. Ed 20, 2016	%	0,66
			*Carbohidratos Totales	Cálculo	%	32,1
			*pH	AOAC 981.12. Ed 20, 2016	Unidades de pH	7,11
			*Ácidos	AOAC 942.15. Ed 20, 2016		0,083
			Mohos	PE02-3.4-MB AOAC 997.02. Ed 20, 2016	UFC/g	< 10
			Levaduras	PE02-3.4-MB AOAC 997.02. Ed 20, 2016	UFC/g	< 10
			*E. Coli	PE01-3.4-MB AOAC R.E.: 110402. Ed 20, 2016	UFC/g	< 10
			*Vitamina A	AOAC 992.06	UI/100 g	53,1
			*Vitamina C	AOAC 967.21	mg/100 g	2,45
			Quimbolito	21816590	T5	*Cenizas
*Proteína	PE02-3.4-FQ . AOAC Ed 20, 2016 2001.11	%(Nx6,25)				5,31
Humedad	PE02-3.4-FQ. AOAC Ed 20, 2016 925.10	%				48,7
Grasa	PE13-3.4-FQ. AOAC Ed 20, 2016 2003.06	%				8,04
*Fibra dietética total	AOAC 985.29. Ed 20, 2016	%				0,98
*Carbohidratos Totales	Cálculo	%				35,8
*pH	AOAC 981.12. Ed 20, 2016	Unidades de pH				7,31
*Ácidos	AOAC 942.15. Ed 20, 2016					0,047
Mohos	PE02-3.4-MB AOAC 997.02. Ed 20, 2016	UFC/g				< 10
Levaduras	PE02-3.4-MB AOAC 997.02. Ed 20, 2016	UFC/g				< 10



Certificado No. 16-218				Pág. 2 de 2		
Quimbolito	21816590	T5	*E. Coli	PE01-5.4-MB AOAC R.E.: 110402. Ed 20, 2016	UFC/g	< 10
			β*Vitamina A	AOAC 992.06	UI/100 g	45,9
			β*Vitamina C	AOAC 967.21	mg/100 g	2,41
Quimbolito	21816591	T6	*Ceviox	AOAC Ed 20, 2016 923.03	%	1,40
			*Proteína	PE03-5.4-FQ - AOAC Ed 20, 2016 2001.11	%(Nx6,25)	5,41
			Humedad	PE02-5.4-FQ, AOAC Ed 20, 2016 975.10	%	48,5
			Grasa	PE13-5.4-FQ, AOAC Ed 20, 2016 2001.06	%	6,43
			*Fibra dietética total	AOAC 985.28, Ed 20, 2016	%	0,47
			*Carbohidratos Totales	Cálculo	%	37,8
			*pH	AOAC 981.12, Ed 20, 2016	Unidades de pH	7,29
			*Acidez	AOAC 942.15, Ed 20, 2016		0,054
			Mohs	PE02-5.4-MB AOAC 997.02, Ed 20, 2016	UFC/g	< 10
			Levaduras	PE02-5.4-MB AOAC 997.02, Ed 20, 2016	UFC/g	< 10
			*E. Coli	PE01-5.4-MB AOAC R.E.: 110402. Ed 20, 2016	UFC/g	< 10
			β*Vitamina A	AOAC 992.06	UI/100 g	34,9
			β*Vitamina C	AOAC 967.21	mg/100 g	2,17
Conds. Ambientales: 18,0 °C; 49%HR Nota: Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la aprobación del SAE § Análisis subcontratados con un laboratorio acreditado						
				 Ing. Gladys Risueño Directora de Calidad		
Autorización para transferencia electrónica de resultados: SI						

Nota: Los resultados consignados se refieren exclusivamente a la muestra recibida. El Laboratorio no es responsable por el uso incorrecto de este certificado.
 No es un documento reproducible. Sólo se permite su reproducción sin fines de lucro y haciendo referencia a la fuente.
 *La información que se está enviando es confidencial, exclusivamente para su destinatario, y no puede ser vinculada. Si usted no es el destinatario de esta información recomendamos abstenerse inmediatamente. La distribución a copia del mismo está prohibida y será sancionada según el proceso legal pertinente”.