



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO



FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERIA EN ALIMENTOS

CARRERA DE INGENIERIA EN ALIMENTOS

TEMA:

“ESTABLECER EL EFECTO DE LA INCLUSION DE HARINA DE QUINUA Y SUERO DE QUESERÍA EN LA ELABORACIÓN DE PAN TIPO MOLDE”

Trabajo de investigación. Modalidad: Trabajo estructurado de Manera Independiente (TEMI). Presentado como requisito previo a la obtención del Título de Ingeniero en Alimentos otorgado por la Universidad Técnica de Ambato a través de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos

Por: Marcelo José Naranjo Rivadeneira

Tutor: Ing. MSc Diego Salazar

AMBATO – ECUADOR

2015

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutor del trabajo estructurado de manera independiente (TEMI) sobre el tema: *“Establecer El Efecto De La Inclusión De Harina De Quinoa Y Suero De Quesería En La Elaboración De Pan Tipo Molde”* desarrollado por el Egdo. Marcelo José Naranjo Rivadeneira, alumno de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos contempla las orientaciones metodológicas de la investigación científica y reúne los requisitos suficientes para ser sometido a la evaluación del jurado examinador que el H. Consejo designe.

Por lo expuesto:

Autorizo su presentación ante los organismos competentes para la sustentación del mismo.

Ambato, Mayo 2015

.....
Ing. Diego Salazar
Tutor del Proyecto

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

El presente trabajo de investigación: “ESTABLECER EL EFECTO DE LA INCLUSION DE HARINA DE QUINUA Y SUERO DE QUESERÍA EN LA ELABORACIÓN DE PAN TIPO MOLDE”, es absolutamente original, auténtico y personal, e virtud, el contenido y efectos académicos que se desprendan del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato, Mayo de 2015

.....
Marcelo José Naranjo Rivadeneira
AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS
CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el presente Trabajo de Graduación de acuerdo a las disposiciones emitidas por la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato, Mayo del 2015

Para constancia firman:

.....
Dra. Jaqueline Ortiz.
PRESIDENTA DEL TRIBUNAL

.....
Dr. Freddy del Pozo.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

.....
Ing. César Germán.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Técnica De Ambato especialmente a la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos por todo su gran aporte y dedicación en mi enseñanza.

A todos los profesores que han influido en mi carrera y mi futuro.

Un agradecimiento especial para Ing. Diego Salazar por toda su ayuda y su gran aporte durante toda mi carrera.

Al Ing. Orestes López por su ayuda con los Análisis Estadísticos.

A Todos los Ayudantes de Laboratorio y Personas de la Facultad que me ayudaron de alguna forma en este trabajo.

INDICE DE CONTENIDO

Tabla de contenido

RESUMEN EJECUTIVO.....	xi
CAPITULO I	1
EL PROBLEMA.....	1
1.1 TEMA DE INVESTIGACIÓN.....	1
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.	1
1.2.1 Contextualización.....	1
1.2.1.1 Contextualización Macro	2
1.2.1.2 Contextualización Meso.....	4
1.2.1.3 Contextualización Micro	6
1.2.2 Análisis crítico.....	7
1.2.3 Prognosis	7
1.2.4 Formulación del problema	8
1.2.5 Interrogantes.....	8
1.2.6 Delimitación del Objeto de Investigación.....	9
1.3 JUSTIFICACIÓN	9
1.4 OBJETIVOS.....	10
1.4.1 Objetivo General	10
1.4.2 Objetivos Específicos.....	11
CAPÍTULO II.....	12
MARCOTEORICO.....	12
2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS	12
2.2 FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA	13
2.3 FUNDAMENTACIÓN LEGAL.....	14
2.4 CATEGORIAS FUNDAMENTALES	15
2.4.1 Suero de Quesería.....	16
2.4.2 Quinoa.....	20
2.4.3 Elaboración de pan tipo molde.....	31
2.4.4 Pan	32
2.4.5 Red de Gluten	33
2.4.6 Proceso de elaboración de pan de molde	35
2.4.6.1 Amasado	36

2.4.6.2	División y pesado	36
2.4.6.3	Boleado	36
2.4.6.4	Reposo.....	36
2.4.6.5	Formado	37
2.4.6.6	Fermentación	37
2.4.6.7	Cocción	38
2.4.7	Formulación del pan de molde	39
2.5	HIPÓTESIS.....	39
2.6	SEÑALAMIENTO DE VARIABLES	40
CAPITULO III	41
METODOLOGIA	41
3.1	ENFOQUE	41
3.2	MODALIDAD BASICA DE LA INVESTIGACION	41
3.3	NIVEL O TIPO DE INVESTIGACION	42
3.4	POBLACION Y MUESTRA.....	42
3.5	OPERACIONALIZACION DE VARIABLES.....	45
3.6	RECOLECCION DE INFORMACION.....	47
3.7	PROCESAMIENTO Y ANALISIS.....	47
CAPÍTULO IV.	48
4	ANALISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS.	48
4.1	ANALISIS DE LOS RESULTADOS	48
4.2	INTERPRETACION DE LOS DATOS	49
4.2.1	Altura	49
4.2.2	Solidos Totales.....	50
4.2.3	Humedad.....	51
4.2.4	pH	52
4.2.5	Rebanabilidad.....	53
4.2.6	Microbiológico.....	54
4.2.6.1	Aerobios Mesofilos Totales.....	55
4.2.6.2	Mohos y levadura	56
4.2.7	Dureza	57
4.2.8	Diferencia de Color.....	58
4.2.9	Análisis Sensorial.....	61

4.2.10	Determinación vida útil	64
4.2.11	Determinación Del Mejor Tratamiento	66
4.3	Verificación de Hipótesis	67
CAPITULO V		68
5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	68
5.1	CONCLUSIONES	68
5.2	RECOMENDACIONES	69
CAPITULO VI		71
6	PROPUESTA	71
6.1	Datos Informativos	71
6.2	Antecedentes de la Propuesta	72
6.3	Justificación	73
6.4	Objetivos	74
6.4.1	Objetivo General	74
6.4.2	Objetivos Específicos	74
6.5	Análisis de Factibilidad	74
6.6	Fundamentación	76
6.7	Metodología	80
6.8	Administración	81
6.9	Previsión de la Evaluación	82
MATERIALES DE REFERENCIA		83
BIBLIOGRAFIA		83
ANEXOS		90
ANEXO A Análisis Físico Químicos		90
ANEXO B Análisis Estadísticos		95
ANEXO C Análisis Sensorial		107
ANEXO D Análisis Composición Proximal		118

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Producción Mundial de Trigo en millones de Toneladas-----	4
Tabla 2. Producción Mundial de Queso y Suero de Quesería-----	17
Tabla 3. Composición de suero Dulce y Acido-----	18
Tabla 4. Producción Mundial de Quinoa-----	24
Tabla 5. Composición del valor nutritivo de la quinua en comparación con alimentos básicos (%) -----	25
Tabla 6. Contenido de aminoácidos en quinua y otros granos-----	28
Tabla 7.- Formulación Base para pan de molde-----	39
Tabla 8.- UFC/g para diferentes parámetros microbiológicos-----	55
Tabla 9.-Análisis de Varianza para Aerobios en pan de molde-----	56
Tabla 10.-Análisis de Varianza para Mohos y levadura-----	57
Tabla 11. Materiales directos e indirectos-----	75
Tabla 12. Equipos y utensilios-----	76
Tabla 13. Suministros-----	76
Tabla 14. Personal-----	76
Tabla 15. Costos de producción-----	76
Tabla 16.- Modelo Operativo (Plan de Acción) -----	80
Tabla17.- Administración de la Propuesta-----	81
Tabla 18.- Previsión de la Evaluación-----	82

INDICE DE GRAFICOS

GRAFICO 1. Producción Mundial de Suero de Quesería-----	2
Grafico 2. Principales países de destino de la quinua Ecuatoriana-----	5
Grafico 3. Árbol de problemas-----	7
GRAFICO 4. Organizador Lógico de Variables-----	15
GRAFICO 5. Hectáreas Sembradas Por País-----	24
Grafico 6. Red de gluten con enlaces disulfuro-----	34
Grafico 7. Diagrama de Flujo de Elaboración de Pan de Molde-----	35
Grafico 8.-Diagrama de Pareto para altura en pan de molde-----	49
Grafico 9.-Diagrama de Pareto para Solidos Totales en pan de molde-----	50
Grafico 10.-Diagrama de Pareto para humedad en pan de molde-----	51
Grafico 11.-Diagrama de Pareto para pH en pan de molde-----	52
Grafico 12.-Diagrama de Pareto para Rebanabilidad en pan de molde-----	53
Grafico 13.-Superficie de respuesta para Rebanabilidad en pan de molde---	54
Grafico 14.-Diagrama de Pareto para Dureza en pan de molde-----	58
Grafico 15: Espacio de Color CIELAB-----	59
Grafico 16: Rueda de Colores según CIE lab-----	60
Grafico 17.-Diferencia de Color en pan de molde-----	61
Grafico 18.- Perfil sensorial de los tratamientos de pan de molde para los atributos evaluados en el análisis sensorial-----	62
Grafico 19.- Regresión lineal del tiempo Vs UFC/g-----	65
Grafico 20.- Proceso de Elaboración de Pan de Molde-----	79

RESUMEN EJECUTIVO

Ecuador es un país con una alta producción de quinua debido a su ubicación en los andes, así como una alta producción de suero de quesería, los cuales son desperdiciados a nivel nacional y sus nutrientes desaprovechados en la alimentación de la población, el presente estudio se realizó con el objetivo de establecer el efecto de la inclusión de harina de quinua y suero de quesería en la elaboración de pan tipo molde, el cual fue elaborado siguiendo la prueba de panificación de la norma INEN 530, se trabajó con dos variables, la quinua y el suero cada una con tres niveles, donde se obtuvo que el pH se mantuvo entre 5.81 hasta 5.95, sólidos totales entre 81% a 87%. En los análisis de Rebanabilidad se obtuvo un valor de 91.67% para el mejor tratamiento, y una dureza de 526 g, la altura de los panes se encontró entre 10.65 a 12.55, se analizó la calidad microbiológica mediante Aerobios Totales encontrándose bajo 1000ufc/g., además de mohos y levaduras menor a 100ufc/g, obteniéndose una vida útil de 5.69 días para el mejor tratamiento, el cual obtuvo la aceptabilidad más alta junto al testigo, para lo cual se concluye que el tratamiento que contuvo 100% de suero de quesería y 10% de quinua tuvo las mejores características de todos los tratamientos analizados.

CAPITULO I

EL PROBLEMA

1.1 TEMA DE INVESTIGACIÓN

ESTABLECER EL EFECTO DE LA INCLUSION DE HARINA DE QUINUA Y SUERO DE QUESERÍA EN LA ELABORACIÓN DE PAN TIPO MOLDE

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

1.2.1 Contextualización

Los sueros lácteos se definen como la fracción de la leche, de cualquier especie, que no precipita por la acción del cuajo o por los ácidos, durante el proceso de elaboración de quesos. Constituye el 90% de la leche y contiene compuestos hidrosolubles. En esta solución se encuentran proteínas solubles, lactosa, vitaminas y sales minerales. El suero es una de las mayores reservas de proteínas alimentarias que aún permanecen fuera de los canales de consumo humano. (INTI, 2012)

La Quinoa es un pseudocereal que se produce en los andes de Bolivia, Perú, Ecuador, Chile y Colombia, La quinua posee los ocho aminoácidos esenciales para el ser humano, lo que la convierte en un alimento muy completo y de fácil digestión siendo uno de los mejores alimentos para adicionar en la panificación ya que su alto contenido de nutrientes especialmente la proteína aporta a obtener mejores características durante la panificación.(FAO, 2013)

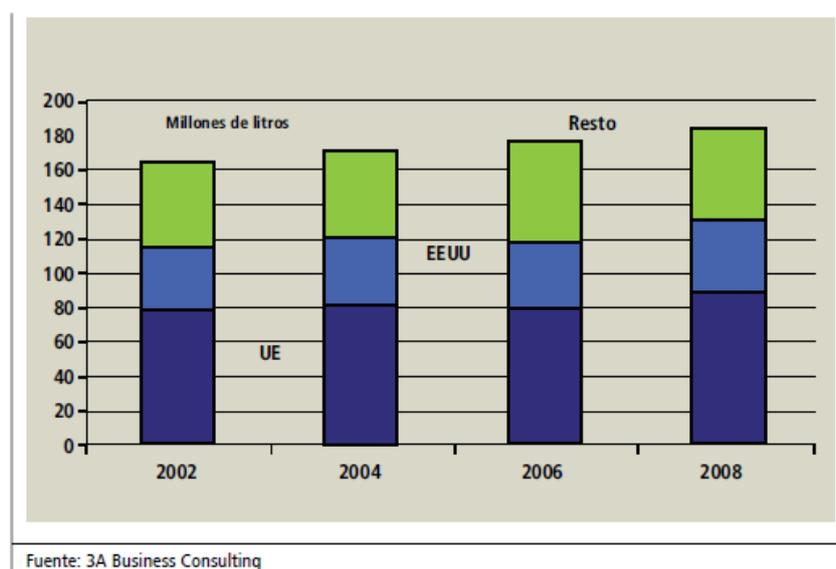
El pan es un alimento básico que forma parte de la dieta tradicional en Europa, Medio Oriente, India y América. Se suele preparar mediante el horneado de una masa, elaborada fundamentalmente con harina de cereales, sal y agua. La mezcla, en la mayoría de las ocasiones,

suele contener levaduras para que fermente la masa y sea más esponjosa y tierna. (Hensperger, 2002)

1.2.1.1 Contextualización Macro

La producción global de suero de quesería, ascendió a 186 millones de toneladas en el año 2008, mostrando un crecimiento del orden del 2% entre 2002 y 2008. La Unión Europea (UE) y los EE.UU producen alrededor del 70% del volumen mundial de este producto (3ª Business Consulting, 2010).

GRAFICO 1. Producción Mundial de Suero de Quesería



La producción mundial de quinua está ubicada mayormente en Sudamérica entre los países de Bolivia, Perú y Ecuador la producción de la región Andina se acerca a las 70.000 t con casi 40.000 t producidas por el Perú, 28.000 t por Bolivia y 746 t por Ecuador. Los principales países productores de quinua en la región Andina y en el mundo son Perú y Bolivia: hasta el año 2008 la producción de ambos países representaba el 90% de la quinua producida en el mundo.

En 2011, la producción mundial de quinua alcanzó las 80.241 toneladas, distribuidas de la siguiente manera: Perú 51,31% (41.168 ton.), Bolivia 47,68% (38.257 ton.) y Ecuador 1,02% (816 ton.). (PROINPA, 2011)

Según las proyecciones, la producción mundial de trigo aumentará más o menos en un 1,3 por ciento anual durante el período de proyecciones a 679 millones de toneladas para 2010. Ello representaría un incremento de aproximadamente 12 millones de toneladas, o sea un 15 por ciento, con respecto al período base. Se prevé que la producción de trigo aumentará a un ritmo más rápido durante el período de las proyecciones que en los años 1990, sostenido por un decidido impulso registrado en los países en transición y por un crecimiento más rápido en los principales países productores de trigo de América Latina y el Caribe.(FAO, 2010)

Según FAO (2013) la producción mundial de trigo en 2013 en 704 millones de toneladas, con un aumento del 6,8 por ciento, lo que supone recuperar con creces la disminución del año anterior y el nivel más alto de la historia.

Tabla 1. Producción Mundial de Trigo en millones de Toneladas

	Valoracion:2				
	Promedio		2012	2013	013 respecto del 2012
	2010-12	2011	Estimado	pronostico	(%)
UE	135,2	137,6	132	138	4,5
China	117,7	117,4	120,6	121,4	0,7
Continental					
India	87,5	86,9	94,9	92,3	-2,7
Estados Unidos	58,8	54,4	61,8	58	-6,1
Fed. de Rusia	45,2	56,2	38	53	39,5
Australia	26,5	29,9	22,1	23	4,1
Canadá	25,3	25,3	27,2	28	2,9
Pakistán	23,9	24,3	24	24,7	2,9
Turquía	20,5	21,8	20,1	20,5	2
Ucrania	18,3	22,3	15,8	19,5	23,4
Kazajistán	14,3	22,7	10,3	15,2	47,6
Irán	14,1	13,5	13,8	13,5	-2,2
Argentina	13,4	14,1	10,1	12,5	23,8
Egipto	8,1	8,4	8,7	8,5	-2,3
Uzbekistán	6,6	6,3	6,7	6,5	-3
Total mundial	672,5	700,2	661,8	690	4,3

Fuente: FAO (2013)

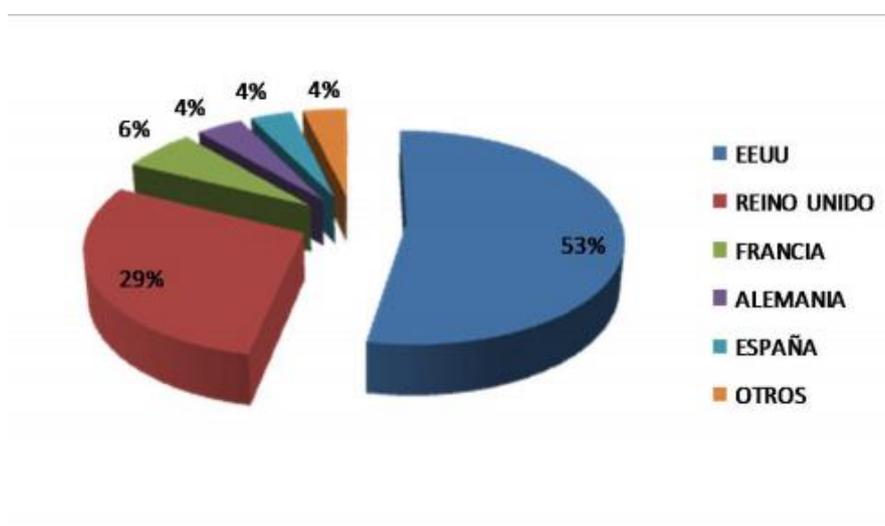
1.2.1.2 Contextualización Meso

Los centros de producción indica que en Ecuador la quinua ha persistido entre los campesinos del área de Carchi, Imbabura, Pichincha, Cotopaxi, Chimborazo y Loja (Romero, 1976). También señalan que las quinuas de Latacunga, Ambato,

Carchi, Riobamba y Cuenca son de grano chico, en general deporte elevado y de grano bastante amargo.

Según García, G. (1984) en su investigación tesis (ESPOCH-INIAP), los centros de producción de quinua se ubicaron en determinadas áreas de seis provincias de la sierra, de las cuales las de mayor importancia por la frecuencia y la superficie de cultivo son: Chimborazo, Imbabura, Cotopaxi, respectivamente; con menor cuantificación, Tungurahua, Pichincha, Carchi; mientras que en Cañar y Azuay, el cultivo a desaparecido, esto indica que esta especie está extinguiéndose y que la superficie cosechada decrece en forma paulatina

Grafico 2. Principales países de destino de la quinua Ecuatoriana



Fuente: Banco Central del Ecuador, 2009

Los estudios muestran que en el Ecuador los subproductos del suero son casi o nada utilizados, debido al escaso desarrollo tecnológico en torno a la fabricación e innovación de productos alimenticios, sin embargo la problemática referente a la utilización de suero líquido como sustituto de la leche ha generado una problemática muy marcada entre los pequeños productores de leche y los productores de queso, los primeros debido a que sus ingresos se han reducido notablemente y los segundos porque han caído en una red de mal aprovechamiento de este recurso. Sin embargo el desarrollo tecnológico de otros

países puede conducir a la aplicación de una tecnología que permita un mejor aprovechamiento de los recursos que se generan en las queserías. (Salazar D. 2012)

En América del Sur, las primeras cosechas de maíz de 2013 ya se están desarrollando o, en algunos casos, están a punto de recogerse, y las perspectivas son generalmente favorables. En Brasil, después de unas precipitaciones favorables, los pronósticos oficiales apuntan a un aumento del 9 por ciento de la producción con respecto a la de la misma campaña del año pasado. También son satisfactorios los progresos de la siembra para la cosecha de la segunda temporada que se está realizando en condiciones buenas en materia de humedad, y la superficie debería de aumentar con respecto al nivel del año pasado. En Argentina, las estimaciones oficiales indican que las plantaciones de maíz han descendido aproximadamente un 8 por ciento con respecto al nivel máximo de 2012(FAO, 2013).

1.2.1.3 Contextualización Micro

La producción de quinua en la provincia de Tungurahua se ha visto disminuida en los últimos años a diferencia de varias provincias como Carchi, Imbabura, pichincha y Cotopaxi que han aumentado sustancialmente sus cultivos de quinua debido al alto consumo de la misma a nivel mundial por sus características nutricionales.

Existe una gran producción de queso a nivel de Tungurahua pero sus sub-productos como el suero de quesería no son utilizados de una manera adecuada, siendo utilizados mayormente en industrias lácteas para adicionarlo a la leche o para arrojarlo a los efluentes generando una gran contaminación

Si realizamos un análisis evolutivo de la producción de trigo; en 1961 se producía en nuestro país 78.17 toneladas de trigo (TM), en 1971 una producción total de 68.493 TM, en 1981 se produjo 41.43 TM, en 1991 siguió disminuyendo a 24.61 TM, al igual que en el 2001 paso a 13.63 TM y en el 2010 últimos datos

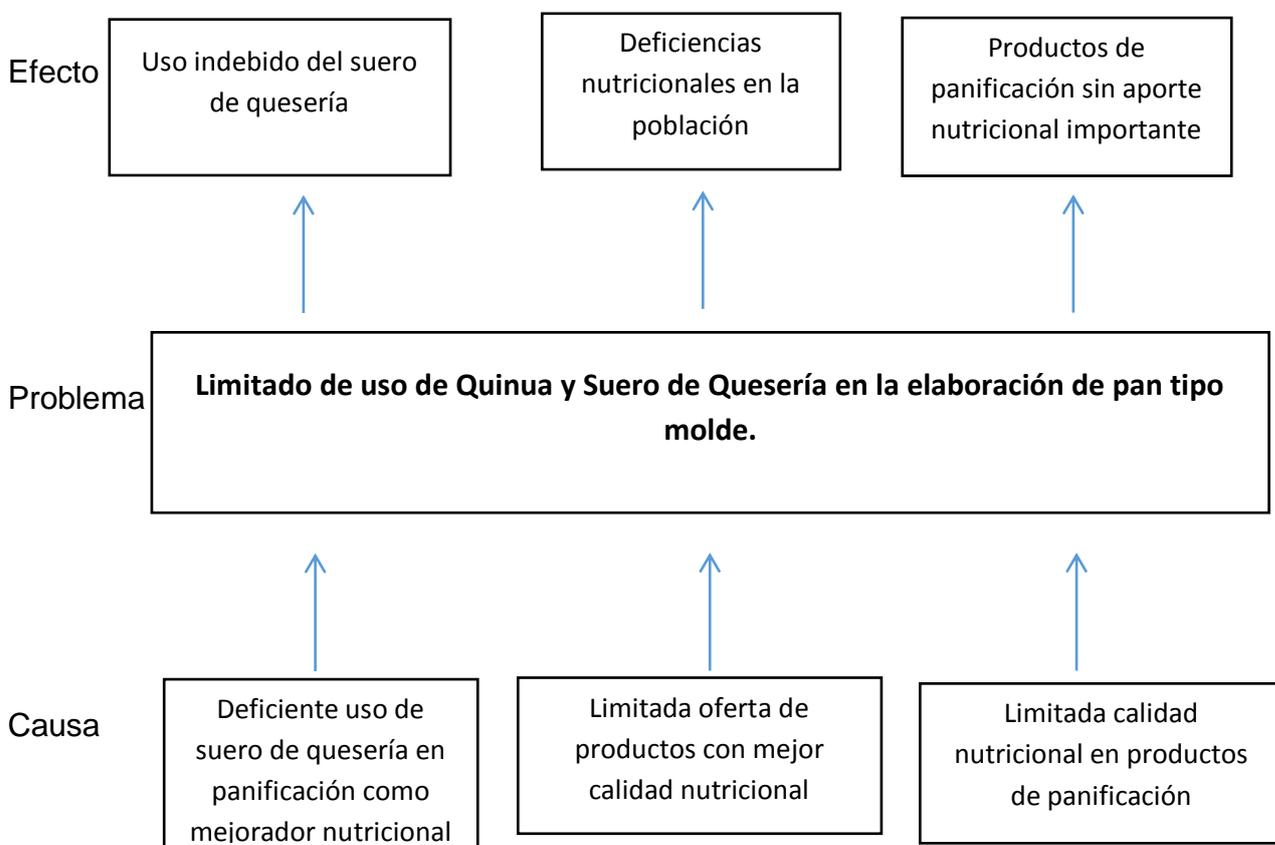
que se recopilaron por el INEC se produjo 7.60 TM. Esto demuestra que la producción de trigo disminuyó en los últimos 50 años. (INEC, 2011)

El consumo de trigo de cereal dentro de nuestro país, es el producto más demandado por las familias ecuatorianas. La cantidad demandada de trigo abastecida a través de la importación representó el 98,45% del consumo aparente ecuatoriano en el 2010 (INEC. 2011).

Ecuador es importador neto de esta materia prima ya que importa más del 90% del mismo. En el 2010 se importó en promedio un volumen equivalente a 484.569,3 TM. De enero a julio del 2011 el volumen importado promedio fue de 291.115,85TM.

1.2.2 Análisis crítico.

Grafico 3. Árbol de problemas.



Elaborado por: Marcelo Naranjo

1.2.3 Prognosis

Establecer el efecto de la inclusión de harina de quinua y suero de quesería en la elaboración de pan tipo molde

Al no realizarse este estudio no se lograría establecer el efecto de la inclusión de harina de quinua y suero de quesería en la elaboración de pan tipo molde, de esta manera evitando que se proporcione una alternativa al consumo de pan de harina de trigo que no proporciona nutrientes esenciales a la dieta del ser humano.

De la misma manera económicamente se verían afectados las industrias de panificación ya que no tendrían una nueva opción para proponer al mercado y generar mayores ventas para sus negocios, otro afectado sería las industrias queseras que podrían dar un nuevo uso al suero de quesería que es un sub – producto que normalmente se considera no tiene uso comercial.

Socialmente al no realizar el presente estudio no se puede proporcionar una alternativa al consumo de pan normal elaborado solo con trigo que no aporta nutrientes esenciales para el desarrollo del ser humano de y de esta forma manteniendo la baja calidad de nutrición en el país.

Además los resultados del estudio permitirán aportar conocimientos tecnológicos acerca del proceso de panificación en pan de molde usando Quinua y suero de quesería para mejorar los procesos de las empresas panificadoras locales.

1.2.4 Formulación del problema

¿Cuál es el del efecto de la inclusión de harina de quinua y suero de quesería en la elaboración de pan tipo molde?

VARIABLE INDEPENDIENTE: Harina de quinua y suero de quesería

VARIABLE DEPENDIENTE: Elaboración de pan tipo molde

1.2.5 Interrogantes

¿Cuál será la mejor formulación para su uso en la elaboración de pan de molde?

¿Cuál será el tratamiento con las mejores características Físico – Químicas?

¿Cuál será el tratamiento que proporcione mejores características microbiológicas?

¿Cuál será el tratamiento que proporciona las mejores características organolépticas en pan de molde con harina de Quinua y suero de quesería?

1.2.6 Delimitación del Objeto de Investigación

Campo: Alimentos

Área: Cereales

Sub-área: Efecto de la harina de quinua y suero de quesería

Aspecto:

Temporal: Septiembre 2013 – Enero 2014

Espacial: Predios de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos

1.3 JUSTIFICACIÓN

En Tungurahua el consumo de pan tiene un lugar muy importante en el mercado y en la dieta diaria, ya que es un alimento que proporciona una moderada cantidad de energía aportando principalmente hidratos de carbono por lo que surge la necesidad de productos de panadería con mayor valor nutricional y especialmente que aporten proteína de mejor calidad con aminoácidos esenciales que ayuden a una mejor nutrición de la población.

En la actualidad en el mercado se ofrece una gran variedad de productos de panificación; pero al mismo tiempo la mayoría de estos no aportan los

requerimientos nutricionales indispensables para alimentarnos adecuadamente, mismos que nos proporcionan beneficios específicos para la salud.

El suero de leche es un alimento que por mucho tiempo no se consideró como una fuente de nutrientes esenciales como proteína y se ha considerado como desperdicio de las empresas queseras y lácteas a nivel nacional, el mismo contiene proteínas como la α -Lactalbumina y β -Lactoglobulina entre otros componentes beneficiosos que se pueden usar para fortificar alimentos y de esta forma proporcionar alimentos fortificados.

A diferencia de la nutrición energética, la proteína es más compleja e importante. Esto es debido a que el hombre requiere el consumo de nueve aminoácidos esenciales, aquellos que nuestro organismo no puede sintetizar y por tanto es indispensable ingerir en nuestra dieta cotidiana para tener un buen estatus nutricional. Estos aminoácidos son utilizados en importantes hechos metabólicos que se suscitan en el interior de nuestro organismo, (Arboleda, A., 2006).

La mayoría de problemas nutricionales que existen actualmente a nivel mundial es debido a la falta de consumo de proteína de calidad y por un excesivo consumo de grasa, motivo por el cual presentar una alternativa es de alta importancia para la población.

Los productos de panificación fortificados con suero de quesería y quinua se pueden beneficiar de los aminoácidos esenciales que contienen como: lisina, histidina, leucina, isoleucina, metionina, fenilalanina, treonina, triptófano, valina, argina, además de alto contenido de vitaminas como A, C, E, B1, B2, B3 y minerales como potasio, sodio calcio, fósforo, magnesio, hierro, manganeso que ayudan al desarrollo correcto especialmente en los niños ya que estos nutrientes son fácilmente asimilables.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo General

- Establecer el efecto de la inclusión de harina de quinua y suero de quesería en la elaboración de pan tipo molde.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Formular un pan tipo molde con Suero de quesería y harina de quinua para su uso en procesos de panificación industriales.
- Identificar las características Físico – Químicas, microbiológicas, nutricionales y sensoriales del pan de molde elaborado con harina de quinua y suero de quesería.
- Determinar la textura y Rebanabilidad de los panes de molde con suero de quesería y harina de quinua.
- Determinar la vida útil del pan elaborado con suero de quesería y harina de trigo- quinua
- Especificar una tecnología adecuada para la producción de pan tipo molde con la inclusión de suero de quesería y harina de quinua.

CAPÍTULO II

MARCOTEORICO

2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Con respecto al efecto del de la combinación de suero de quesería y harina de trigo y quinua en pan de molde con características nutricionales mejoradas no existen trabajos en la biblioteca de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos de la Universidad Técnica de Ambato por lo que se fundamentó en trabajos de investigación acerca de procesos de panificación con quinua.

Se citan trabajos acerca de uso de quinua en panificación a continuación:

Según **Lascano A. (2010)** se puede usar mezclas de cereales como quinua (*Chenopodium quinoa*), trigo (*triticum vulgare*) en proporciones de 10, 20, y 30 % (p/p), cuyas características de elasticidad, resistencia de amasado, extensibilidad, tenacidad, fuerza del gluten, indicaron la factibilidad para la elaboración de pan y pastas alimenticias.

De la Cruz W. (2009) El porcentaje más adecuado de mezcla de harina de trigo, harina de quinua pre cocida y suero de leche fueron: 82,54%, 13,92% y 3,54% respectivamente, expresados en base húmeda. La característica fisicoquímica del pan de molde complementado con Harina de quinua pre cocida y suero de leche se vieron reflejados en pérdidas de volumen y altura; así como en incrementos de peso y color, y presentando un aumento de sabor y color en las características sensoriales. La complementación proteica con harina de quinua pre cocida y suero de leche debe ser garantizada, ya que es importante mezclar un porcentaje exacto de estas con la harina de trigo, para trabajar con una mezcla homogénea y así obtener un producto final con características internas y externas óptimas.

Arroyave L (2006) La mezcla que presentó las mejores características en comportamiento de la mezcla de las harinas y panel sensorial del pan, fue la

que tiene 85% de trigo y 15 % de quinua, porque la mezcla se estabiliza con la baja adición de quinua, no obstante las características para la panificación, se vieron reflejadas en pérdidas de volumen, aumento de color (Reacción de oscurecimiento de Maillard) y de grosor de la corteza, disminución del esponjado de la masa, aumento de olor y sabor característicos de la quinua, comparado con un patrón de trigo en donde sus características son las ideales para un pan tipo molde. Por otra parte comparando el pan obtenido con el tratamiento, este presentó una textura adecuada para la miga ya que al palparla con la parte exterior de la mano presentó gránulos y pedazos duros que determinan una masa para panes integrales.

Debido a que la quinua no posee gluten, a medida que aumenta el porcentaje de sustitución de quinua, esta presenta un comportamiento inelástico, no extensible y tenaz reflejándose en la apariencia final del producto, comparado con un patrón de trigo.

García D (2011) Se vieron reflejados cambios en varios aspectos como: pérdida de volumen en un 17% a 22% a mayor inclusión de harina de quinua, aumento en el grosor de la corteza, aumento de color oscuro entre las mezclas (reacción de Maillard), disminución del esponjado de la masa, aumento de olor y sabor característico de la quinua, además debido a que la quinua carece de gluten, en la masa se podía reflejar la inelasticidad que a su vez se vio reflejado en el producto final, Se logró un aumento en la cantidad de proteína de un 2.22% al incrementar la adición de la harina de quinua.

2.2 FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA

El trabajo de investigación sigue un enfoque crítico positivo que afirma que el único conocimiento auténtico es el conocimiento científico, y que tal conocimiento solamente puede surgir de la afirmación positiva de las teorías a través del método científico, lo que quiere decir que las respuestas y resultados

obtenidos serán mediante técnicas de investigación experimental y del análisis de información bibliográfica para así permitirnos obtener resultados cuya información nos permitirá proponer alternativas que pueden solucionar el problema que se presenta.

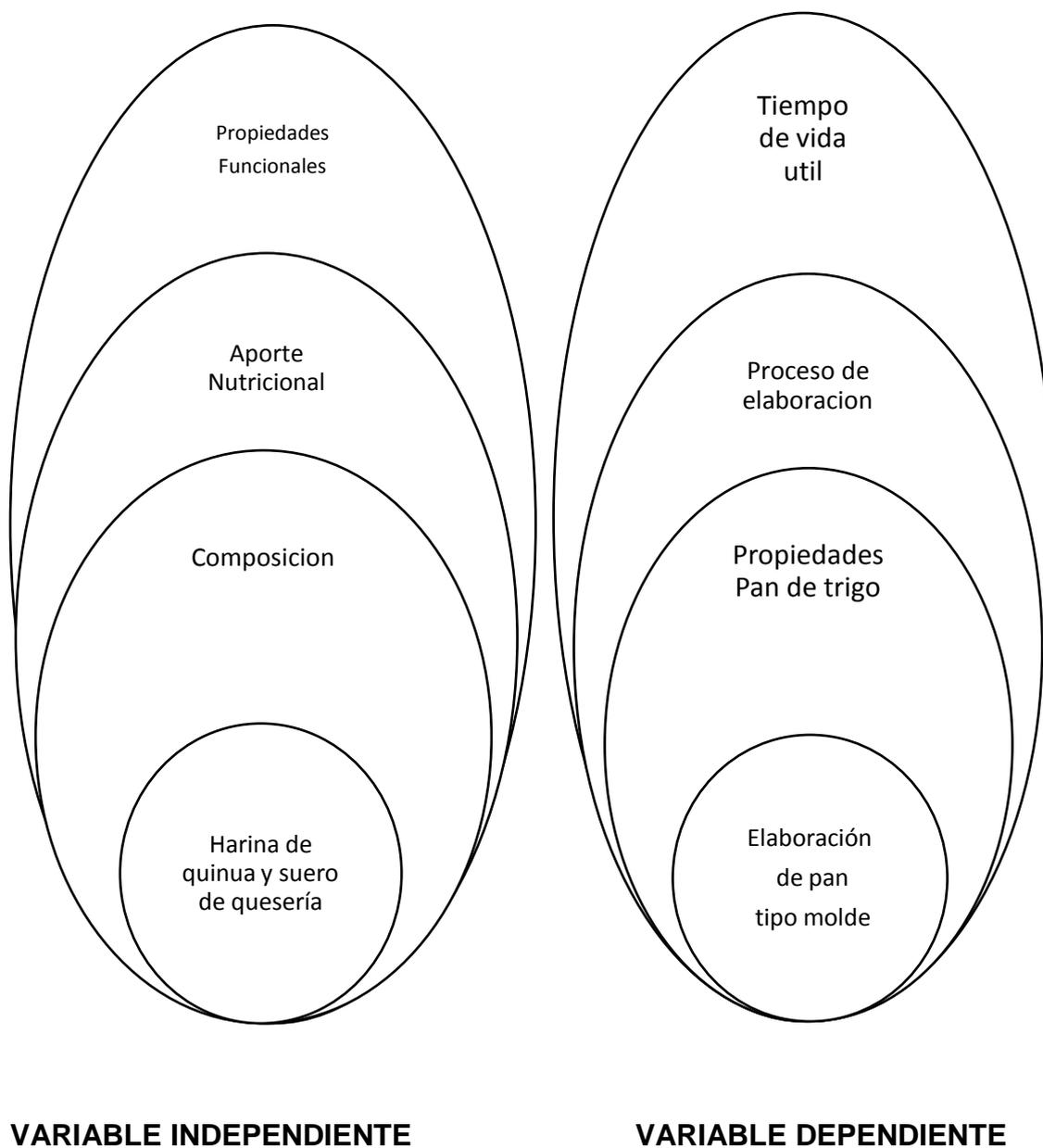
2.3 FUNDAMENTACIÓN LEGAL

NORMAS TECNICAS ECUATORIANAS

- NTE INEN 0093:79 Pan. Terminología
- NTE INEN 0094:79 Pan. Clasificación por tamaño y forma
- NTE INEN 0095:79 Pan común. Requisitos
- NTE INEN 0096:79 Pan especial. Requisitos
- NTE INEN 0530:2013 Harina de trigo. Ensayo de panificación

2.4 CATEGORIAS FUNDAMENTALES

GRAFICO 4. Organizador Lógico de Variables



2.4.1 Suero de Quesería

Los sueros lácteos se definen como la fracción de la leche, de cualquier especie, que no precipita por la acción del cuajo o por los ácidos, durante el proceso de elaboración de quesos. Constituye el 90% de la leche y contiene compuestos hidrosolubles. En esta solución se encuentran proteínas solubles, lactosa, vitaminas y sales minerales. El suero es una de las mayores reservas de proteínas alimentarias que aún permanecen fuera de los canales de consumo humano. (INTI, 2012)

El suero de quesería es una sustancia de alto valor nutritivo, pero muy contaminante al contacto con el agua y caro de procesar. La mala gestión del suero trae asociado un alto impacto medioambiental. (INTI, 2012). En el caso de las industrias lácteas la contaminación se caracteriza por ser de tipo orgánica y biodegradable con una generación de efluentes líquidos que tienen una rápida tendencia a la fermentación por la conversión de lactosa a ácido láctico (Beldoménico et al 1992). Este proceso de biodegradación se asocia directamente con la cantidad de leche o suero que va a parar al efluente por lo que el control de los procesos y el aprovechamiento de subproductos es el primer paso tendiente a mejorar la calidad medioambiental (FEPALE, 2008).

Hoy en día el suero supone uno de los mayores subproductos de la industria quesera. De hecho, el volumen de suero está creciendo casi paralelamente al volumen de leche, puesto que el aumento en la producción de leche con lleva una mayor producción de quesos, que implica directamente el incremento de la producción de suero (Smithers, 2008).

Según la Federación Nacional de Industrias Lácteas (FIAB, 2010), la producción de quesos en 2008 fue de 317.100 toneladas, Teniendo en cuenta que por término medio, 10 litros de leche generan, aproximadamente, 1 kg de queso y 9 litros de suero (Jelen, 2003), se puede estimar la producción de suero de quesería, tal como refleja la Tabla 2

Tabla 2. Producción Mundial de Queso y Suero de Quesería

	Producción de Quesos (toneladas)	Producción estimada de SUERO DE QUESERIA. (toneladas)
Quesos de vaca	129000	1161000
Quesos de oveja	45300	407700
Quesos de cabra	20400	183600
Quesos de mezcla	122400	1101600
Total	317100	2853900

Fuente: FIAB (2010)

Problemas medioambientales del suero de quesería

La situación del suero ha cambiado bastante en los últimos años. Durante mucho tiempo se creyó que el suero era un producto de desecho, y se vertía sin control en la naturaleza (Scott, 1991), por lo que un volumen considerable de este producto iba a parar al sistema municipal de alcantarillado, ríos, lagos y océanos (Smithers, 2008).

El alto poder contaminante del lactosuero deriva principalmente de su elevado contenido en materia orgánica (lactosa, proteínas y materia grasa), siendo su riqueza en lactosa la principal responsable, por su capacidad para actuar como sustrato de fermentación bacteriana (Castillo et al., 1996).

A modo de ejemplo una industria quesera que produzca diariamente 400.000 litros de suero sin depurar estaría produciendo una contaminación diaria similar a una población de 1.250.000 habitantes.

Una quesería a gran escala podría originar unos 50.000 litros de suero/diario; suponiendo una demanda biológica de oxígeno (DBO) de 12 g O₂/litro, En 5 días la DBO₅ sería de 3.000.000 g O₂. Según los estándares europeos, estos valores implican una contaminación extrema, igual a la que produciría una ciudad de 50.000 habitantes (Ostojic et al., 2005).

Composición

Los principales componentes del lactosuero, tanto dulce como ácido, son agua (93-94%), lactosa (70-75% de los sólidos totales), proteínas séricas (8-11% de los sólidos totales) y minerales (10-15% de los sólidos totales) (Jelen, 1992; 2003). También presenta grasa y vitaminas (Smithers, 2008).

La composición del lactosuero depende del tipo de queso (enzimático o ácido), de las técnicas de elaboración queseras empleadas (como el método de coagulación), del tratamiento que experimenta el suero líquido (tratamientos térmicos, pre concentración, recuperación de los finos de caseína), del estado fisiológico del animal, del tipo de raza y especie, y además sigue la tendencia de la composición química de la leche de la que proviene (Quiles et al., 1994; Pintado et al., 2001; Jelen, 1992, 2003; Ji y Haque, 2003; Jaeggi et al., 2005; Moreno-Indias et al., 2009).

Tabla 3. Composición de suero en polvo Dulce y Acido

	Suero Dulce	Suero Acido
pH	5,9-6,4	4,6-4,8
Solido totales	63-70	63-70
Lactosa	46-52,3	44-46
Proteína	6 – 10	5,8-8
Grasa	0,2-1	0,1-0,5
Cenizas	5	7,5

Fuente: Pintado et al., (2001)

Tipos de suero de leche y sus componentes

El suero de leche como se mencionó anteriormente, es el residuo líquido de la producción de queso y caseína y es uno de los más grandes reservorios de proteína alimenticia que actualmente no ha alcanzado su punto máximo de aprovechamiento. Este suero comprende entre un 80 a 90% del volumen total de leche procesada para la fabricación de queso o caseína y contiene cerca del 50% de los nutrientes originales de la leche: proteínas solubles, lactosa, vitaminas y minerales.

Existen principalmente 2 tipos de suero: el suero “dulce” y el suero “ácido”. El suero dulce, se genera al elaborar el queso mediante el uso de enzimas proteolíticas o “cuajo”, las cuales actúan sobre las caseínas de la leche y las “cortan” o “rompen” haciendo que estas se desestabilicen y precipiten, todo esto bajo condiciones específicas de temperatura (15-50°C), pH levemente ácido (5,9-6,6) producto de la incorporación de cultivos lácteos y iones calcio. La principal enzima utilizada para realizar esto, es la quimosina o renina. Esta enzima es propia del aparato digestivo de los rumiantes, por eso, antiguamente esta enzima se obtenía a partir del estómago de estos animales. Actualmente esta enzima es producida a partir de síntesis bioquímica evitando usar el estómago de terneros como materia prima.

Por otro lado como se mencionó anteriormente, está el suero “ácido”. Este suero se genera mediante la precipitación ácida de la caseína. Esta precipitación se realiza disminuyendo el pH de la leche a un valor de 4,5 a 4,6. A este pH, se alcanza el punto isoeléctrico de la mayoría de las caseínas presentes; en este punto, la carga eléctrica neta de la proteína es igual a cero, lo cual produce que la micela de caseína se desestabilice y precipite, dejando en solución solamente las proteínas de tipo séricas. De acuerdo a esto, a continuación se muestra una tabla con la composición típica del suero de leche “dulce” y “ácido”

El suero y su uso en productos dietéticos

Uno de los principales componentes del suero de leche utilizado para la elaboración de productos dietéticos, son sus proteínas. Las proteínas séricas han mostrado tener propiedades beneficiosas por ejemplo, en la presión arterial, propiedades insulina trópicas y en la regulación del consumo energético de las personas mediante regulaciones hormonales en el tracto digestivo. Ahora bien, todas las formulaciones para los productos dietéticos deben contener bajas cantidades de sodio, ya que este, promueve la retención de líquidos en el cuerpo y por lo tanto un aumento de peso en la persona. Por otro lado, también es recomendable que sea bajo en lactosa, debido a la gran cantidad de personas que son intolerantes a esta, lo cual, puede causar rechazo al momento de su consumo. A continuación se detallarán las principales propiedades de las proteínas del suero, las cuales, resultan muy atractivas a la hora de elaborar un producto dietético

Uso de Suero de Leche en Panificación

En la elaboración de pan, el suero puede ser usado directamente reemplazando al agua, con esto, se ahorran los gastos de agua y se agregan nutrientes adicionales al producto. Por otro lado, lo más utilizado es el suero en polvo, el cual es añadido como complemento a la harina para la elaboración del pan, de esta forma se genera un pan más nutritivo (mayor cantidad de proteínas) y con propiedades organolépticas distintas al pan tradicional. De acuerdo a esto, se puede seguir diversificando el producto, a medida que el suero en polvo utilizado posea otras características, como por ejemplo, desmineralizado o utilizando solamente un concentrado de proteínas de suero en polvo

2.4.2 Quinoa

La quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) es un pseudocereal perteneciente a la subfamilia Chenopodioideae de las amarantáceas. Se le denomina pseudocereal porque no pertenece a la familia de las gramíneas en que están los cereales

"tradicionales", pero debido a su alto contenido de almidón su uso es el de un cereal (Ignacio *et al.*, 1976).

La quinua es una especie vegetal originaria del altiplano peruano-boliviano, caracterizada por tener amplia variedad genética

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) ha sido descrita por primera vez en sus aspectos botánicos por Willdenow en 1778, como una especie nativa de Sudamérica, cuyo centro de origen, según Buskasov se encuentra en los Andes de Bolivia y Perú (Cárdenas, 1944). Esto fue corroborado por Gandarillas (1979b), quien indica que su área de dispersión geográfica es bastante amplia, no sólo por su importancia social y económica, sino porque allí se encuentra la mayor diversidad de eco tipos tanto cultivados técnicamente como en estado silvestre.

Según Vavilov, la región Andina corresponde a uno de los grandes centros de origen de las especies cultivadas (Lescano, 1994), y dentro de ella se encuentran diferentes sub centros. Según Lescano, en el caso de la quinua se identifican cuatro grandes grupos según las condiciones agroecológicas donde se desarrolla: valles interandinos, altiplano, salares y nivel del mar, los que presentan características botánicas, agronómicas y de adaptación diferentes.

La Quinua es un pseudo cereal originario de los valles de la Zona Andina, formando parte importante de la dieta alimenticia de las comunidades por su alto valor nutritivo, especialmente proteico y su adaptabilidad a condiciones ambientales adversas, alcanzando una producción mundial de 54 mil toneladas anuales para el año 2002. (SICA, 2009^a) (Cazar-Alava, 2004)

La quinua es el cereal de mayor y más completa composición en aminoácidos que existen sobre el planeta. Contiene los 20 aminoácidos (incluyendo los 10 esenciales) especialmente la usina, que es de vital importancia para el desarrollo de las células del cerebro, los procesos de aprendizaje, memorización y

raciocinio así como para el crecimiento físico; en promedio la quinua contiene hasta 400% más de lisina que el trigo y el maíz. (Peed W., 2009)

La coloración de la quinua varía de verde claro en la variedad Nariño, hasta verde oscuro en Kcancolla; se transforman en amarillas, rojas o púrpuras según la madurez.

El valor calórico es mayor que otros cereales, tanto en grano y en harina alcanza a 350 cal/1 OOG., que lo caracteriza como un alimento apropiado para zonas y épocas frías. Además, no contiene colesterol ni gluten: una gran ventaja porque el gluten está presente en los demás cereales e impide que las personas alérgicas a esta sustancia puedan ingerirlos. Asimismo, proporciona minerales y vitaminas naturales, especialmente A, C, D, B1, B2, B6, ácido fólico, niacina, calcio, hierro y fósforo. (Peed W., 2009)

Distribución geográfica

La quinua puede considerarse como una especie oligocéntrica, con centro de origen de amplia distribución y diversificación múltiple, considerándose las orillas del Lago Titicaca como la zona de mayor diversidad y variación genética (Mujica, 1992).

Según Lescano (1994) la quinua está distribuida en toda la región andina, desde Colombia (Pasto) hasta el norte de Argentina (Jujuy y Salta) y Chile (Antofagasta), y se ha encontrado un grupo de quinuas de nivel del mar en la Región de Concepción Al respecto, Barriga et al. (1994) hacen referencia de quinuas colectadas en la Novena y Décima Región de Chile.

Según Rojas (1998) la distribución geográfica de la quinua en la región se extiende desde los 5° Latitud Norte al sur de Colombia, hasta los 43° Latitud Sur en la Décima Región de Chile, y su distribución altitudinal varía desde el nivel del mar en Chile hasta los 4000 m.s.n.m. en el altiplano que comparten Perú y

Bolivia, existiendo así, quinuas de costa, valles, valles interandinos, puna y altiplano.

A continuación se presenta un resumen de distribución de la quinua, de acuerdo a los países de la región y sus zonas tradicionales de producción (Rojas et al., 2010):

- En Colombia en el departamento de Nariño, en las localidades de Ipiales, Puesres, Contadero, Córdova, San Juan, Mocondino y Pasto.
- En Ecuador en las áreas de Carchi, Imbabura, Pichincha, Cotopaxi, Chimborazo, Loja, Latacunga, Ambato y Cuenca.
- En Perú se destacan las zonas de Cajamarca, Callejón de Huayllas, Valle del Mantaro, Andahuayllas, Cusco y Puno (altiplano).
- En Bolivia en el altiplano de La Paz, Oruro y Potosí y en los valles interandinos de Cochabamba, Chuquisaca, Potosí y Tarija.
- En Chile en el altiplano Chileno (Isluga e Iquique) y Concepción. También existen reportes de quinuas cultivadas en la Novena y Décima región (Barriga et al., 1994).
- En Argentina se cultiva en forma aislada en Jujuy y Salta. El cultivo se amplió también hacia los Valles Calchaquíes de Tucumán (Gallardo y González, 1992).

PRODUCCION MUNDIAL DE QUINUA

La producción mundial de quinua mantiene un sostenido crecimiento tanto de la superficie cosechada como del volumen producido. Entre el año 2005 y el año 2011, el volumen mundial producido aumentó un 37,3% pasando de 58.443 tn a 80.241 tn. Con respecto a la superficie cosechada para el mismo período, la misma creció un 47,4% (68.863 ha a 101.527 ha). (FAO 2013)

En 2011, la producción mundial de quinua alcanzó las 80.241 toneladas, distribuidas de la siguiente manera: Perú 51,31% (41.168 ton.), Bolivia 47,68%

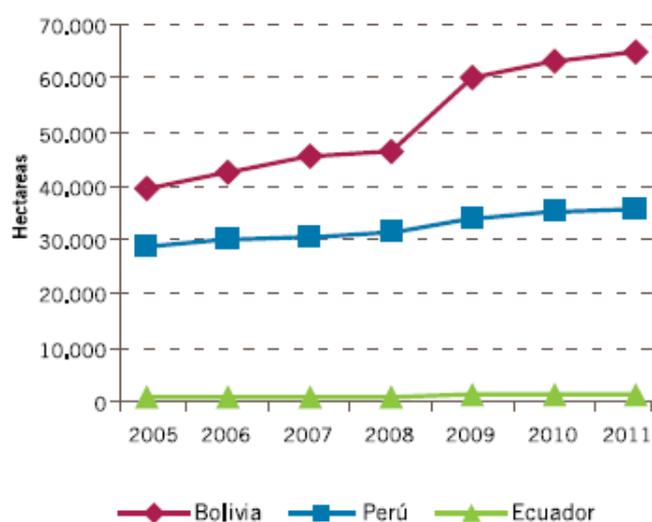
(38.257 ton.) y Ecuador 1,02% (816 ton.). Cabe resaltar que para el período de análisis, la producción de quinua en Bolivia aumentó un 52%, en Perú un 26% y en Ecuador un 25%. Si se considera la extensión dedicada al cultivo, en el mismo tramo, Bolivia promedió el 60,5% de la superficie cosechada total a nivel mundial, Perú el 38,3% y Ecuador el 1,2% restante. (FAO, 2013)

Tabla 4. Producción Mundial de Quinua

Año	Ha	Tn
2005	68863	58443
2006	73328	57962
2007	76815	59115
2008	78532	57777
2009	95050	74353
2010	99499	78082
2011	101527	80241

Fuente: FAO (2013)

GRAFICO 5. Hectáreas Sembradas Por País



Fuente: FAO (2013)

Propiedades nutricionales

Las bondades peculiares del cultivo de la quinua están dadas por su alto valor nutricional. El contenido de proteína de la quinua varía entre 13,81 y 21,9% dependiendo de la variedad. Debido al elevado contenido de aminoácidos esenciales de su proteína, la quinua es considerada como el único alimento del reino vegetal que provee todos los aminoácidos esenciales, que se encuentran extremadamente cerca de los estándares de nutrición humana establecidos por la FAO. Al respecto Risi (1991) acota que el balance de los aminoácidos esenciales de la proteína de la quinua es superior al trigo, cebada y soya, comparándose favorablemente con la proteína de la leche. Su composición del valor nutritivo de la quinua en comparación con la carne, el huevo, el queso y la leche se presenta en la tabla N 1.

Tabla 5. Composición del valor nutritivo de la quinua en comparación con alimentos básicos (%)

Componentes (%)	Quinua	Carne	Huevo	Queso	Leche Vacuna	Leche Humana
Proteínas	13	30	14	18	3,5	1,8
Grasas	6,1	50	3,2		3,5	3,5
Hidratos de carbono	71					
Azúcar					4,7	7,5
Hierro	5,2	2,2	3,2		2,5	
Calorías	350	431	200	24	60	80

Fuente: Informe agroalimentario, 2009 MDRT-BOLIVIA

Composición y valor funcional

Para algunas poblaciones del mundo incluir proteínas de alta calidad en sus dietas constituye un problema, especialmente en aquellas que escasamente consumen proteína de origen animal y deben obtener proteínas de cereales, leguminosas y otros granos. Aun cuando el aporte energético de estos alimentos es adecuado, las concentraciones insuficientes de aminoácidos esenciales (AAE) pueden contribuir a aumentar la prevalencia de la desnutrición.

Una característica fundamental de la quinua es que el grano, las hojas y las inflorescencias son fuentes de proteínas de muy buena calidad. La calidad nutricional del grano es importante por su contenido y calidad proteínica, siendo rico en los aminoácidos lisina y azufrados, mientras que por ejemplo las proteínas de los cereales son deficientes en estos aminoácidos.

Sin embargo, a pesar de su buen contenido de nutrientes, las investigaciones realizadas concluyen que los aminoácidos de la proteína en la harina cruda y sin lavar no están del todo disponibles, porque contienen sustancias que interfieren con la utilización biológica de los nutrientes. Estas sustancias son los glucósidos denominados saponinas.

La quinua posee un alto porcentaje de fibra dietética total (FDT), lo cual la convierte en un alimento ideal que actúa como un depurador del cuerpo, logrando eliminar toxinas y residuos que puedan dañar el organismo. . Produce sensación de saciedad. El cereal en general y la quinua en particular, tiene la propiedad de absorber agua y permanecer más tiempo en el estómago.

Proteínas

La calidad nutricional de un producto depende tanto de la cantidad como de la calidad de sus nutrientes. La quinua según Bo (1991) y Morón (1999), citados por Jacobsen y Sherwood (2002) presenta el valor de 13,81 g/100 g de materia seca que, comparado con trigo Manitoba 16,0 g/100 g y Triticale 15,0 g/100 g, no tiene un alto contenido de proteínas.

En general, si se hace una comparación entre la composición de nutrientes de la quinua y los del trigo, arroz y maíz (que tradicionalmente se mencionan en la bibliografía como los granos de oro) se puede corroborar que los valores promedios que reportan para la quinua son superiores a los tres cereales en cuanto al contenido de proteína, grasa y ceniza (Rojas et al., 2010).

La literatura en nutrición humana indica que sólo cuatro aminoácidos esenciales probablemente limiten la calidad de las dietas humanas mixtas. Estos aminoácidos son la lisina, la metionina, la treonina y el triptófano. Es así que si se compara el contenido de aminoácidos esenciales de la quinua con el trigo y arroz, se puede apreciar su gran ventaja nutritiva: por ejemplo, para el aminoácido lisina, la quinua tiene 5,6 gramos de aminoácido/ 16 gramos de nitrógeno, comparados con el arroz que tiene 3,2 y el trigo 2,8 (Repo-Carrasco, 1998).

En algunas zonas de producción los agricultores des amargan la quinua sometiendo el grano al calor y luego la lavan. Este proceso de tostado con calor seco es utilizado por algunas empresas para eliminar la cáscara que contiene saponinas (Tapia, 1997). Después del tostado los granos de la quinua adquieren una coloración marrón que es producto de la presencia de azúcares reductores que producen una reacción de Maillard. La lisina en esta forma no es biológicamente útil (pierde su valor nutricional).

Entre el 16 y el 20% del peso de una semilla de quinua lo constituyen proteínas de alto valor biológico, entre ellas todos los aminoácidos, incluidos los esenciales, es decir, los que el organismo es incapaz de fabricar y por tanto requiere ingerirlos con la alimentación. Los valores del contenido de aminoácidos en la proteína de los granos de quinua cubren los requerimientos de aminoácidos recomendados para niños en edad preescolar, escolar y adultos. No obstante, la importancia de las proteínas de la quinua radica en la calidad. Las proteínas de quinua son principalmente del tipo albúmina y globulina. Estas, tienen una composición balanceada de aminoácidos esenciales parecida a la composición aminoacídica de la caseína, la proteína de la leche. Se ha encontrado también

que las hojas de quinua tienen alto contenido de proteínas de buena calidad. Además, las hojas son también ricas en vitaminas y minerales, especialmente en calcio, fósforo y hierro.

Cien gramos de quinua contienen casi el quintuple de lisina, más del doble de isoleucina, metionina, fenilalanina, treonina y valina, y cantidades muy superiores de leucina (todos ellos aminoácidos esenciales junto con el triptófano) en comparación con 100 gramos de trigo. Además supera a éste en algunos casos por el triple- en las cantidades de histidina, arginina, alanina y glicina además de contener aminoácidos no presentes en el trigo como la prolina, el ácido aspártico, el ácido glutámico, la cisteína, la serina y la tirosina (todos ellos aminoácidos no esenciales).

Tabla 6. Contenido de aminoácidos en quinua y otros granos

Aminoácido	(mg/100g de proteínas)				
	Trigo	cebada	avena	maíz	quinua
Isoleucina	32	32	24	32	68
Leucina	60	63	68	103	104
Lisina	15	24	35	27	79
Fenilamina	34	37	35	27	79
Tirosina	16	17	16	14	41
Cistina	26	28	45	31	68
Metionina	10	13	14	16	18
Treonina	27	32	36	39	40
Triptófano	6	11	10	5	16
Valina	37	46	50	49	76

Fuente: FAO (2013)

La excepcional riqueza en aminoácidos que tiene la quinua le confiere propiedades terapéuticas muy interesantes. Y ello porque la biodisponibilidad de la lisina de la quinua –el 9 aminoácido esencial más abundante en sus semillas-, es muy alta mientras en el trigo, el arroz, la avena, el mijo o el sésamo es notablemente más baja. Este aminoácido que mejora la función inmunitaria al colaborar en la formación de anticuerpos, favorece la función gástrica, colabora en la reparación celular, participa en el metabolismo de los ácidos grasos, ayuda al transporte y absorción del calcio e, incluso, parece retardar o impedir -junto con la vitamina C- las metástasis cancerosas, por mencionar sólo algunas de sus numerosas actividades terapéuticas.

En cuanto a la isoleucina, la leucina y la valina participan, juntos, en la producción de energía muscular, mejoran los trastornos neuromusculares, previenen el daño hepático y permiten mantener en equilibrio los niveles de azúcar en sangre, entre otras funciones. Por lo que respecta a la metionina se sabe que el hígado la utiliza para producir s-adenosi-metionina, una sustancia especialmente eficaz para tratar enfermedades hepáticas, depresión, osteoartritis, trastornos cerebrales, fibromialgia y fatiga crónica, entre otras dolencias. Además actúa como potente agente detoxificador que disminuye de forma considerable los niveles de metales pesados en el organismo y ejerce una importante protección frente a los radicales libres.

La quinua también contiene cantidades interesantes de fenilalanina (un estimulante cerebral y elemento principal de los neurotransmisores que promueven el estado de alerta y el alivio del dolor y de la depresión, entre otras funciones), de treonina (que interviene en las labores de desintoxicación del hígado, participa en la formación de colágeno y elastina, y facilita la absorción de otros nutrientes) y triptófano (precursor inmediato del neurotransmisor serotonina por lo que se utiliza con éxito en casos de depresión, estrés, ansiedad, insomnio y conducta compulsiva). Por lo que respecta a los aminoácidos “no esenciales” la quinua contiene más del triple de histidina que el trigo, sustancia que sí es en cambio esencial en el caso de los bebés ya que el organismo no la puede sintetizar hasta ser adultos por lo que es muy

recomendable que los niños la adquieran mediante la alimentación, especialmente en épocas de crecimiento. Además tiene una acción ligeramente antiinflamatoria y participa en el sistema de respuesta inmunitaria.

La arginina, por su parte, también es considerada un aminoácido casi esencial en la infancia, niñez y adolescencia ya que estimula la producción y liberación de la hormona de crecimiento, además de mejorar la actividad del timo y de los linfocitos T, participar en el crecimiento y reparación muscular, y ser un protector y detoxificador hepático. En cuanto a la alanina es fuente de energía para músculos, cerebro y sistema nervioso y la glicina actúa como un neurotransmisor tranquilizante en el cerebro y como regulador de la función motora. Además, la prolina – aminoácido que no contienen otros cereales como el trigo- participa en la reparación de las articulaciones, es necesaria para la cicatrización de lesiones y úlceras, parece ser eficaz para tratar los casos de impotencia y frigidez, es protector cardiovascular y se utiliza junto a la lisina y la vitamina C para impedir o limitar las metástasis cancerosas.

Tampoco es común en los cereales corrientes el ácido aspártico (que mejora la función hepática y es indispensable para el mantenimiento del sistema cardiovascular), el ácido glutámico (que participa en los procesos de producción de energía para el cerebro y en fenómenos tan importantes como el aprendizaje, la memorización y la plasticidad neuronal), la cisteína (protector hepático al unirse a los metales pesados para favorecer su eliminación además de destruir radicales libres y potenciar el sistema inmune), la serina (potente agente hidratante natural) y la tirosina (que tiene un importante efecto anti estrés y juega un papel fundamental en el alivio de la depresión y la ansiedad, entre otras funciones).

La digestibilidad de la proteína o biodisponibilidad (digestibilidad verdadera) de los aminoácidos de la quinua varía según la variedad y el tratamiento a que son sometidas. Estudios 10 comparativos (FAO/OMS, 1991) usando el método de balance en ratas, clasificaron los valores de la digestibilidad verdadera de la proteína en tres rangos: digestibilidad alta de 93 a 100 % para los alimentos de

origen animal y la proteína aislada de soya; digestibilidad intermedia con valores de 86 a 92 % para el arroz pulido, trigo entero, harina de avena y harina de soya; y digestibilidad baja de 70 a 85 % para diferentes tipos de leguminosas incluyendo frijoles, maíz y lentejas. De acuerdo a esta clasificación, el grano de la quinua se encuentra en la tercera posición, es decir con baja digestibilidad (Ayala et al., 2004)

Fibra dietaría

Por lo que respecta a la fibra supone el 6% del peso total del grano y es la que hace que la ingesta de quinua favorezca el tránsito intestinal, regule los niveles de colesterol, estimule el desarrollo de flora bacteriana beneficiosa y ayude a prevenir el cáncer de colon. Posee un alto porcentaje de fibra dietética total (FDT), lo cual la convierte en un alimento ideal para lograr eliminar toxinas y residuos que puedan dañar el organismo. Por lo tanto actúa como un depurador del cuerpo. Produce sensación de saciedad. El cereal en general, y la quinua en particular, tienen la propiedad de absorber agua y permanecer más tiempo en el estómago por lo que de esta forma se logra plenitud con poco volumen de cereal.

2.4.3 Elaboración de pan tipo molde

El pan constituye la base de la alimentación desde hace 7000 u 8000 años (Bourgeois y Larpent, 1995). Al principio era una pasta plana, no fermentada, elaborada con una masa de granos machacados groseramente y cocida. Existen bajorrelieves egipcios (3000 años a. de J.C.) sobre la fabricación de pan y cerveza, que sugieren que fue en la civilización egipcia donde se utilizaron por primera vez los métodos bioquímicos de elaboración de estos alimentos fermentados (Aleixandre, 1996).

Los galos, después de Plinio, utilizaron la espuma de la cerveza para elaborar pan. Esta técnica fue olvidada y redescubierta en el siglo XVII convirtiéndose en

práctica habitual en Europa hasta 1800 (Fellows, 1993; Bourgeois y Larpent, 1995).

A finales del siglo XIX, a raíz de los trabajos de Pasteur, se desarrolla una industria específica para la producción de levaduras que culmina en 1920 con un moderno método de producción de levaduras de panadería (*Saccharomyces cerevisiae*), inventado por el danés Soren Sak y denominado «Método Zero» ya que evita la producción de etanol (Bourgeois y Larpent, 1995).

2.4.4 Pan

El pan es el producto alimenticio que resulta de la cocción de la masa fermentada proveniente de la mezcla de harina de trigo, agua potable, levadura, sal, azúcar, grasa comestible, y aditivos autorizados. (INEN, 1993)

El sector de la panificación constituye una parte sustancial en la industria alimentaria, está arraigado en todos los países industrializados y en rápida expansión en las zonas del mundo en desarrollo. La principal atracción que la panadería ejerce en los consumidores es la gran variedad de productos que puede poner a su disposición. (Navas G. 2009)

Pan es un término usado para describir productos de una gran variedad de forma, textura, corteza, color, grado de firmeza, sabor, aroma y calidad sensorial. Las características de tales productos son diversas y por ello no tienen sentido los términos de calidad buena o mala, excepto para el juicio de un particular. (Cauvin, S 1998)

Las características del pan y otros productos fermentados dependen de la formación de la red de gluten en la masa, no solo para atrapar el gas procedente de la fermentación sino también porque contribuye directamente a la formación

de una estructura alveolar en la miga que tras el horneado, confiere una textura y palatabilidad diferente a la de otros productos horneados. (Cauvin S, 1998)

El volumen del pan no depende solamente de la calidad de la harina, sino también de la manipulación del panadero. Todas las harinas fuertes necesitan un periodo de fermentación mucho más largo que las harinas flojas, para producir pan bueno y voluminoso y es el grado de fermentación que resiste una harina lo que decide la calidad de esta. Es estabilidad más que fuerza lo que una harina necesita puesto que debe formarse una masa suficientemente estable para conservar su forma después de ser moldeada. (Benion E, 1970)

Algunos de los factores que atribuyen la falta de volumen son: masas duras, exceso de sal, falta de maduración, harina floja, harina vieja, levadura que ha sufrido un aumento de temperatura, harina recientemente molturada, insuficiencia de maduración final, masas frías, excesivo trabajo mecánico, horno demasiado caliente, falta de vapor en el horno. El exceso de volumen puede ser causado por: fermentación o maduración final excesiva, sal insuficiente con harina fuerte bien fermentada, horno frío, masas blandas con alto contenido de levadura. (Benion E, 1970)

La textura de la miga del pan es de interés debido a las propiedades mecánicas de la misma como firmeza y elasticidad y a menudo se trata de ligar estos parámetros con características asociadas a la palatabilidad/ masticabilidad mediante la adaptación de los más fundamentales métodos físicos de análisis. (Cauvin S, 1998)

2.4.5 Red de Gluten

La red de gluten se forma en la masa de panificación al usar harina de trigo en un medio acuoso, permitiendo la aparición de reacciones químicas que transforman la mezcla en una masa casi fibrosa, esto es debido a las proteínas de la harina (gluten) que empiezan a alinearse en cientos de cadenas.

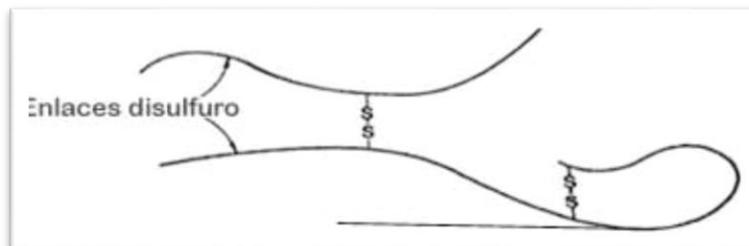
El gluten es una proteína de bajo valor Nutritivo, cuyo uso se masificó debido a su capacidad de retener aire en la matriz proteica facilitando que la masa se adhiera mejor, fenómeno que favorece la elaboración del pan. Las gliadinas son ricas en glutamina y prolina, cuya digestión en el tracto gastrointestinal es más difícil que el de otros péptidos. (Shan L. 2002)

El gluten está compuesto por 80 % de proteínas, 7 % de lípidos y 5% de hidratos de carbono. Los hidratos de carbono, como los pentosanos contribuyen en parte a la unión del gluten con el agua.

Las prolaminas y las gluteninas, en relación con los lípidos, aportan una característica muy particular en la formación del gluten. Son responsables de la cohesión y la visco-elasticidad de la masa, propiedad que permite la retención de gas durante el amasado y en la cocción cuya consecuencia es un producto panificado poroso, esponjoso y con una corteza elástica. La formación del gluten se basa en la interacción específica entre las prolaminas y gluteninas con intervención de los enlaces físicos y químicos. (Claude W, 2011)

La red de gluten se obtiene directamente, con suma facilidad, a partir del grano de trigo. De acuerdo al gráfico, los enlaces disulfuro después del amasado empiezan a desplegarse para así formar la red de gluten.

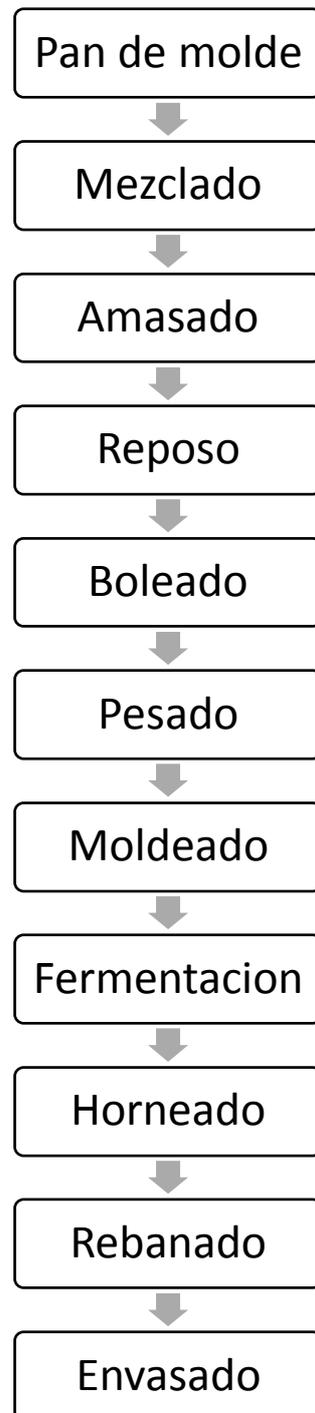
Gráfico 6. Red de gluten con enlaces disulfuro.



Fuente: Claude W, 2011

2.4.6 Proceso de elaboración de pan de molde

Grafico 7. Diagrama de Flujo de Elaboración de Pan de Molde



Con las particularidades propias de cada sistema de elaboración y de cada tipo de pan, el proceso de elaboración consta de las siguientes etapas (Quaglia, 1991; Kamel, 1993; Guinet y Godon, 1996; Cauvain y Young, 1998).

2.4.6.1 Amasado

Sus objetivos son lograr la mezcla íntima de los distintos ingredientes y conseguir, por medio del trabajo físico del amasado, las características plásticas de la masa así como su perfecta oxigenación. El amasado se realiza en máquinas denominadas amasadoras, que constan de una artesa móvil donde se colocan los ingredientes y de un elemento amasador cuyo diseño determina en cierto modo los distintos tipos de amasadoras, siendo las de brazos de movimientos variados y las espirales las más comúnmente utilizadas en la actualidad

2.4.6.2 División y pesado

Su objetivo es dar a las piezas el peso justo. Si se trata de piezas grandes se suelen pesar a mano. Si se trata de piezas pequeñas se puede utilizar una divisora hidráulica, pesando a mano un fragmento de masa múltiplo del número de piezas que da la divisora. En las grandes panificadoras donde el rendimiento horario oscila entre las 1000 y 5000 piezas se suele recurrir a las divisoras volumétricas continuas

2.4.6.3 Boleado

Consiste en dar forma de bola al fragmento de masa y su objetivo es reconstruir la estructura de la masa tras la división. Puede realizarse a mano, si la baja producción o el tipo de pan así lo aconsejan. O puede realizarse mecánicamente por medio de boleadoras siendo las más frecuentes las formadas por un cono truncado giratorio.

2.4.6.4 Reposo

Su objetivo es dejar descansar la masa para que se recupere de la desgasificación sufrida durante la división y boleado. Esta etapa puede ser llevada a cabo a temperatura ambiente en el propio obrador o mucho mejor en las denominadas cámaras de bolsas, en las que se controlan la temperatura y el tiempo de permanencia en la misma

2.4.6.5 Formado

Su objetivo es dar la forma que corresponde a cada tipo de pan. Si la pieza es redonda, el resultado del boleado proporciona ya dicha forma. Si la pieza es grande o tiene un formato especial suele realizarse a mano. Si se trata de barras, que a menudo suponen más del 85% de la producción de una panadería, se realiza por medio de máquinas formadoras de barras en las que dos rodillos que giran en sentido contrario aplastan el fragmento de masa y lo enrollan sobre sí mismo con ayuda de una tela fija y otra móvil

2.4.6.6 Fermentación

Consiste básicamente en una fermentación alcohólica llevada a cabo por levaduras que transforman los azúcares fermentables en etanol, CO₂ y algunos productos secundarios. En el caso de utilizar levadura de masa se producen en menor medida otras fermentaciones llevadas a cabo por bacterias. Los objetivos de la fermentación son la formación de CO₂, para que al ser retenido por la masa ésta se esponje, y mejorar el sabor del pan como consecuencia de las transformaciones que sufren los componentes de la harina. En un sentido amplio la fermentación se produce durante todo el tiempo que transcurre desde que se han mezclado todos los ingredientes (amasado) hasta que la masa ya dentro del horno alcanza unos 50 °C en su interior.

La fermentación en masa, es el periodo de reposo que se da a la masa desde que finaliza el amasado hasta que la masa se divide en piezas. Es una etapa larga en la panificación francesa y en algunas elaboraciones españolas como la chapata gallega, pero es muy corta o inexistente en las elaboraciones mecanizadas del pan común español.

La fermentación intermedia, es el periodo de reposo que se da a la masa en las cámaras de bolsas tras el boleado y antes del formado.

La fermentación final o fermentación en piezas es el periodo de reposo que se da a las piezas individuales desde que se practicó el formado hasta que se inicia el horneado del pan. Esta fase suele realizarse en cámaras de fermentación climatizadas a 30 °C y 75% de humedad durante 60 a 90 minutos, aunque los tres parámetros pueden variar según las necesidades del panadero

2.4.6.7 Cocción

Su objetivo es la transformación de la masa fermentada en pan, lo que conlleva: evaporación de todo el etanol producido en la fermentación, evaporación de parte del agua contenida en el pan, coagulación de las proteínas, transformación del almidón en dextrinas y azúcares menores y pardeamiento de la corteza

La cocción se realiza en hornos a temperaturas que van desde los 220 a los 260 °C, aunque el interior de la masa nunca llega a rebasar los 100 °C.

Los hornos utilizados en panadería pueden ser continuos (hornos de túnel), cuando es posible alimentarlos con una secuencia ilimitada de piezas, o discontinuos cuando una vez cargados con la totalidad de las piezas hay que esperar a que se cuezan para sacarlas e introducir

una nueva carga (hornos de solera, hornos de pisos, hornos de carros).

Tras la cocción y enfriamiento el pan está listo para su consumo, aun así el proceso completo puede que conlleve rebanado y/o empaquetado

2.4.7 Formulación del pan de molde

Tabla 7.- Formulación Base para pan de molde

Ingredientes	% Porcentaje	Cantidad (g)
Harina de Trigo	51,5	500
Agua	30,90	300
Mantequilla	5,25	51
Azúcar	4,63	45
Sal	1,03	10
Levadura	2,06	20
Huevo	4,63	45

Elaborado por: Marcelo Naranjo

2.5 HIPÓTESIS

ESTABLECER EL EFECTO DE LA INCLUSION DE HARINA DE QUINUA Y SUERO DE QUESERÍA EN LA ELABORACIÓN DE PAN TIPO MOLDE

Hi: El efecto de la inclusión de harina de quinua y suero de quesería si influye en la elaboración de pan tipo molde.

Ho: El efecto de la inclusión de harina de quinua y suero de quesería no influye en la elaboración de pan tipo molde.

2.6 SEÑALAMIENTO DE VARIABLES

VARIABLE INDEPENDIENTE: Harina de quinua y suero de quesería

VARIABLE DEPENDIENTE: Elaboración de pan tipo molde

CAPITULO III

METODOLOGIA

3.1 ENFOQUE

El proyecto de efecto de la combinación de suero de quesería y harina de trigo y quinua en pan de molde con características nutricionales mejoradas es cuantitativo y cualitativo pero es también crítico propositivo.

El cuantitativo “utiliza la recolección y el análisis de datos para contestar preguntas de investigación y probar hipótesis establecidas previamente y confía en la medición numérica, el conteo y frecuentemente en el uso de la estadística para establecer con exactitud patrones de comportamiento de la población presente en la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos”

En el cualitativo se tomara en cuenta las descripciones y las observaciones por parte de los catadores de las muestras, referente a las propiedades organolépticas del pan de molde con características nutricionales mejoradas.

Para la presente investigación se va a usar un enfoque cuantitativo para poder apreciar con valores que tan aceptable puede ser el pan de molde con características mejoradas.

3.2 MODALIDAD BASICA DE LA INVESTIGACION

La investigación sigue una modalidad documental o bibliográfica y de campo, es documental o bibliográfico porque considera información publicada en varias fuentes sobre estudios previos y sus respectivos resultados sobre el uso de suero de quesería y harina de trigo y quinua en pan de molde.

Es una investigación de campo ya que tiene una parte experimental realizada en laboratorio para obtener la información deseada.

3.3 NIVEL O TIPO DE INVESTIGACION

Investigación exploratoria.

Investigación exploratoria porque emplea la búsqueda de información científica, económica y social para proporcionar respuestas a las hipótesis.

Investigación descriptiva, ya que presenta los resultados previos y sus situaciones a fin de explicar y desarrollar sus contenidos

Investigación deductiva, ya que mediante los resultados obtenidos se puede proporcionar una alternativa de solución que contribuirá a solucionar el problema propuesto.

Investigación de correlación, con el fin de evaluar el comportamiento de una de las variables en función de otra y medir el grado de relación entre las mismas para poder obtener predicciones estructuradas, análisis de correlación de variables y una medición cuantitativa de los resultados.

3.4 POBLACION Y MUESTRA

POBLACION

Para el estudio la población es la quinua nacional, el suero de quesería.

MUESTRA

Para el estudio se usó un muestreo no probabilístico que se basó en el conocimiento y criterio del investigador.

En el estudio se ensaya la adición de suero de quesería y harina de quinua en la elaboración de pan de molde con características nutricionales mejoradas.

DISEÑO EXPERIMENTAL

De acuerdo al problema de investigación, se establece una comparación entre las muestras provenientes de las mezclas de Suero de quesería con las mezclas de harina de trigo – quinua, para el caso de tres niveles por factor cuantitativo en el que tendremos relaciones lineales como cuadráticas por lo que se considera aplicar un Diseño de dos factores 3^n en el que tendríamos los factores A y B actuando cada uno con tres niveles que se designan 0= bajo, 1= medio y 2= alto (Saltos H. 2010).

El modelo matemático aplicable en el Experimento es:

$$Y_{ijkl} = \mu + A_L + A_Q + B_L + B_Q + A_L B_L + A_L B_Q + A_Q B_L + A_Q B_Q + R_k + \epsilon_{ijk}$$

Donde:

μ =Efecto global

A = Efecto lineal del factor A

B = Efecto lineal del factor B

AB = Efecto de la interacción entre los factores A x B

L = Efecto lineal

Q= Efecto cuadrático

R_k = Efecto de las replicaciones

ϵ_{ijk} = Residuo o error experimental

Factores

A = Cantidad de suero de Quesería

a_0 = 50%

a_1 = 75%

a_2 = 100%

B = Cantidad de harina de quinua

b_0 = 10%

b_1 = 15%

b_2 = 20%

Respuestas Experimentales

- Propiedades Físico- Químicas:
 - pH
 - Solidos Totales
 - Humedad
 - Diferencia de color
- Propiedades microbiológicas.
 - Aerobios Mesofilos Totales
 - Mohos y Levaduras
- Propiedades sensoriales.
 - Color
 - Apariencia
 - Sabor
 - Textura
 - Aceptabilidad
- Textura
 - Dureza

- Rebanabilidad
- Altura

3.5 OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

Variable Independiente: Harina de quinua y suero de quesería

Conceptualización	Categoría	Indicadores	ITEMS Básicos	Técnicas de investigación/instrumento
<p>Harina de quinua y suero de quesería</p> <p>Se conceptúa como:</p> <p>Producto obtenido de la elaboración de Queso, por sus proteínas séricas y aminoácidos esenciales se considera de alto valor nutritivo al igual que la Quinoa</p>	<p>Combinación de harina de quinua con suero de quesería</p> <p>Medición Textura</p> <p>Evaluación Sensorial</p>	<p>Formulación para el uso de suero de quesería y quinua en pan</p> <p>Textura</p> <p>Olor</p> <p>Color</p> <p>Sabor</p>	<p>¿Cuál sería la mejor formulación?</p> <p>¿Qué pan formulación presenta mejor textura?</p> <p>¿Qué formulación tiene mejor olor color y sabor como atributo sensorial?</p>	<p>Diseño de un factor completamente aleatorizado</p> <p>Medición de textura</p> <p>INEN : NTE 530: ensayo de panificación</p> <p>Hoja de catacion</p>

3.6 RECOLECCION DE INFORMACION

La recolección de información se la realizaro en los laboratorios la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y los laboratorios UOITA (Unidad Operativa En Investigación De Tecnologías En Alimentos) siguiendo la norma INEN: NTE: 530 1980 sobre ensayos de panificación, y el análisis sensorial mediante cataciones.

3.7 PROCESAMIENTO Y ANALISIS

Para el procesamiento de la información se uso el paquete informático: Word, Excel para así tabular de forma óptima los datos.

Los datos obtenidos fueron analizados mediante un análisis de varianza (ANOVA) en el programa estadístico Statgraphics e Infostat.

CAPÍTULO IV.

ANALISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS.

4.1 ANALISIS DE LOS RESULTADOS

Los análisis de la parte experimental se realizaron en el laboratorio de Físico Química de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y la en los laboratorios UOITA (Unidad Operativa de Investigación en Tecnología de Alimentos), donde se realizó tres réplicas de cada análisis para verificar la información obtenida y disminuir los errores que puedan existir debido a variables ocultas.

En el ANEXO A se encuentran los datos obtenidos en las diferentes determinaciones realizadas, en el laboratorio de físico química se realizó las mediciones de Altura, pH, Sólidos Totales, Humedad, Rebanabilidad, Diferencia de color y análisis sensorial, los mismos que fueron realizados por duplicado en cada replica.

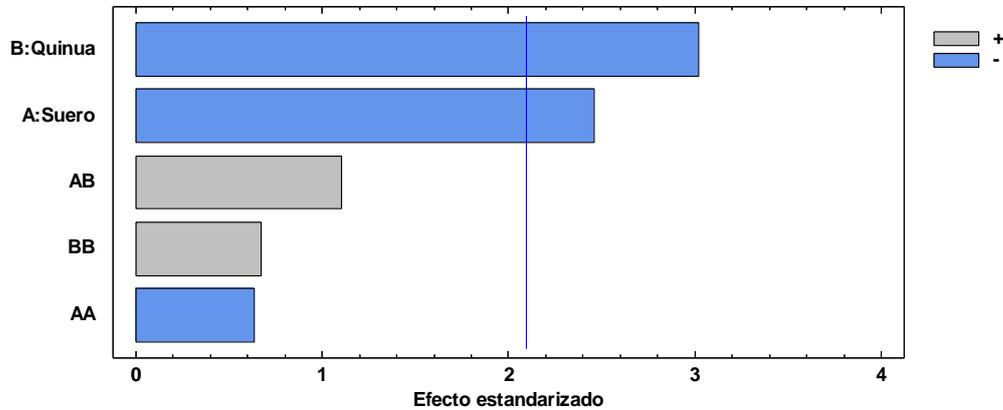
Los análisis estadísticos se encuentran en el ANEXO B, para el diseño experimental 3^2 el cual fue generado antes de realizar el diseño experimental para eliminar variables ocultas y analizado en el Software de análisis estadístico Statgraphics, donde se obtuvo los análisis de varianza de las diferentes respuestas experimentales así como los diagramas de Pareto y gráficos de superficie de respuesta e interacción de variables.

En el ANEXO C se encuentran los datos obtenidos del análisis sensorial donde se estudió el color, sabor, apariencia, textura y aceptabilidad de los diferentes tratamientos, para los cuales se realizó un diseño de bloques incompletos equilibrados donde se tuvo un panel de 15 catadores semi – entrenados donde cada uno evaluó 4 tratamientos, el análisis de los datos se lo realizó con en el software estadístico Infostat, obteniendo los análisis de varianza, y test de Tukey para diferenciar los tratamientos con más alta puntuación y así obtener el mejor tratamiento.

4.2 INTERPRETACION DE LOS DATOS

4.2.1 Altura

Grafico 8.-Diagrama de Pareto para altura en pan de molde



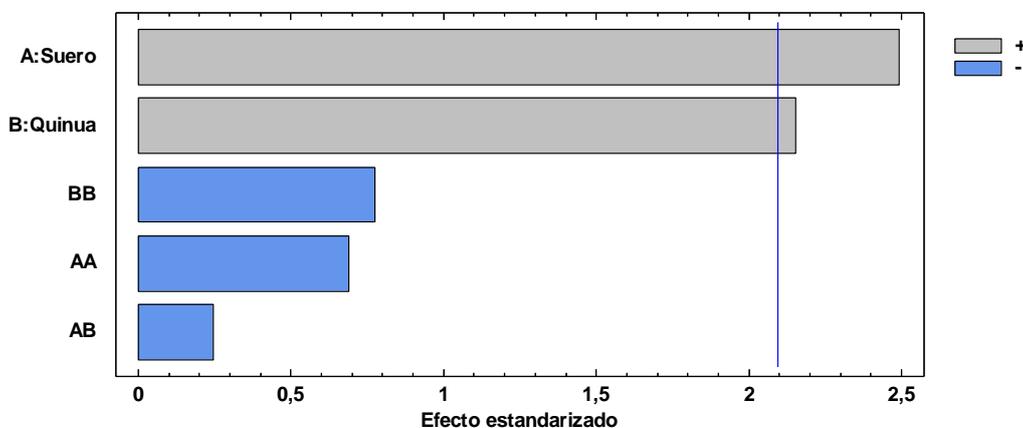
Elaborado por: Marcelo Naranjo, 2015

Las mediciones de altura se las realizo por duplicado con un calibrador midiendo desde la parte inferior hasta el punto más alto de la parte superior.

Los resultados de la altura promedio del pan de molde se muestran en la Tabla A4, en la Tabla B3 se observa el análisis de varianza de los diferentes tratamientos que nos indica con un nivel de confianza del 95% que existe una influencia significativa en la altura por parte de la quinua en gran parte seguida del suero de quesería, esta influencia es individual ya que no existe una influencia para la interacción de estos factores en los efectos cuadráticos de la quinua o el suero lo cual se observa claramente en el grafico 8 el cual nos indica en un diagrama de Pareto la influencia de cada factor y sus influencias combinadas y cuadráticas, confirmando lo dicho por (De la Cruz, 2009), El efecto de la harina de quinua y suero se ve influenciado en la altura del producto, ya que este va disminuyendo a medida que aumentan los porcentajes de incorporación.

4.2.2 Sólidos Totales

Gráfico 9.-Diagrama de Pareto para Sólidos Totales en pan de molde



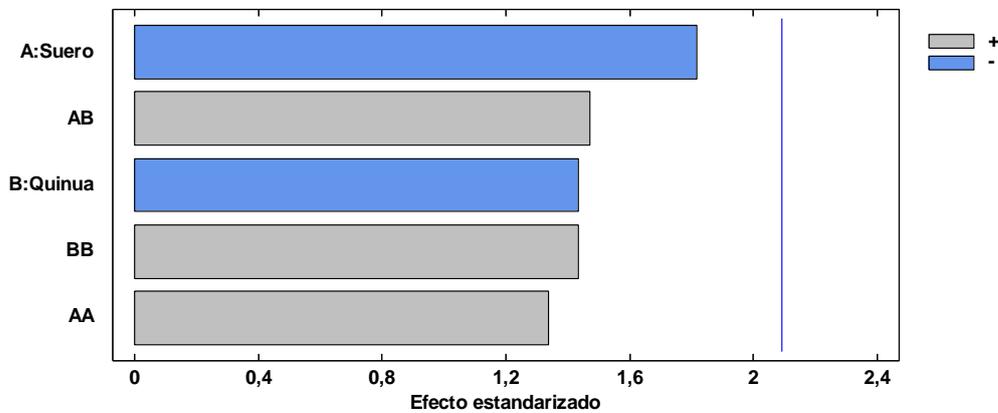
Elaborado por: Marcelo Naranjo, 2015

El análisis de sólidos totales se lo realizó siguiendo el método de la norma NTE INEN 95 la cual en su anexo A especifica el procedimiento a seguir para la determinación de sólidos Totales en muestras de pan, las determinaciones se realizaron 14 horas después de hornear los panes.

En la tabla B4 se puede observar los resultados del análisis de varianza para los sólidos totales en el pan de molde que nos indican que existe al 95% de confianza diferencia significativa en la cantidad de suero de quesería y harina de quinua, en el gráfico 9 se puede apreciar el diagrama de Pareto para los diferentes factores donde se obtiene que el suero es el factor que influye en mayor cantidad a los sólidos totales, seguido de la quinua que también tiene un efecto significativo, a diferencia del efecto combinado de la quinua y el suero que no tienen una influencia significativa en la cantidad de sólidos del pan de molde, así como los efectos cuadráticos de la quinua y del suero que no fueron significativos, los valores obtenidos de sólidos totales se encuentran dentro de valores aceptables por la norma NTE INEN 95 la cual especifica que el contenido de sólidos totales no debe ser menor del 65%.

4.2.3 Humedad

Grafico 10.-Diagrama de Pareto para humedad en pan de molde



Elaborado por: Marcelo Naranjo, 2015

Para analizar Humedad se siguió el método de la norma NTE INEN 95 anexo A donde se especifica el procedimiento para determinar solidos totales y la siguiente ecuación:

$$H = 100 - S$$

Donde:

H: Contenido de humedad en porcentaje de masa.

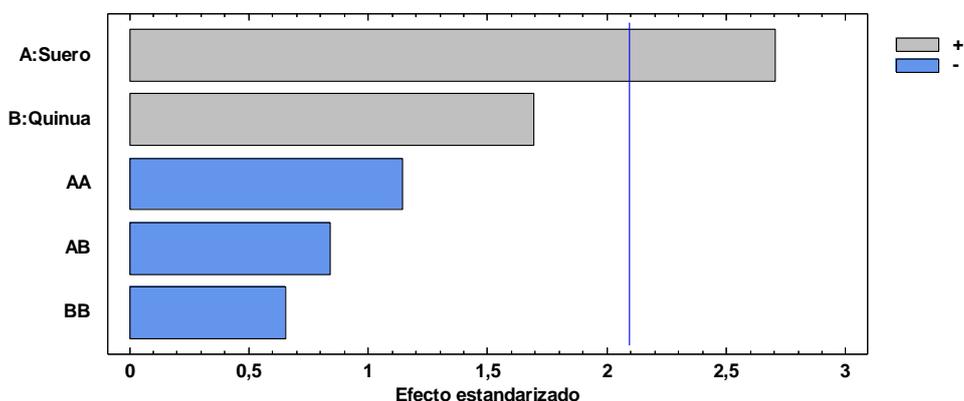
S: Contenido de solidos Totales en Porcentaje de masa.

En la tabla A3 se puede apreciar los datos obtenidos para humedad de los diferentes panes de molde, los cuales se encuentran en una humedad promedio de 15.66% la cual está en un valor adecuado y dentro de valores permitidos ya que la norma NTE INEN 95 especifica que los panes Blancos no debe ser mayor de 35% y para los panes integrales no debe ser mayor a 40%.

En la tabla B5 se observa los resultados del análisis de varianza para pan de molde donde se encontró que con un nivel de confianza del 95% no existen diferencias significativas en los factores ni en ninguna de sus interacciones lineales ni cuadráticas, lo que se puede apreciar en el grafico 10 en el diagrama de Pareto donde se tiene que ningún factor o efecto es significativo al 95%.

4.2.4 pH

Grafico 11.-Diagrama de Pareto para pH en pan de molde



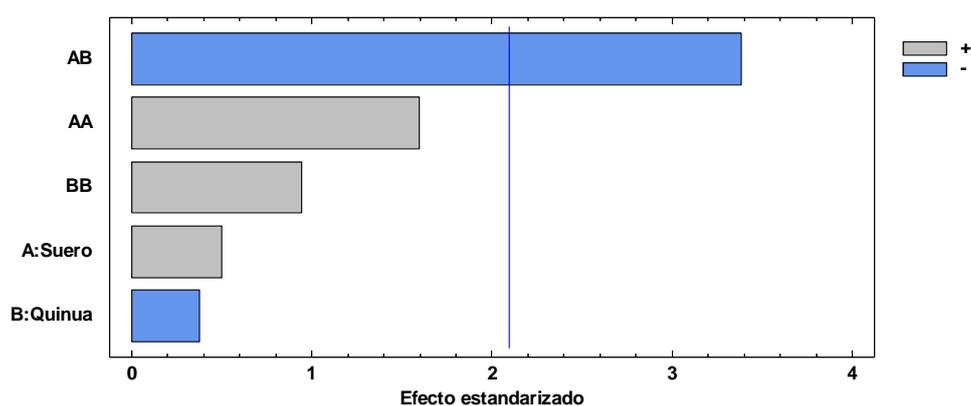
Elaborado por: Marcelo Naranjo, 2015

En la tabla A1 se reportan los datos obtenidos en las mediciones de pH de los panes de molde, siguiendo el método para medición de pH en pan de la norma NTE INEN 95 anexo B. se observa que los valores reportados se encuentran entre los valores 5.7 a 6, existiendo una diferencia significativa para el suero que se puede apreciar en la tabla B6 del análisis de varianza en los diferentes tratamientos, mientras que no existe una diferencia significativa para la quinua lo que se puede observar en el grafico 11, el diagrama de Pareto no existe diferencia significativa para la quinua ni la interacción entre la quinua y suero, a pesar de existir una diferencia significativa debido al suero los valores de pH de

los diferentes tratamientos se mantuvieron dentro de las especificaciones de la norma INEN la cual especifica que el pH de cualquier tipo de pan medido de acuerdo al método del anexo B de la norma debe estar dentro de los valores 5.5 a 6.

4.2.5 Rebanabilidad

Grafico 12.-Diagrama de Pareto para Rebanabilidad en pan de molde



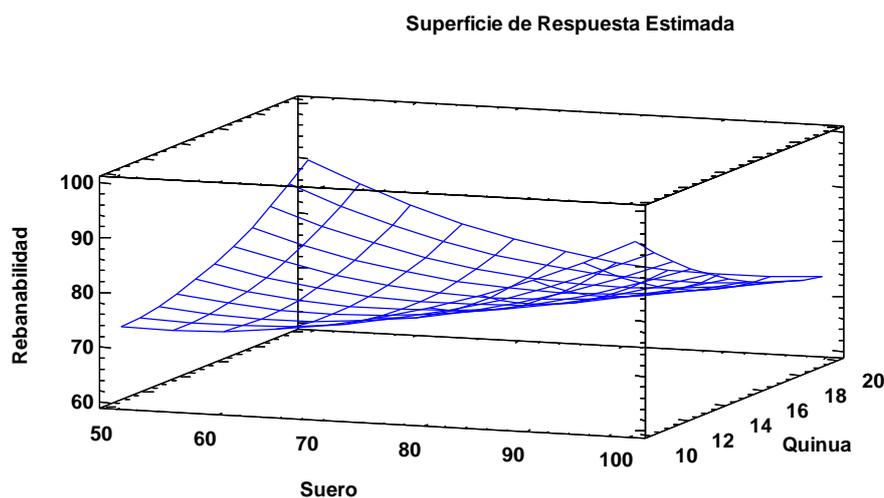
Elaborado por: Marcelo Naranjo, 2015

La Rebanabilidad se midió realizando cortes de 1cm en el pan, para posteriormente contabilizar el número de panes que se encuentran en perfecto estado y así calcular el porcentaje de Rebanabilidad de acuerdo al número total de panes cortados.

En la tabla A5 se observa los resultados obtenidos para Rebanabilidad en donde el tratamiento A3B1 que contiene 100% de suero y 10% de quinua fue el que se encontró que tiene el porcentaje de Rebanabilidad más alto de todos los tratamientos con un 91.67%, a diferencia del tratamiento A2B2 que contiene 75% de suero y 15% de quinua que tuvo una Rebanabilidad de 71.67%.

En la tabla B7 se tiene el análisis de varianza para Rebanabilidad de los tratamientos donde se obtuvo que existe diferencia significativa para la interacción de quinua con el suero, lo que se observa en el grafico B7, no existió diferencia significativa para el efecto individual del suero o de la quinua o sus efectos cuadráticos.

Grafico 13.-Superficie de respuesta para Rebanabilidad en pan de molde



Elaborado por: Marcelo Naranjo, 2015

4.2.6 Microbiológico

Para el análisis microbiológico se lo realizó mediante el uso de petrifilms de la empresa 3M para lo cual se realizó dilución 10^{-1} de todos los diferentes tratamientos y se sembró para aerobios mesofilos totales siguiendo el método **AOAC método oficial 990.12** (Incubar 48 hrs. (± 3 hrs.) a $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$)), y se realizó cultivos para mohos y levaduras mediante placas de petrifilms de la empresa 3M siguiendo el método **AOAC método oficial 997.02** (incubar a $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$)), con estas placas se realizó los recuentos de colonias y así determinar el número de UFC/g presentes en cada tratamiento.

Tabla 8.- UFC/g para diferentes parámetros microbiológicos

Tratamientos	UFC/gr								
	Aerobios			Levaduras			Mohos		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
A1B1	380	650	515	120	< 10	60	< 10	< 10	< 10
A1B2	540	1510	1025	20	40	30	< 10	< 10	< 10
A1B3	690	1030	860	130	< 10	65	< 10	< 10	< 10
A2B1	330	640	485	40	40	40	< 10	< 10	< 10
A2B2	400	1260	830	100	< 10	50	< 10	< 10	< 10
A2B3	560	1500	1030	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
A3B1	880	540	710	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
A3B2	1570	1280	1425	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
A3B3	800	1430	1115	< 10	890	445	< 10	< 10	< 10
testigo	360	30	195	30	230	130	< 10	< 10	< 10

Elaborado por: Marcelo Naranjo, 2015

4.2.6.1 Aerobios Mesofilos Totales

En la tabla 8 se encuentra los UFC/g de aerobios presentes en los diferentes tratamientos los cuales se encontraron en valores < 1000 ufc/g lo que nos indica que se elaboró cada uno de los tratamientos en condiciones sanitarias excelentes y con materia prima de alta calidad siguiendo la norma NTE INEN 95 y NTE INEN 96.

En la tabla 9 se puede apreciar el análisis de varianza para aerobios en pan de molde donde se puede apreciar que la quinua es un factor que influye mucho en la cantidad de aerobios presentes en el pan de molde así como su efecto cuadrático y el efecto del suero, estos efectos pueden ser controlados muy fácilmente en el proceso de producción de los diferentes panes mediante técnicas de limpieza adecuadas y manteniendo la limpieza de las líneas de proceso y cuidando que los panes se mantengan en condiciones sanitarias buenas de esta forma se evita que existan contaminaciones en los panes al salir de los hornos, donde es el punto de mayor contaminación para los mismos.

Tabla 9.-Análisis de Varianza para Aerobios en pan de molde

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>de G l</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razó n-F</i>	<i>Valor-P</i>
A:Suero	361250,	1	361250,	5,76	0,0268
B:Quinu a	838513,	1	838513,	13,37	0,0017
AA	153600,	1	153600,	2,45	0,1341
AB	2700,0	1	2700,0	0,04	0,8378
BB	567338,	1	567338,	9,05	0,0072
bloques	756450,	2	378225,	6,03	0,0094
Error total	1,1914E6	1 9	62705,3		
Total (corr.)	3,87125E6	2 6			

Elaborado por: Marcelo Naranjo, 2015

4.2.6.2 Mohos y levadura

La tabla 8 muestra los resultados de las ufc/g que se encontraron en los diferentes tratamientos, los mohos y levaduras son los principales microorganismos que afectan a los panes por lo que estos se los tomo como microorganismo principal para determinar la calidad microbiológica, en las diferentes placas de petrifilms dio <10 ufc/g para mohos indicando que existió una baja contaminación al salir de horno y en la zona de enfriamiento de los panes, también se puede apreciar que existió contaminación muy baja de levaduras <100 UFC/g a excepción de dos tratamientos que tuvieron una contaminación aislada al salir a la zona de enfriamiento lo que significa que todos los tratamientos se encuentran en valores muy bajos de contaminación microbiológica por lo tanto indicando que la calidad del producto y sus materias primas son de alta calidad y se pueden consumir y comercializar de forma segura al público.

Tabla 10.-Análisis de Varianza para Mohos y levadura

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>de G l</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razó n-F</i>	<i>Valor-P</i>
A:Suero	46512,5	1	46512,5	1,66	0,2127
B:Quinu a	82012,5	1	82012,5	2,93	0,1031
AA	30104,2	1	30104,2	1,08	0,3126
AB	138675,	1	138675,	4,96	0,0383
BB	34504,2	1	34504,2	1,23	0,2806
bloques	18688,9	2	9344,44	0,33	0,7201
Error total	531469,	1 9	27972,1		
Total (corr.)	881967,	2 6			

Elaborado por: Marcelo Naranjo, 2015

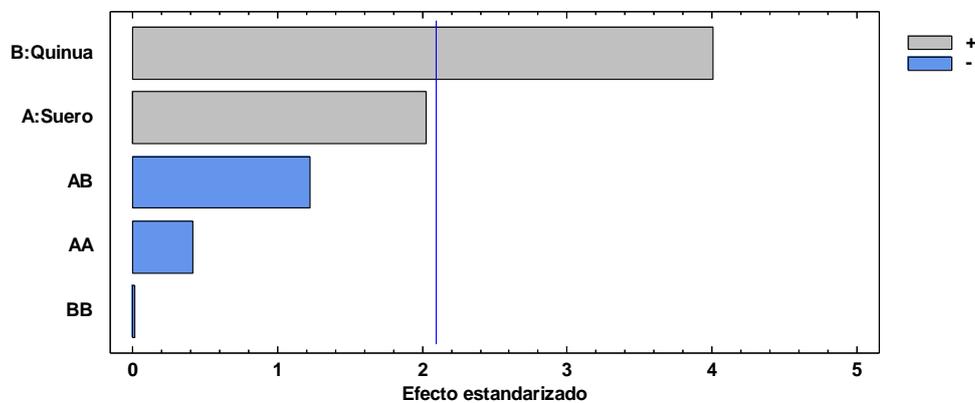
4.2.7 Dureza

El análisis de dureza se lo realizó mediante el uso de un Texturometro Brookfield CT3 texture analyzer siguiendo el método de análisis descrito por Brookfield (AACC 74-10A compression test for evaluating freshness of sliced white loaf.) para análisis de rebanadas de pan el cual se lo realizo mediante una compresión en el centro de una rebanada de 25 mm con un pistón adecuado con un cilindro de acrílico transparente de 38mm de diámetro, se realizó tres réplicas de cada tratamiento, cada replica se realizó por duplicado, obteniendo así de respuesta la dureza de pan.

Según (Brookfield) la Definición Sensorial de dureza es la Máxima fuerza requerida para comprimir un alimento entre las muelas y la Definición Matemática es el valor máximo de carga del ciclo de compresión.

En la tabla B1 se observa el análisis de varianza para la dureza de los panes en donde observa que existe una diferencia significativa para la quinua confirmando así que mientras más quinua se agregue más se va a ver afectada la dureza del pan de molde, esto se puede apreciar en el grafico B2 en donde los tratamientos que contenían el nivel alto de quinua (20%) tuvieron la mayor dureza, seguidos de los tratamientos que contenían 15% y finalmente los que contenían 10%, esto nos señala que la cantidad de quinua influye de forma muy grande en su dureza como se observa en el grafico 14 en el diagrama de Pareto donde la quinua es muy significativo su efecto a diferencia del suero y de los efectos adicionales que se muestran.

Grafico 14.-Diagrama de Pareto para Dureza en pan de molde



Elaborado por: Marcelo Naranjo, 2015

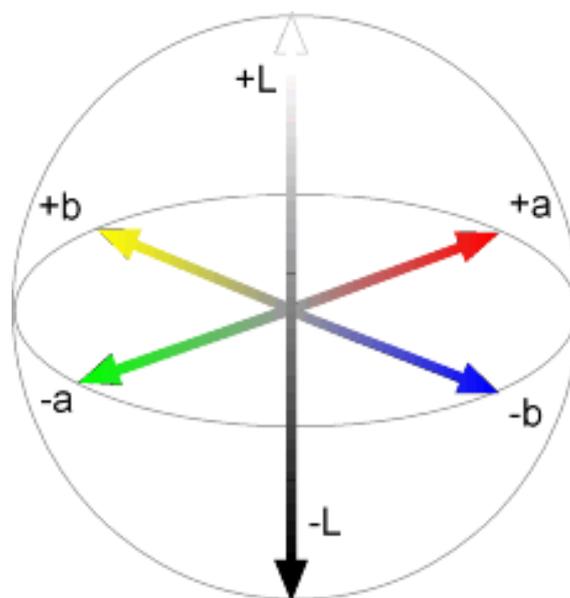
4.2.8 Diferencia de Color

Se analizó el color de los diferentes tratamientos mediante el Colorímetro Hunter Lab el cual midió el color de los diferentes panes y se obtuvo los parámetros L,

a, b con los cuales se calculó la diferencia de color de los tratamientos en relación a un pan testigo, se lo realizo con la siguiente ecuación:

$$\Delta E = \sqrt{(L_t - L_0)^2 + (a_t - a_0)^2 + (b_t - b_0)^2}$$

Grafico 15: Espacio de Color CIELAB



Fuente: Westland, 2001

Grafico 16: Rueda de Colores según CIE lab.

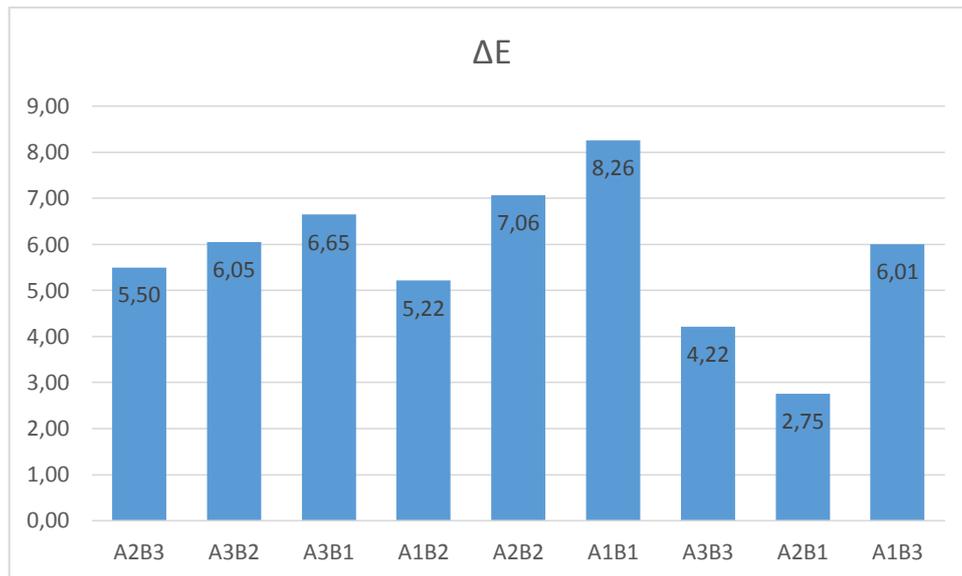


Fuente: MacEvoy, 2005

Según (CIE, 1976) la diferencia de color mayor a 1 es una diferencia apreciable que es significativa, lo que se puede apreciar en el grafico 17 que existen diferencias grandes de color entre los tratamientos.

Con los valores de L, a, b se puede encontrar también en que área de la circunferencia de CIE Lab (grafico 15) se encuentra el color de corteza de los panes analizados, como se puede observar en el grafico 16 los valores para a y b obtenidos de los diferentes tratamientos se van a encontrar dentro del circulo en el primer cuadrante a+ y b+ dándonos que los diferentes tratamientos se encuentran entre el color café y el color amarillo tierra, este color es indicativo de la reacción de Maillard que ocurre en el pan debido al alto contenido de Lactosa presente en el suero, además de la sacarosa agregada en la formulación, causando que la corteza adquiriera una coloración más oscura que lo normal, por lo tanto causando un oscurecimiento no enzimático más temprano que el pan sin suero durante el horneado.

Grafico 17.-Diferencia de Color en pan de molde



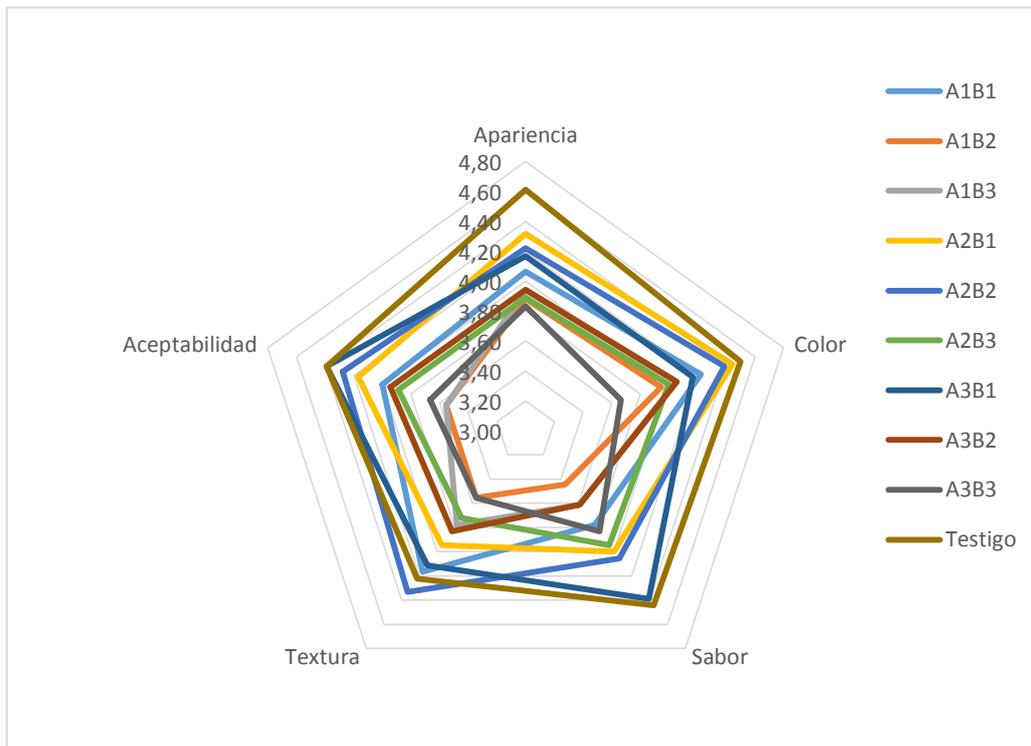
Elaborado por: Marcelo Naranjo, 2015

4.2.9 Análisis Sensorial

El análisis sensorial se desarrolló mediante un diseño de bloques incompletos usando un panel de 15 catadores semi – entrenados, se realizó 3 sesiones de cataciones con cada catador para evitar el efecto de los catadores en los resultados.

Cada Catador recibió una hoja de catacion dividida en 5 atributos sensoriales: Apariencia, color, sabor, textura y aceptabilidad, a los cuales se les asigno una escala hedónica de 5 puntos la misma que se encuentra en el ANEXO C-1, para obtener los resultados que se observan en la Tabla C2 .

Grafico 18.- Perfil sensorial de los tratamientos de pan de molde para los atributos evaluados en el análisis sensorial



Elaborado por: Marcelo Naranjo, 2015

APARIENCIA

La Tabla C3 muestra el análisis de varianza para el atributo sensorial apariencia en donde se tiene a un nivel de confianza del 95% que existe diferencia significativa entre los tratamientos evaluados, Al realizar la prueba de Tukey se puede apreciar que se dividió los tratamientos en 3 grupos en donde se puede observar en la tabla C4 el primer grupo y con la media más alta corresponde a el Testigo, seguido del siguiente grupo donde el mejor tratamiento fue el A2B1 que tuvo la media más alta indicando que el nivel medio de suero y una cantidad baja de quinua brindan al pan de molde una mejor apariencia a diferencia de los panes que tuvieron el nivel más alto de quinua donde se puede observar que ellos tienen las medias más bajas de todos.

COLOR

En la Tabla C5 se encuentra el análisis de varianza para color de pan de molde donde se tuvo al 95% de confianza que existen diferencias significativas entre los tratamientos, El test de Tukey en la Tabla C6 nos indica que los catadores tienen una preferencia con respecto al color hacia los tratamientos A2B1 y A2B2, los tratamientos que contienen 75% de suero de quesería haciendo que el pan tenga mejor color y por lo tanto estén en el mismo grupo que el Testigo, lo que nos indica que el suero es una muy buena opción en pan para mejorar el color de los mismos.

SABOR

Los resultados de la tabla C7 la cual nos indica el análisis de varianza para el atributo sensorial sabor, nos señalan que existen diferencias significativas entre los tratamientos para lo cual en la tabla C8 se puede apreciar el test de Tukey donde se observa que se dividen los tratamientos en 3 grupos donde el mejor sin tener en cuenta al testigo es el pan A3B1 con una media muy cercana al testigo lo que hace que se muestre una tendencia de los catadores a preferir los tratamientos que contienen mayor cantidad de suero, a diferencia de los tratamientos que contienen alta cantidad de quinua los cuales se encontraron con las medias más bajas en el test de Tukey indicando que los catadores pueden percibir el sabor de la quinua afectando así su preferencia hacia los panes.

TEXTURA

La tabla C9 nos indica los resultados del análisis de varianza para textura en los panes de molde al 95%, los cuales tuvieron diferencia significativa entre ellos para lo cual se procedió al test de Tukey el cual nos señala en la tabla C10 que los tratamientos se encuentran divididos en 3 grupos en el primero se encuentra con la mayor media el tratamiento A2B2 el cual contiene 75 % de suero de quesería y un 15% de quinua los cual nos indica este pan tiene una mejor textura

para los catadores que el testigo que se encuentra en primer lugar del grupo 2 lo cual es señal de la tendencia que existe entre los tratamientos a preferir la textura de los panes que contienen suero en altas cantidades y quinua en cantidades intermedias a bajas.

ACEPTABILIDAD

Los resultados de la tabla C11 nos indican el cuadro de análisis de varianza para la aceptabilidad de los diferentes panes de molde, donde se puede observar con 95 % de confianza que existe diferencia significativa entre la aceptabilidad de los diferentes tratamientos, para lo cual el test de Tukey nos señala que existen 5 diferentes grupos, el primer grupo donde se encuentran los tratamientos con la aceptabilidad más alta en el cual el testigo es el más aceptable seguido por el tratamiento A3B1 que contiene 100% de suero de quesería y 10% de harina de quinua indicándonos que esta formulación es la más aceptable por los catadores a diferencia del último grupo donde se encuentran los tratamientos que contienen baja cantidad de suero y alta cantidad de quinua siendo estos poco aceptados por los catadores, lo cual puede deberse a que al no tener altas cantidades de suero se puede percibir los sabores amargos de la quinua, haciendo que se pierda aceptabilidad.

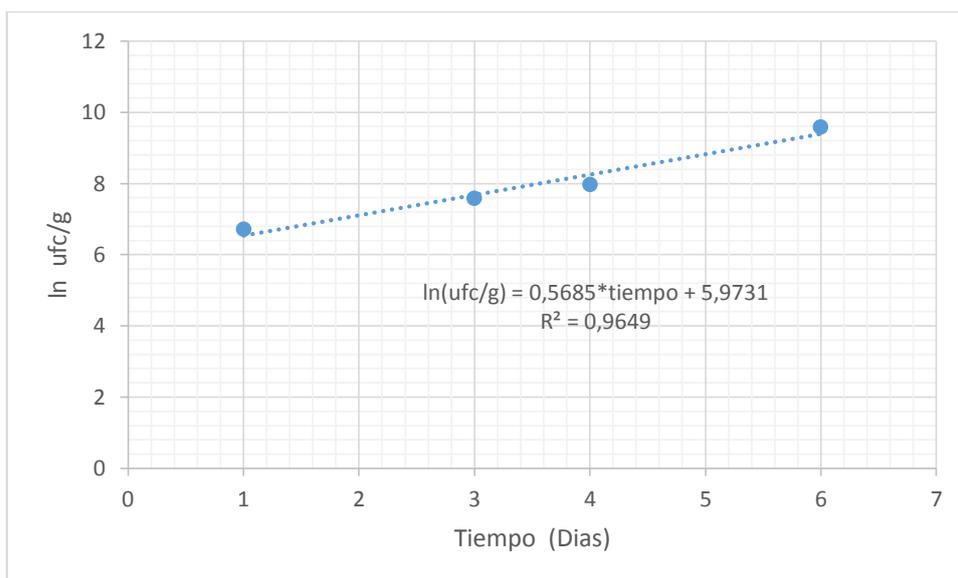
La aceptabilidad es el atributo sensorial más importante en los panes ya que de esta depende una gran cantidad si va a ser un producto aceptado en el mercado por los consumidores.

4.2.10 Determinación vida útil

La vida útil se la realizó mediante análisis microbiológico donde se determinó la cantidad de microorganismos aerobios presentes en el mejor tratamiento de pan de molde durante el transcurso de 6 días por triplicado, para lo cual el número de ufc/g obtenidos de cada día se linealizó mediante el logaritmo natural de la concentración de microorganismos para así proceder a obtener la ecuación de regresión lineal que se puede observar en el gráfico 19 y mediante esta poder obtener el tiempo de vida útil de pan de molde con harina de quinua y suero de quesería.

Según la norma sanitaria para la fabricación, elaboración y expendio de productos de panificación, galletería y pastelería (RM N° 1020-2010/MINSA) del Perú, el valor máximo de ufc/g de microorganismos aerobios es de 10^4 , para lo cual se reemplaza el valor máximo de la norma en la ecuación de regresión indicándonos que el tiempo de vida útil del pan de molde con harina de quinua y suero de quesería es de 5.69 días, el cual es un tiempo adecuado para un pan de molde sin ningún conservante ni aditivo alimentario.

Gráfico 19.- Regresión lineal del tiempo Vs UFC/g



Elaborado por: Marcelo Naranjo.

4.2.11 Determinación Del Mejor Tratamiento

Para la determinación del mejor tratamiento se tomó en cuenta el análisis sensorial, el análisis de Rebanabilidad, la altura de los panes y la textura, para de esta forma comparar los datos obtenidos de los análisis realizados con los resultados de los análisis sensoriales.

De los análisis de textura, Rebanabilidad y altura se los analizo en el programa estadístico Statgraphics donde gracias al diseño experimental seleccionado se pudo optimizar y de esta forma seleccionar el mejor tratamiento, y compararlo así con el tratamiento más aceptable sensorialmente.

Se analizó la altura de los diferentes tratamientos donde se obtuvo que el mejor es el tratamiento con A1B1 que contiene 50% de suero de quesería y 10% de quinua, también se encontró en el grafico B3 la superficie de respuesta de los panes con relación al suero y quinua donde se puede ver que esta afectados en gran parte por la quinua y seguido por el efecto del suero que mientras más se los agregue más efecto negativo tienen en la altura del pan.

También se analizó los resultados de Rebanabilidad donde se puede apreciar en el grafico B8 que el tratamiento con los mejores resultados de Rebanabilidad es el A3B1 que contenía 100% de suero y 10 % de quinua, esta formulación alcanzo una Rebanabilidad de 91.67%, este análisis es de gran importancia para la industria ya que al producir un pan para consumo masivo debe tener buena textura, especialmente ser fácil de cortar sin que se rompa o cause problemas.

Sensorialmente se encontró que el mejor tratamiento fue el tratamiento A3B1 que contenía 100% de suero y 10 % de suero ya que este tuvo una aceptabilidad igual a la del testigo, lo que sucedió de la misma forma en el sabor que lo calificaron igualmente, con respecto a le textura el pan tuvo una textura ligeramente más dura a la del testigo pero se puede evidenciar en el grafico 18 en el perfil sensorial que la gente tuvo mayor preferencia al pan con quinua y suero antes que al testigo.

Como se puede observar en la tabla B10 donde según los análisis del programa estadístico Statgraphics señala al tratamiento A3B1 como el más óptimo de acuerdo a las tres respuestas experimentales analizadas para este estudio, resultados que concuerdan con lo que se puede ver en el análisis sensorial donde se lo puede ver que es el tratamiento con la mayor aceptabilidad y preferencia de sabor, igualmente es el tratamiento que obtuvo la mayor Rebanabilidad de todos, haciéndolo la formulación más óptima de todas las analizadas por este estudio.

4.3 Verificación de Hipótesis

En la presente investigación con un 95% de nivel de confianza se rechaza la hipótesis nula que indica que El efecto de la inclusión de harina de quinua y suero de quesería no influye en la elaboración de pan tipo molde.

Por lo tanto se acepta la hipótesis alternativa que indica El efecto de la inclusión de harina de quinua y suero de quesería si influye en la elaboración de pan tipo molde.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- Se estableció el efecto que tuvo la harina de quinua y el suero de quesería en el pan de molde donde se encontró que se puede incluir la quinua hasta en 15% ya que si se agrega en mayores porcentajes causa una gran caída de aceptabilidad debido al sabor de la misma que otorga un ligero amargor al pan, a diferencia del suero que se encontró que se lo puede agregar hasta en un 100% a la masa reemplazando a el agua ya que otorga mejor sabor a la miga y oculta los sabores amargos que aparecen al incorporar quinua en el pan.

- Se obtuvo una formulación para pan de molde usando quinua y suero de quesería que es óptima para ser usada industrialmente ya que tiene las mismas características que un pan de molde sin quinua, ya que esta formulación no genera problemas en la etapa del amasado y leudado que es un punto crítico en el proceso de panificación industrial debido a la disminución del gluten en la masa causando que el pan tenga una altura inferior al pan sin quinua, situación que no afecto a la formulación que contenía hasta 10 % de quinua ya que esta tuvo un crecimiento normal en la etapa de leudado, y tuvo un amasado normal sin generar problemas en la miga.

- En base a los análisis se determinó que el suero se lo puede usar en las diferentes formulaciones de pan en cualquier proporción sin afectar el pH de los diferentes panes, altura, textura, propiedades que se mantuvieron en excelentes niveles, además de generar una mayor aceptabilidad en los análisis sensoriales debido a otorgar un mejor sabor en los tratamientos,

ocultar sabores indeseados de la quinua y ayudar al proceso de leudado debido a que otorga azúcares a la levadura haciendo que no se vea afectado el tamaño y textura de el pan.

- Las características microbiológicas no se vieron afectadas debido a la inclusión de harina de quinua y suero de quesería mismas que se mantuvieron en niveles menores a 10 ufc/g para los mohos que son la principal causa de deterioro en pan, y niveles menores a 100 ufc/g para levaduras, demostrando que el pan está apto para su consumo y distribución, en el mercado local y nacional, demostrando que al mantenerlo en un ambiente adecuado se pueden evitar crecimiento de mohos y levaduras.
- El pan de molde con 10 % de quinua y 100% de suero de quesería demostró estar en el mismo nivel de aceptabilidad del pan de molde testigo indicando así que las propiedades sensoriales no se vieron afectadas debido a su inclusión como en la textura que hubo mayor preferencia del pan que contenía suero y quinua al testigo que solo contenía harina de trigo, se debe tomar en cuenta al momento de hornear que los panes con alta cantidad de suero van a tener un color más oscuro de corteza debido a la alta cantidad de lactosa generando que exista una reacción de oscurecimiento temprana al pan que no contiene suero.
- Se determinó que existe un efecto combinado del suero de quesería con la harina de quinua en la Rebanabilidad del suero haciendo el tratamiento que se encontró como la mejor formulación tenga la Rebanabilidad mas alta con un 91% al igual que el tratamiento que contenía 50% de suero de quesería y 20% de quinua mismo que tuvo una baja aceptabilidad en el análisis sensorial.

5.2 RECOMENDACIONES

- Realizar estudios de los diferentes tratamientos usando conservante y aditivos alimentarios para mejorar las características del pan y así extender el tiempo de duración del pan que puede verse afectado por mohos al no consumirlo en un tiempo alargado.
- Pasteurizar el suero de quesería que se va a usar en los panes ya que su alta carga enzimática puede afectar en el leudado de los tratamientos, haciendo que se obtenga panes con una dureza mayor afectando la aceptabilidad
- Usar suero dulce de quesería ya que este no tiene un pH menor a 5.5 que es el ideal del pan de molde, a diferencia del suero ácido proveniente de producción de queso mozzarella que debido al pH muy bajo del suero afectaría al pan bajando el pH por lo tanto sacándolo de los rangos permitidos por la norma NTE INEN 95
- Usar cámara de leudado con control electrónico de humedad ya que al usar una cámara de leudado sin control de humedad se obtiene menores rendimientos y una leuda en la masa menos eficiente haciendo que se deba extender por más tiempo para compensar por lo tanto subiendo los costos de los panes
- Se pueden probar diferentes fuentes de harina de quinua o directamente la compra de quinua directamente a productores para bajar los costos de materias primas ya que la harina de quinua tiene un alto costo en el mercado debido al proceso de quitar el amargor de la misma y su molienda haciendo que suba el costo final del producto.

CAPITULO VI

PROPUESTA

6.1 Datos Informativos

Título: Metodología Para La Elaboración De Pan De Molde Con Sustitución De Harina Quinoa En 10%, Suero De Quesería En 100% Y Su Estudio De Factibilidad Económica y Viabilidad.

Institución Ejecutora: Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos (FCIAL) y Unidad Operativa de Investigación en Tecnología en Alimentos (UOITA).

Beneficiarios:

- Productores de quinoa de Tungurahua
- Industria de panificación de la ciudad de Ambato
- Consumidores de pan integral y pan de mejores características nutricionales

Ubicación: Ambato - Ecuador

Tiempo Estimado Para La Ejecución: 12 meses

Equipo Técnico Responsable: Egdo Marcelo Naranjo, Ing. Diego Salazar

Costo: \$1000

6.2 Antecedentes de la Propuesta

Actualmente la quinua está volviendo a ser aprovechada ya que su consumo cayo de forma drástica en los años 80 y 90 haciendo que muchas variedades hayan estado en el punto de extinción, desde el año 2000 la quinua se ha revalorizado de gran manera haciendo que su precio suba cada vez más hasta valores nunca antes vistos.

Según Estrella, E. (1998), por sus cualidades alimenticias y medicinales la quinua fue un alimento muy apreciado por nuestras poblaciones aborígenes. Nuestros antepasados consumían quinua en gran cantidad debido a su alto valor nutricional ya que aporta aminoácidos esenciales para el ser humano, a través de los años se fue perdiendo la costumbre de consumir este cereal así como el amaranto.

Aguirre, R (2006) indica que la quínoa, al igual que el amaranto ha sido clasificada como pseudo cereal, ya que tiene características similares a las de los 24 granos de cereales verdaderos. Además, se la denomina súper cereal, porque posee el mayor índice de proteínas, calcio, fósforo, hierro, magnesio y vitaminas entre todos los demás cereales

Charley, H. (2007), indica que el grano tiene del 16 al 23% de proteína de altísima calidad nutricional, ya que reúne 20 aminoácidos, incluyendo los diez aminoácidos esenciales: histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptofano, valina y arginina.

Santiago, R. (2005), señala que la harina de quínoa está compuesta por altos contenidos de proteína, que llegan a cerca del 15-18% (la del trigo llega al 12-15% aproximado).

El INIAP ha colectado aproximadamente unas 600 muestras de germoplasma de quinua que han sido caracterizadas y evaluadas, a partir de los cuales se inició el programa de mejoramiento genético (Mazón, Rivera, Peralta, Estrella y Tapia, 2002), actualmente el Ecuador se encuentra promocionando la quinua a nivel nacional a sus agricultores para aumentar la producción, y a nivel internacional para lograr ganar nuevos mercados.

6.3 Justificación

La quinua es un pseudocereal que está aumentando su consumo de forma muy grande alrededor del mundo, Su balance de aminoácidos es mejor que en el trigo y el maíz, porque la lisina, principal aminoácido limitante, se muestra en cantidades considerables (Lorenz & Coulter, 1991).

La quinua actualmente se está comenzando a tomar un lugar importante en los mercados mundiales debido que no contiene gluten, El gluten es una proteína de bajo valor nutritivo, su uso se masificó debido a su capacidad de retener aire en la matriz proteica facilitando que la masa se adhiera mejor (Parada y Araya, 2010), a pesar de que el gluten es una proteína otorga excelentes características al pan no se la puede usar ni sirve nutricionalmente por lo que se la está reemplazando por proteínas de alto valor nutricional como el suero de quesería y la quinua.

El suero es un producto de las queserías que actualmente sigue sin ser aprovechado de manera adecuada y eficiente, en el Ecuador existen una gran cantidad de queserías que producen muchos litros de suero que se expulsan a ríos como desecho, esta práctica contamina de gran manera a los ríos y aguas afectando así a muchos animales, a nivel mundial actualmente se está revalorizando el suero de queserías debido a contener proteína de alto valor nutricional muy usada por deportistas de Elite para mantener una nutrición adecuada.

Prevalecen diferentes investigaciones, en las cuales, se ha empleado la harina de quínoa para la producción de pan, teniendo muy buenos resultados, con sustituciones menores al 10% (Lorenz & Ocultar, 1991; Chau han *et al.* 1992; Morita *et al.* 2001; Park *et al.* 2005; Rosell *et al.* 2009), estos estudios demuestran que se puede hacer panes con mayor cantidad de proteína nutritiva que alimento a las personas de mejor forma en vez de solo proporcionar carbohidratos y contribuir a los altos niveles de desnutrición de muchos países.

6.4 Objetivos

6.4.1 Objetivo General

- Establecer una metodología para la elaboración de pan de molde con sustitución de harina quinua en 10% y suero de quesería en 100%.

6.4.2 Objetivos Específicos

- Determinar la factibilidad económica y viabilidad económica de una planta productora de pan de molde con sustitución de harina de quinua en 10% y suero de quesería en 100%
- Estudiar el mercado potencial para los panes con sustitución de harina de quinua y suero de quesería.

6.5 Análisis de Factibilidad

La investigación es de tipo tecnológico ya que gracias a ella se podrá desarrollar una metodología adecuada para la producción de pan de molde con sustitución de harina de quinua y suero de quesería

Actualmente existe en el Ecuador gran variedad de materia prima para la producción de pan con sustitución de quinua y suero, materia prima que no es bien aprovechada en el mercado nacional como la quinua a diferencia de mercados internacionales donde la quinua llega a ser un plato extremadamente caro debido a su alta cantidad de nutrientes y balanceada cantidad de aminoácidos esenciales, por lo que realizar un análisis de factibilidad para la producción de pan con quinua y suero es esencial para potenciar el mercado de la quinua y así permitir que los productores de quinua opten por seguir cultivando este pseudocereal que es tradicional del Ecuador y los productores de pan puedan ofrecer al mercado nuevas opciones más nutritivas y así reducir los volúmenes de importación de trigo.

El análisis de factibilidad es además de carácter socio – económico y ambiental ya que gracias a este se podrá incentivar a que se aumente la producción de cultivos de gran valor histórico y nutricional dando así una mayor cantidad de opciones de comercialización.

El análisis de costos se lo realiza con el fin de poder ofrecer al consumidor un producto de alta calidad a un precio adecuado de acuerdo al mercado permitiendo al productor de pan producirlo a un precio accesible para todo el público y permitir que sea rentable en comparación a otros tipos de panes existentes en el mercado nacional.

A continuación se puede ver el análisis de costos del pan de molde con sustitución de quinua y suero de quesería donde se pueden ver la diferencia de costos de un pan de molde con y sin sustitución de harina de quinua y suero de quesería.

Tabla 11. Materiales directos e indirectos

Materiales	Unidad	Cantidad	Valor	Valor Total
			Unitario	
			(\$/U)	(\$)
Harina de Trigo	Kg	50	0,76	38
Harina de Quinua	Kg	10	9,3	93
Levadura	Kg	1,5	5,2	7,8
margarina	Kg	5	5	25
Sal	Kg	1	0,90	0,9
Azúcar	Kg	4,5	1,00	4,5
Huevos	Unidad	100	0,15	15
Suero Quesería	lt	30	0,25	7,5
Total			Costo con quinua	191,7
			Costo sin quinua	98,7

Elaborado por: Marcelo Naranjo

Tabla 12. Equipos y utensilios

Equipo	Costo (\$)	Horas Utilizadas	Vida útil (años)	Costo Anual (\$)	Costo Día (\$)	Costo Hora (\$)	Total (\$)
Balanza electrónica	200	1,5	10	20	0,08	0,01	0,02
Balanza hasta 500 kg	230	1,5	10	23	0,10	0,01	0,02
Amasadora	1150	3	5	230	0,96	0,12	0,36
Horno de Pan	5000	3	5	1000	4,17	0,52	1,56
Cámara de leudado	5000	6	5	1000	4,17	0,52	3,13
Refrigeradora	500	24	5	100	0,42	0,05	1,25
Moldes para pan	200	6	5	40	0,17	0,02	0,13
Total							6,46

Elaborado por: Marcelo Naranjo

Tabla 13. Suministros

Servicio	Unidad	Consumo	Valor Unitario (\$/U)	Valor Total (\$)
Agua	m3	10	0,5	5
Electricidad	kWh	200	0,09	18
Gas	Kg	8	0,4	3,2
Total				26,2

Elaborado por: Marcelo Naranjo

Tabla 14. Personal

Persona	Sueldo (\$)	Costo Día (\$)	Costo Hora (\$)	Horas Utilizadas	Total (\$)
1	355	17,75	2,2188	8	17,75

Elaborado por: Marcelo Naranjo

Tabla 15. Costos de producción

	Con Quinoa	Sin Quinoa
Costo Total (\$)	242,11	149,11
Costo Unitario (\$)	0,48	0,30
Precio de Venta (\$)	0,61	0,37
Utilidad por pan (\$)	0,12	0,07
Utilidad Total (\$)	60,53	37,28

Elaborado por: Marcelo Naranjo

6.6 Fundamentación

La quinua es un pseudocereal que existe en gran cantidad en toda la zona andina, como en Bolivia, Perú y Ecuador, actualmente los países se están dando cuenta que la quinua es de gran valor ya que contiene una alta concentración de proteína, lo que la hace de excelente calidad para su consumo, ya que la proteína que la quinua contiene es de alto valor nutricional ya que está compuesta por muchos aminoácidos esenciales para el desarrollo del ser humano, especialmente Lisina.

Actualmente el gobierno se encuentra en una campaña para promocionar la producción de quinua para exportación debido a su alto precio en el mercado internacional.

A nivel nacional se necesita una gran campaña para fomentar el consumo de quinua en vez de cereales importados como el trigo que generan la salida del capital, y que no aportan nada a la economía, bajo este criterio nace el proyecto para producir panes de molde con harina de quinua y suero de quesería, el empleo de quinua es un producto innovador para el mercado que puede atraer la atención de los consumidores y así garantizar la creación de nuevos puestos de trabajo y nuevas empresas.

La propuesta de desarrollar una metodología para la producción de pan de molde con sustitución de harina de quinua y suero de quesería y su estudio de factibilidad económica, se basa en los antecedentes de la investigación sobre establecer el efecto de la inclusión de harina de quinua y suero de quesería en pan tipo molde realizado en la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos.

A continuación se detalla el proceso de elaboración de pan tipo molde con harina de quinua y suero de quesería

Recepción: Recibir la materia prima y verificar si la misma cumple con los estándares de calidad establecidos, si está en buen estado libre de materia desconocida que pueda afectar el producto final.

Pesado: pesar todos los ingredientes de acuerdo a la formulación establecida para el pan de molde

Mezclado: mezclar la materia prima seca para uniformizar los diferentes tamaños que puedan afectar al final.

Amasado: Agregar la materia prima en estado líquido y mezclar bien todos los ingredientes hasta que la masa tenga una textura suave y elástica, se debe amasar por un tiempo mínimo de 6 minutos.

Reposo: se deja reposar la masa que ha sido formada para que la levadura comience a actuar, a este proceso se lo llama primera fermentación y se debe dejar en un ambiente que contenga humedad relativa mínima 60% hasta 90% por un tiempo de una hora.

Pesado: se pesa la masa que estuvo en reposo y separa en los tamaños correctos de acuerdo al producto que se vaya a elaborar.

Boleado: Se hace rotar la masa en una superficie lisa con las manos o con un equipo adecuado para este proceso para eliminar todo tipo de formación o línea que se pueda encontrar en la masa, y que sea uniforme en todos sus lados.

Moldeado: se agrega la masa a los moldes y acomoda para que la soldadura de la masa quede en la parte inferior del molde.

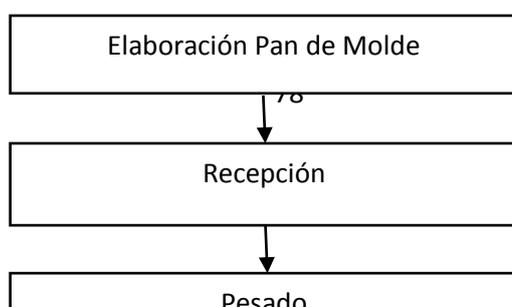
Fermentación: se deja en fermentación la masa por un tiempo adecuado hasta que se observa que sobresale del molde.

Horneado: Se hornea la masa a una temperatura de 180° C por 16 minutos

Rebanado: se usa una rebanadora mecánica para cortar en pedazos de tamaño adecuado los panes y puedan ser empacados con facilidad.

Envasado: Se envasa los panes en un empaque que no afecte las características sensoriales ni nutricionales del producto.

Gráfico 19.- Proceso de Elaboración de Pan de Molde



Elaborado por: Marcelo Naranjo

6.7 Metodología

Tabla 16.- Modelo Operativo (Plan de Acción)

Fases	Metas	Actividades	Responsables	Recursos	Presupuesto	Tiempo
1.- Formulación de la propuesta	Desarrollo de un estudio de factibilidad para el mejor tratamiento de los panes de molde con harina de quinua y suero de quesería	Revisión Bibliográfica	Investigador	Humanos Técnicos Económicos	\$ 100	1 mes
2.- Desarrollo preliminar de la propuesta	Cronograma de la propuesta	Evaluación del mercado	Investigador	Humanos Técnicos Económicos	\$ 100	2 meses
3.- Implementación de la propuesta	Ejecución de la propuesta	Realización de la parte experimental	Investigador	Humanos Técnicos Económicos	\$ 700	7 meses
4.- Evaluación de la propuesta	Comprobación del proceso de implementación	Encuestas a Consumidores	Investigador	Humanos Técnicos Económicos	\$ 100	2 meses

Elaborado por: Marcelo Naranjo

6.8 Administración

La ejecución de la propuesta estará coordinada por los responsables del proyecto Ing. Diego Salazar Msc, y Egdo Marcelo Naranjo

Tabla17.- Administración de la Propuesta

Indicadores a Mejorar	Situación Actual	Resultados Esperados	Actividades	Responsables
Calidad de los productos y características organolépticas de los panes tipo molde	Baja oferta de panes de alta calidad nutricional a partir de harina de quinua y suero de quesería	<p>Ofertar un producto con mayor cantidad de proteína</p> <p>Incentivar la producción y consumo de quinua en pan</p> <p>Aportar un producto de consumo masivo de mejores características sensoriales y nutricionales que los existentes en el mercado.</p>	<p>Determinación de costos de producción.</p> <p>Impulsar el aumento de consumo de quinua en el mercado nacional</p> <p>Análisis Físico Químicos, microbiológicos y sensoriales</p> <p>Evaluar la calidad de la proteína presente en los panes con harina de quinua y suero</p> <p>Realizar estudios reológicos del pan con quinua y suero.</p>	Investigador: Egdo Marcelo Naranjo , Ing. Diego Salazar

Elaborado por: Marcelo Naranjo

6.9 Previsión de la Evaluación

Tabla 18.- Previsión de la Evaluación

Preguntas básicas	Explicación
¿Quiénes solicitan evaluar?	Consumidores de pan integral Productores de quinua Industria de Panificación
¿Por qué evaluar?	Verificar la calidad de los productos Corregir errores tecnológicos
¿Para qué evaluar?	Determinar la aceptabilidad del consumidor habitual de productos elaborados con quinua y suero
¿Qué evaluar?	Materias primas Resultados obtenidos Aceptabilidad del producto final
¿Quién evalúa?	Tutor Consumidor final Calificadores
¿Cuándo evaluar?	Todo el tiempo desde las pruebas preliminares, hasta la obtención del producto
¿Cómo evaluar?	Mediante instrumentos de evaluación
¿Con qué evaluar?	Estudios Relacionados Normas establecidas

Elaborado por: Marcelo Naranjo

MATERIALES DE REFERENCIA

BIBLIOGRAFIA

3A Business Group, 2010, Global Opportunities for Whey and Lactose Ingredients 2010-2014 - New report - November 2010, 3A publications, Consultado Noviembre 2013, Disponible en <http://www.3abc.dk/page15.html>

AGUIRRE, R. 2006. Semillas de Resistencia Alimentaria, La Quinoa y la Maca Alimentos Andinos del Futuro. Ediciones.

Arboleda, A., 2006, Alimentación sana, fuente de vida, Ed, Panamericana, Bogotá-Colombia.

Arroyave L (2006) UTILIZACION DE LA HARINA DE QUINUA (Chenopodium quinoa wild) EN EL PROCESO DE PANIFICACION, Universidad De La Salle, Facultad De Ingenieria De Alimentos Bogotá - Colombia

Ayala, G., L. Ortega y C. Morón. 2004. Valor nutritivo y usos de la quinoa. In: A. Mujica, S.

Barriga, P., R. Pessot y R. Scaff. 1994. Análisis de la diversidad genética en el germoplasma de quinoa (Chenopodium quinoa Willd.) recolectado en el sur de Chile. Agro Sur 22 (No. Esp.): 4.

Barriga, P., R. Pessot y R. Scaff. 1994. Análisis de la diversidad genética en el germoplasma de quinoa (Chenopodium quinoa Willd.) recolectado en el sur de Chile. Agro Sur 22 (No. Esp.): 4.

Beldoménico, H y Radzysinski, A (1992) "Desagües en la Industria Láctea Introducción a su estudio". Publicación INTI.

BENION E. 1970. "Fabricación del pan". Editorial Acribia. Zaragoza- España.

BROOKFIELD CT3 TEXTURE ANALYZER Operating Instructions Manual No. M/08-371A0708. 1-15p.

Cardenas, M. 1944. Descripción preliminar de las variedades de *Chenopodium quinoa* de Bolivia. Revista de Agricultura. Universidad Mayor San Simón de Cochabamba (Bol.) Vol. 2, No. 2, pp 13-26.

Cauvain, S.P.; Young, L.S. 1998. Technology of Breadmaking. Ed. Blackie Academic & Professional, London

CAUVIN, S. Y YOUNG, L. 1998. "Fabricación del pan". Editorial Acribia. Zaragoza- España.

Cazar P, ALava H. 2004. "producción y comercialización de Quinoa en el Ecuador". Disponible en

<http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/712/1312.pdf>

CHARLEY, H. 2007. TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS. 1a ed. Madrid, España. Edit Limusa. pp 35 -46.

CHAUHAN, G.S.; ZILLMAN, R.R.; ESKIN, N.A.M. 1992. Dough mixing and breadmaking properties of quinoa-wheat flour blends. Int. J. Food Sci. Techn. 27:701-705.

CIE, (1979). Official recommendations in uniform color spaces color difference equations and metric color terms, Supplement N 2, Vienna, Austria.

CLAUDE, Willm. 2011 "El rincón del panadero", Disponible en:

<http://www.trigopan.com.ar/Default.asp>

Cultivos marginados: otra perspectiva de 1492. Organización de la Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación FAO, Roma. pp 129-146.

De la Cruz W. (2009) "COMPLEMENTACIÓN PROTEICA DE HARINA DE TRIGO (*Triticum aestivum* L.) POR HARINA DE QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd) Y SUERO EN PAN DE MOLDE Y TIEMPO DE VIDA ÚTIL", Universidad Nacional Agraria la Molina, Escuela de postgrado, especialidad en tecnología de alimentos, Lima – Perú

Estrella, E. 1998. El Pan de América: etnohistoria de los alimentos aborígenes en el Ecuador. Tercera Edición transcrita y corregida de la 1ra. Impresión madrileña 1986. FUNDACYT. Quito, Ecuador. 257 p.

FAO (2010) Perspectivas a plazo medio de los productos básicos agrícolas, Trigo. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/007/y5143s/y5143s09.htm>

FAO, 2013. Quinoa Distribucion y Produccion, Disponible en: <http://www.fao.org/quinoa-2013/what-is-quinoa/distribution-and-production/es/> , Consultado el 08/09/2014

FAO (2013) La producción mundial de cereales alcanzará un récord histórico en 2013. Disponible en: <http://www.fao.org/news/story/es/item/180034/icode/>

FAO, (2013) Perspectivas de Cosechas y Situación Alimentaria Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/017/al998s/al998s.pdf>

FAO. 2013, Consultado el : 06/01/2014 <http://www.fao.org/quinoa-2013/es/>

FEPALE (2008) “Gestión Ambiental y Aguas residuales en Industrias Lácteas”

Gallardo, M.G. y J.A. González. 1992. Efecto de algunos factores ambientales sobre la germinación de *Chenopodium quinoa* W. y sus posibilidades de cultivo en algunas zonas de la Provincia de Tucumán (Argentina). LILLOA XXXVIII, 55-64.

Gandarillas, H. 1979b. Genética y origen. In: M. Tapia (Ed). Quinoa y Kañiwa, cultivos andinos. Bogotá, Colombia, CIID, Oficina Regional para América Latina. pp 45-64.

García D (2011) DESARROLLO DE UN PRODUCTO DE PANADERÍA CON HARINA DE QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd) Universidad Nacional De Colombia, Especialización En Ciencia Y Tecnología De Alimentos, Programa Inter facultades , Bogotá – Colombia

García, G. 1984. Diagnóstico de la situación actual y perspectivas de la producción de quinua en Ecuador. Tesis Ing. Agrónomo. Facultad de Ingeniería Agronómica. Escuela Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador. 270 p.

Guinet, R.; Godon, B. 1996. La Panificación. Ed. Montagud, Barcelona.

Hensperger, Beth; Chuck Williams, Noel Barnhurst (2002). *Bread* (1ª edición). Simon & Schuster Source

Ignacio, Fernández, C. y Cortes, G. 1976. Contribución al estudio morfológico del grano de quinua. En la segunda convención Internacional de Q Quenopodiáceas. Universidad Boliviana Tomas Rías, Comité Departamental de Obras Públicas, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, Potosí. Bolivia. Pp. 58-60.

INEC, (2011). BOLETÍN AGROPECUARIO MENSUAL Disponible en: <http://www.ecuadorencifras.com/cifras-inec/pdfs/agro14.pdf>

INEN, (1979) Norma técnica ecuatoriana, Pan Comun Requisitos, pag 2, Ecuador.

INEN, (1980). Norma Técnica ecuatoriana, Harina de trigo Ensayo de panificación, Ecuador.

INTI (Instituto nacional de tecnología industrial), 2012. “Características Generales Sobre el Uso del Suero de Queso en la Provincia de Santa Fe”, Disponible en: https://www.inti.gob.ar/lacteos/pdf/cuadernillo_Suero_de_Queso.pdf, consultado :08/09/2014

Jacobsen, J. Izquierdo y JP. Marathe (eds). Quinoa: Ancestral cultivo andino, alimento del presente y futuro. FAO. UNA. CIP. Santiago, Chile. pp 215-253.

Jacobsen, S. E. and S. Sherwood. 2002. Cultivo de granos andinos en Ecuador. Informe sobre los rubros de quinua, chocho y amaranto. CIP y FAO Global IPM Facility. Editorial Abya Yala. Quito, Ecuador.

Kamel, B.S. 1993. Advances in Baking Technology. Ed. VCH, New York

Lascano A. (2010) Estudio reológico de mezclas de harinas de cereales: Cebada (*Hordeum vulgare*), Maíz (*Zea maíz*), Quinoa (*Chenopodium quinoa*), Trigo (*triticum Vulgare*) y Tubérculo: Papa (*Solanum tuberosum*) Nacionales con trigo importado para orientar su uso en la elaboración de pan y pastas alimenticias. Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos. Ambato – Ecuador

Lescano, J.L. 1994. Genética y mejoramiento de cultivos alto andinos: quinua, kañihua, tarwi, kiwicha, papa amarga, olluco, mashua y oca.

Programa Interinstitucional de Waru Waru, Convenio INADE/PELT - COTESU. 459 p.

LORENZ, K.; COULTER, L. 1991. Quinoa flour in baked products. *Plant Foods for Human Nutr.* 41:213-223.

MacEvoy, B. 2005 key to the palette scheme disponible en:

<http://www.handprint.com/HP/WCL/colormap.html> consultado el 18/04/2015

Mazón, N., Rivera. M., Peralta, E., Estrella, J., y Tapia, C. (2002). Catálogo del banco de germoplasma de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) de INIAP, Ecuador. Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos y Departamento Nacional de Recursos Fitogenéticos y Biotecnología. Estación Experimental Santa Catalina, INIAP. Quito, Ecuador.

MORITA, N.; HIRATA, C.; PARK, S.H.; MITSUNAGA, T. 2001. Quinoa flour as a new foodstuff for improving dough and bread. *J. Appl. Glycosci.* 48(3):263-270.

Mujica, A. 1992. Granos y leguminosas andinas. In: J. Hernández, J. Bermejo y J. León (eds.).

NAVAS G 2009 “Análisis para la implementación de una línea de panificación en Industrias Catedral S.A, con la finalidad de asegurar la estabilidad laboral de sus empleados y trabajadores”. Informe de pasantía previa a la obtención del título de ingeniero en alimentos FCIAL. UTA. Ambato –Ecuador.

Parada, A. y Araya, M. (2010). El gluten. Su historia y efectos en la enfermedad celíaca. *Rev. Med. Chile*, 138: 1319 – 1325.

PROINPA Informe Técnico, 2011 por Bolivia en la 37° Conferencia de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), *“La quinua cultivo milenario para contribuir a la seguridad alimentaria mundial*

Quaglia, G. 1991. Ciencia y Tecnología de la Panificación. Ed. Acribia, Zaragoza.

Repo-Carrasco, R. 1992. Andean Crops and Infant Nourishment. University of Helsinki. Institute of Development Studies. Report B 25. Finland

Risi, J. 1991. La Investigación de la quinua en Puno. In: L. Arguelles y R. Estrada (eds) Perspectivas de la investigación agropecuaria para el Altiplano. Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo. Proyecto de Investigación en Sistemas Agropecuarios Andinos. Convenio ACDI-CIID-INIAA. Lima, Perú. pp 209-258.

Rojas, W. 1998. Análisis de la diversidad genética del germoplasma de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) de Bolivia, mediante métodos multivariados. Tesis M.Sc., Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. Valdivia - Chile. 209 p.

Rojas, W., M. Pinto y JL. Soto. 2010. Distribución geográfica y variabilidad genética de los granos andinos. In: W. Rojas, M. Pinto, JL. Soto, M. Jagger y S. Padulosi (eds). Granos Andinos: Avances, logros y experiencias desarrolladas en quinua, cañahua y amaranto en Bolivia. Bioversity International, Roma, Italia. pp 11- 23.

Rojas, W., M. Pinto, JL. Soto y E. Alcocer. 2010a. Valor nutricional, agroindustrial y funcional de los granos andinos. In: W. Rojas, M. Pinto, JL. Soto, M. Jagger y S. Padulosi (eds). Granos Andinos: Avances, logros y experiencias desarrolladas en quinua, cañahua y amaranto en Bolivia. Bioversity International, Roma, Italia. pp 151- 164.

ROSELL, C.M.; CORTEZ, G.; REPO-CARRASCO, R. 2009. Breadmaking use of andean crops quinoa, kañiwa, kiwicha, and tarwi. *Cereal Chem.* 84(4):386- 392

Salazar D. 2012, "Estudio del efecto de la incorporación de concentrados de proteínas del suero de quesería en la elaboración de queso fresco con reducido contenido de grasa, para promover un mayor aprovechamiento del suero generado en las queserías del cantón Pillaro, Provincia de Tungurahua", Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos, Centro de Estudios de Posgrado Ambato – Ecuador

Saltos H. 2010 "Sensometría: Análisis en el Desarrollo de Alimentos Procesados", Editorial Pedagógica Freire, Ambato – Ecuador

SANTIAGO, R. (2005). El camino de la quinua 1º Ed. Pueblo Libre. Lima. Perú

Shan L, Molberg O, Parrot I, Hausch F, Filiz F, Gray GM, 2002 et al. Structural basis for gluten intolerance in celiac sprue. Science.

SICA. 2009a. “La Quinoa en el Ecuador”. Disponible en: http://www.sica.gov.ec/cadenas/quinua/docs/la_quinoa_en_el_ecuador.htm

Smithers, G. 2008. Whey and whey proteins—from ‘gutter-to-gold’, International Volume 18, Issue 7, July 2008, Pages 695–704

Tapia, M. 1997. Cultivos Andinos Subexplotados y su Aporte a la Alimentación. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Santiago, Chile.

Tapia, M.1979. Historia y Distribución Geográfica. En Quinoa y Kañiwa, cultivos andinos. IICA-CIID, Bogotá, Colombia. Pp 16-17.

Westland, S. 2001 Especificaciones del color del CIE, Disponible en : http://www.gusgsm.com/espacio_color_cie_lab

ANEXOS

ANEXO A Análisis Físico Químicos

pH

Tabla A1.- Mediciones pH de Pan de Molde

Tratamiento	Porcentajes	R1	R2	R3
A2B3	75%/20%	5,97	5,96	5,91
A3B2	100%/15%	5,96	5,91	5,85
A3B1	100%/10%	6,01	5,91	5,87
A1B2	50%/15%	5,89	5,80	5,91
A2B2	75%/15%	5,99	5,91	5,90
A1B1	50%/10%	5,79	5,73	5,91
A3B3	100%/20%	6,01	5,94	5,82
A2B1	75%/10%	5,94	5,76	5,85
A1B3	50%/20%	5,86	5,85	5,87

Elaborado por: Marcelo Naranjo, 2015

Solidos Totales

Tabla A2.- Análisis de solidos totales de Pan de Molde

		R1 %	R2 %	R3 %
A2B3	75%/20%	87,26	87,31	88,25
A3B2	100%/15%	83,90	88,64	87,81
A3B1	100%/10%	83,40	88,66	83,59
A1B2	50%/15%	85,78	79,78	84,25
A2B2	75%/15%	88,97	83,82	85,35
A1B1	50%/10%	84,51	79,80	79,79
A3B3	100%/20%	84,17	92,56	83,07
A2B1	75%/10%	82,00	84,02	80,70
A1B3	50%/20%	84,58	80,40	85,76

Elaborado por: Marcelo Naranjo, 2015

Humedad

Tabla A3.- Análisis de Humedad de Pan de Molde

		R1 %	R2 %	R3 %
A2B3	75%/20%	12,74	12,69	11,75
A3B2	100%/15%	16,10	11,36	12,19
A3B1	100%/10%	16,60	11,34	16,41
A1B2	50%/15%	14,22	20,22	15,75
A2B2	75%/15%	11,03	16,18	14,65
A1B1	50%/10%	15,49	20,20	20,21
A3B3	100%/20%	15,83	18,34	16,93
A2B1	75%/10%	18,00	15,98	19,30
A1B3	50%/20%	15,42	19,60	14,24

Elaborado por: Marcelo Naranjo, 2015

Altura

Tabla A4.- Medición de altura de Pan de Molde

		R1 cm	R2 cm	R3 cm
A2B3	75%/20%	11,45	11,05	11,3
A3B2	100%/15%	10,75	10,9	11,1
A3B1	100%/10%	11,25	11,9	11,35
A1B2	50%/15%	11,3	12,3	12,35
A2B2	75%/15%	11,3	11,6	11,4
A1B1	50%/10%	11,65	12,15	12,55
A3B3	100%/20%	12,05	10,95	10,65
A2B1	75%/10%	12,05	12,7	11,7
A1B3	50%/20%	10,8	12,1	10,75

Elaborado por: Marcelo Naranjo, 2015

Rebanabilidad

Tabla A5.- Medición de Rebanabilidad de Pan de Molde

		R1 %	R2 %	R3 %
A2B3	75%/20%	85	60	80
A3B2	100%/15%	90	70	90
A3B1	100%/10%	85	90	100
A1B2	50%/15%	75	75	80
A2B2	75%/15%	75	70	70
A1B1	50%/10%	70	80	70
A3B3	100%/20%	75	85	60
A2B1	75%/10%	70	80	90
A1B3	50%/20%	100	75	100

Elaborado por: Marcelo Naranjo, 2015

Color

Tabla A6.- Medición Parámetros L, a, b de Pan de Molde

Replica	tratamiento	L	a	b	ΔE
R1	A1B1	45,92	17,6	32,54	8,39
	A1B2	51,44	16,78	33,47	2,92
	A1B3	49,2	17,53	31,94	5,73
	A2B1	52,85	17,04	34,97	1,21
	A2B2	48,66	17,42	31,97	6,14
	A2B3	50,97	17,75	34,57	3,23
	A3B1	48,95	18,1	33,61	5,39
	A3B2	51,08	18,1	35,16	3,26
	A3B3	53,32	16,23	36,01	0,99
	Testigo	53,79	16,29	35,14	0,00
R2	A1B1	47,36	16,95	31,8	8,13
	A1B2	48,02	17,49	32,08	7,51
	A1B3	49,21	17,67	32,63	6,28
	A2B1	50,85	16,28	33,3	4,30
	A2B2	47,43	18,32	32,76	7,99
	A2B3	47,63	18,01	32,61	7,78
	A3B1	47,61	17,48	32	7,91
	A3B2	46,78	18,28	31,97	8,84
	A3B3	48,12	18,02	32,34	7,44
	Testigo	54,64	15,99	35,3	0,00

Elaborado por: Marcelo Naranjo, 2015

Análisis Microbiológico

Tabla A7.- Medición de UFC/g en Pan de Molde

Tratamientos	UFC/gr								
	Aerobios			Levaduras			Mohos		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
A1B1	380	650	515	120	< 10	60	< 10	< 10	< 10
A1B2	540	1510	1025	20	40	30	< 10	< 10	< 10
A1B3	690	1030	860	130	< 10	65	< 10	< 10	< 10
A2B1	330	640	485	40	40	40	< 10	< 10	< 10
A2B2	400	1260	830	100	< 10	50	< 10	< 10	< 10
A2B3	560	1500	1030	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
A3B1	880	540	710	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
A3B2	1570	1280	1425	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
A3B3	800	1430	1115	< 10	890	445	< 10	< 10	< 10
testigo	360	30	195	30	230	130	< 10	< 10	< 10

Elaborado por: Marcelo Naranjo, 2015

Textura

Tabla A8.- Medición de Dureza de Pan de Molde

		R1 g	R1 g	R3 g
A2B3	75%/20%	870,5	410,5	789
A3B2	100%/15%	533,5	483,5	792,5
A3B1	100%/10%	420,5	486,5	672
A1B2	50%/15%	576	310,5	418
A2B2	75%/15%	641	424,5	661
A1B1	50%/10%	398	286	349
A3B3	100%/20%	485	420	1012,5
A2B1	75%/10%	452	279,5	434,5
A1B3	50%/20%	583,5	441	874,5

Elaborado por: Marcelo Naranjo, 2015

VIDA UTIL

Aerobios Tiempo (Dias)	UFC/g			
	R1	R2	R3	Promedio
1	651	987	819	819
3	1800	2000	2100	1967
4	2600	3000	3100	2900
6	13500	15500	14700	14567

Elaborado por: Marcelo Naranjo, 2015

ANEXO B Análisis Estadísticos

TEXTURA

Tabla B1.-Análisis de Varianza para Textura en pan de molde

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>G / l</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razó n-F</i>	<i>Valor-P</i>
A:Suero	63546,1	1	63546,1	4,12	0,0566
B:Quinu a	246987,	1	246987,	16,01	0,0008
AA	2709,38	1	2709,38	0,18	0,6798
AB	23188,0	1	23188,0	1,50	0,2351
BB	5,04167	1	5,04167	0,00	0,9858
bloques	339078,	2	169539,	10,99	0,0007
Error total	293030,	1 9	15422,6		
Total (corr.)	968543,	2 6			

Fuente: Statgraphics Centurion

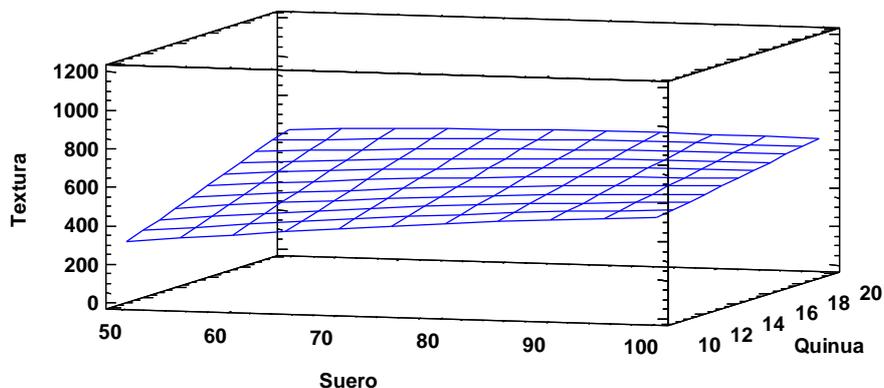
Tabla B2.-Coeficiente de regresión para Textura en pan de molde

<i>Coeficiente</i>	<i>Estimado</i>
constante	-572,792
A:Suero	12,7517
B:Quinua	50,9028
AA	-0,034
AB	-0,351667
BB	-0,0366667

Fuente: Statgraphics Centurión

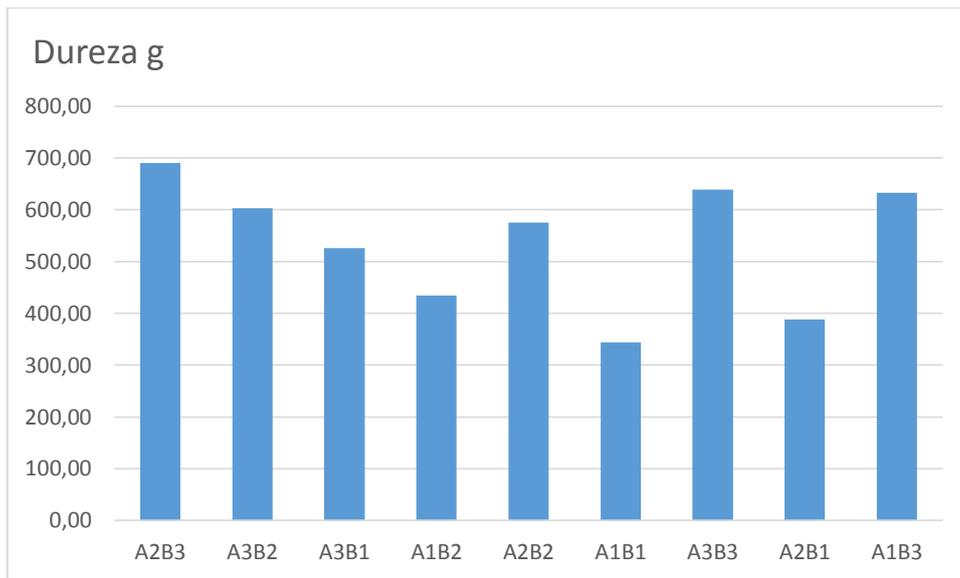
$$\text{Textura} = -572,792 + 12,7517 \cdot \text{Suero} + 50,9028 \cdot \text{Quinua} - 0,034 \cdot \text{Suero}^2 - 0,351667 \cdot \text{Suero} \cdot \text{Quinua} - 0,0366667 \cdot \text{Quinua}^2$$

Grafico B1.- Superficie de respuesta estimada para Textura



Fuente: Statgraphics Centurión

Grafico B2.- Dureza de pan de molde Según Texturometro Brookfield



Elaborado por: Marcelo Naranjo, 2015

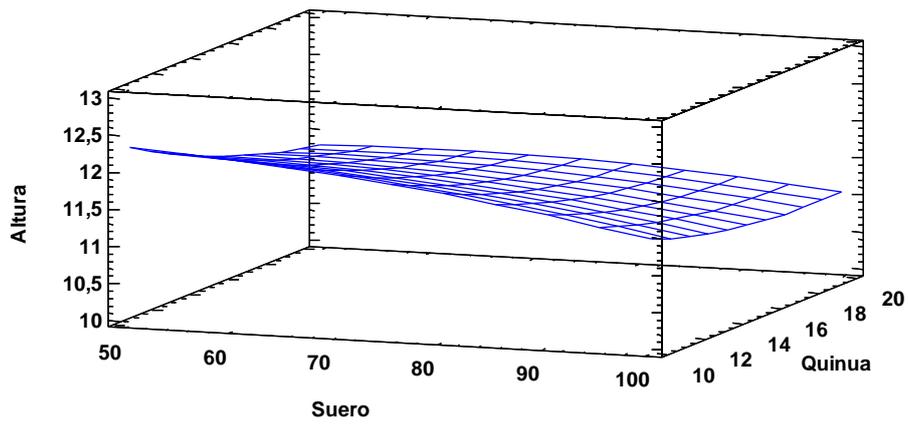
ALTURA

Tabla B3.-Análisis de Varianza para Altura en pan de molde

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>G</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razó n-F</i>	<i>Valor-P</i>
A:Suero	1,41681	1	1,41681	6,05	0,0237
B:Quinu	2,13556	1	2,13556	9,12	0,0070
a					
AA	0,09375	1	0,09375	0,40	0,5345
AB	0,285208	1	0,285208	1,22	0,2836
BB	0,106667	1	0,106667	0,46	0,5079
bloques	0,587222	2	0,293611	1,25	0,3080
Error		1			
total	4,44979	9	0,2342		
Total		2			
(corr.)	9,075	6			

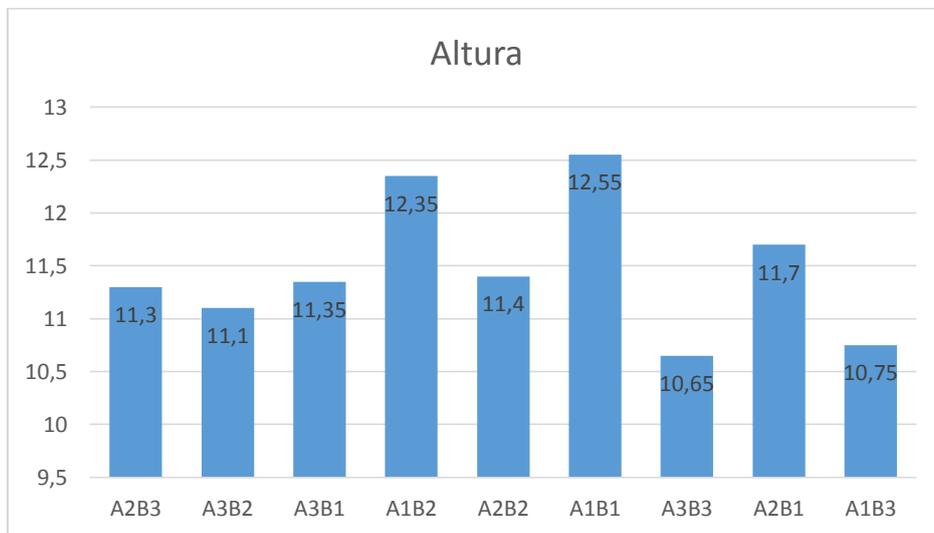
Fuente: Statgraphics Centurión

Grafico B3.- Superficie de Respuesta Estimada para Altura en pan de molde



Fuente: Statgraphics Centurión

Grafico B4: Altura de panes de molde con quinua y suero



Elaborado por: Marcelo Naranjo

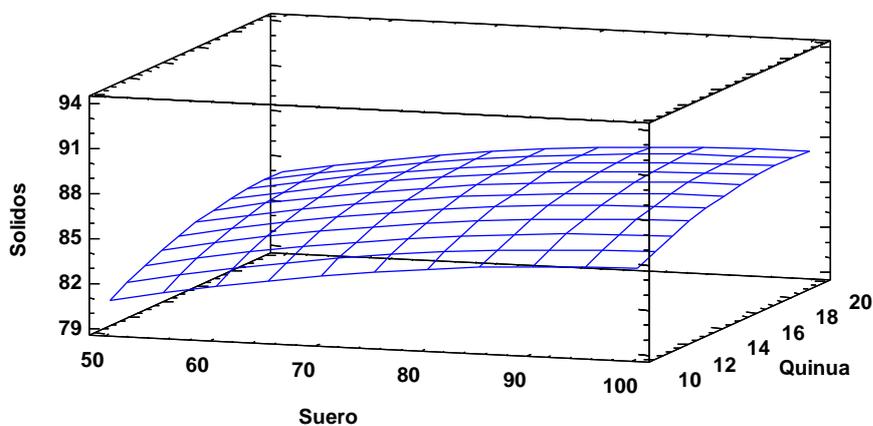
SOLIDOS TOTALES

Tabla B4.- Análisis de Varianza para Solidos Totales en pan de molde

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>G / l</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razó n-F</i>	<i>Valor-P</i>
A:Suero	53,9068	1	53,9068	6,21	0,0221
B:Quinua	40,1707	1	40,1707	4,63	0,0445
AA	4,11682	1	4,11682	0,47	0,4992
AB	0,516675	1	0,516675	0,06	0,8098
BB	5,20802	1	5,20802	0,60	0,4480
bloques	2,8664	2	1,4332	0,17	0,8489
Error total	164,823	1	8,67491		
Total		9			
(corr.)	271,609	2			
		6			

Fuente: Statgraphics Centurión

Grafico B4.- Superficie de respuesta estimada para Solidos en Pan de molde



Fuente: Statgraphics Centurión

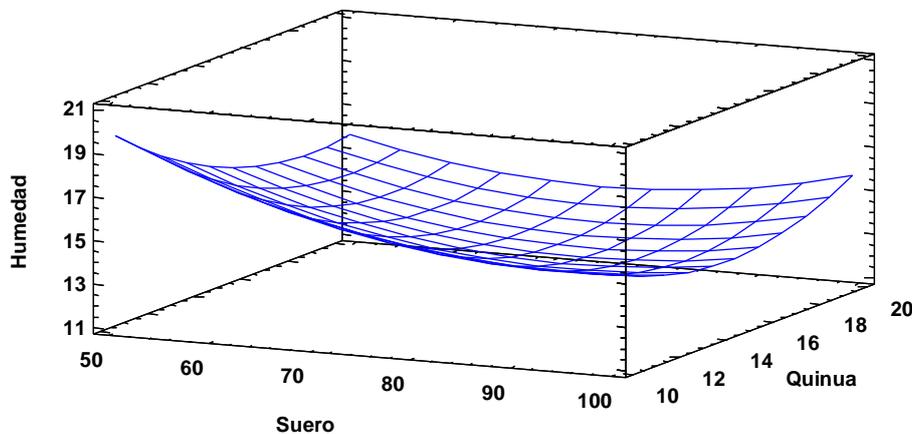
HUMEDAD

Tabla B5.-Análisis de Varianza para Humedad en pan de molde

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>G</i> <i>l</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razó n-F</i>	<i>Valor-P</i>
A:Suero	22,7813	1	22,7813	3,30	0,0850
B:Quinu	14,2045	1	14,2045	2,06	0,1676
a					
AA	12,3362	1	12,3362	1,79	0,1969
AB	14,941	1	14,941	2,17	0,1575
BB	14,1783	1	14,1783	2,06	0,1679
bloques	6,14447	2	3,07224	0,45	0,6471
Error total	131,078	1	6,89883		
Total		9			
Total (corr.)	215,663	2			
		6			

Fuente: Statgraphics Centurión

Gráfico B5.- Superficie de respuesta estimada para Humedad en pan de molde



Fuente: Statgraphics Centurión

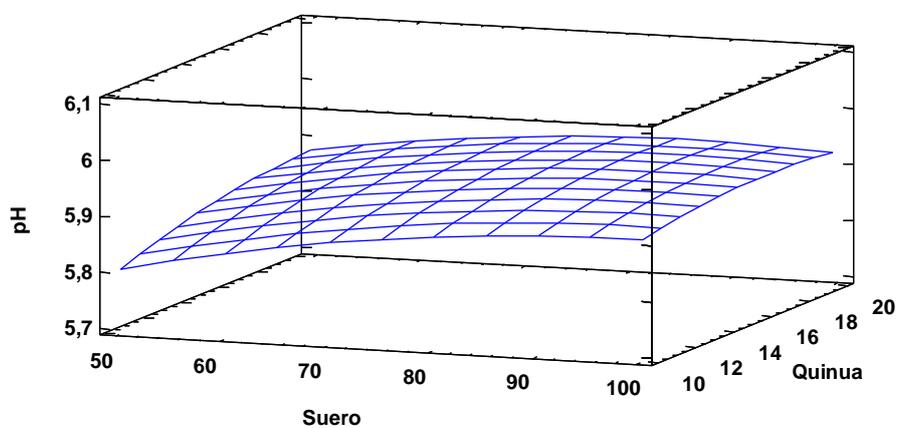
PH

Tabla B6. - Análisis de Varianza para pH en pan de molde

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>G</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razó n-F</i>	<i>Valor-P</i>
A:Suero	0,0249389	1	0,0249389	7,31	0,0140
B:Quinua	0,0098	1	0,0098	2,87	0,1063
AA	0,0044463	1	0,0044463	1,30	0,2676
AB	0,00240833	1	0,00240833	0,71	0,4111
BB	0,00145185	1	0,00145185	0,43	0,5219
bloques	0,0265852	2	0,0132926	3,90	0,0381
Error total	0,0647769	1	0,00340931		
Total		9			
(corr.)	0,134407	2			
		6			

Fuente: Statgraphics Centurión

Gráfico B6.- Superficie de Respuesta Estimada para pH en pan de molde



Fuente: Statgraphics Centurión

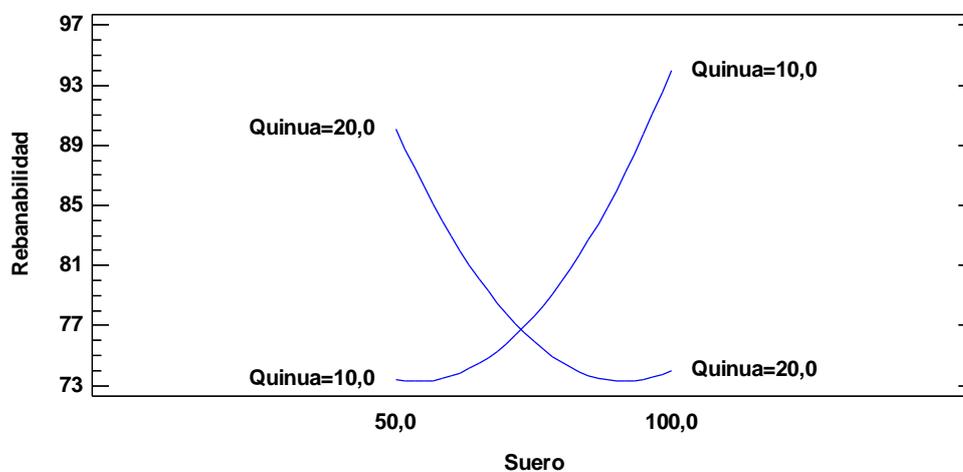
REBANABILIDAD

Tabla B7.-Análisis de Varianza para Rebanabilidad en pan de molde

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>G / l</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razó n-F</i>	<i>Valor-P</i>
A:Suero	22,2222	1	22,2222	0,25	0,6210
B:Quinua	12,5	1	12,5	0,14	0,7104
a					
AA	224,074	1	224,074	2,55	0,1270
AB	1008,33	1	1008,33	11,46	0,0031
BB	78,2407	1	78,2407	0,89	0,3575
bloques	179,63	2	89,8148	1,02	0,3792
Error total	1671,3	9	87,963		
Total		2			
(corr.)	3196,3	6			

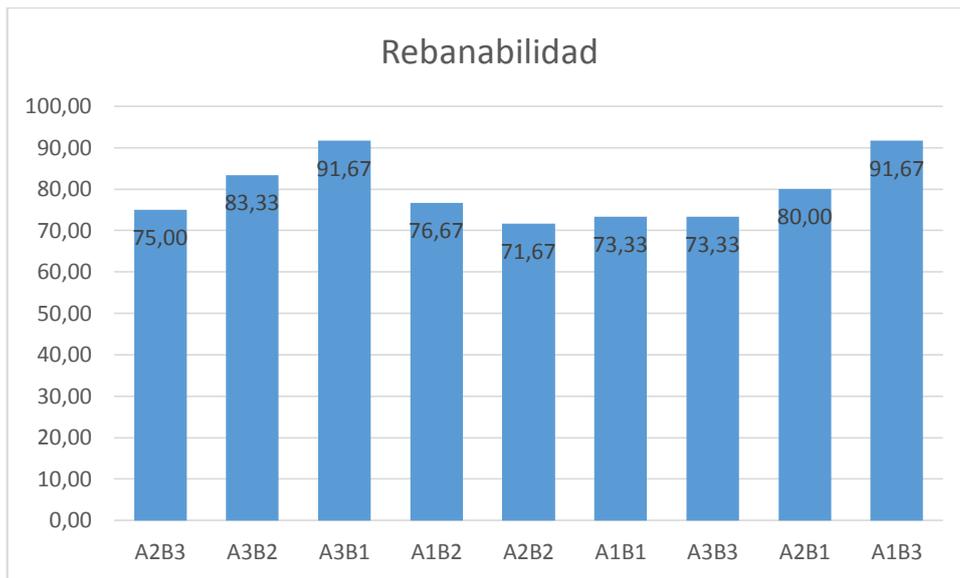
Fuente: Statgraphics Centurión

Gráfico B7.- Interacción de Quinua con Suero de quesería en Rebanabilidad de pan de molde



Fuente: Statgraphics Centurión

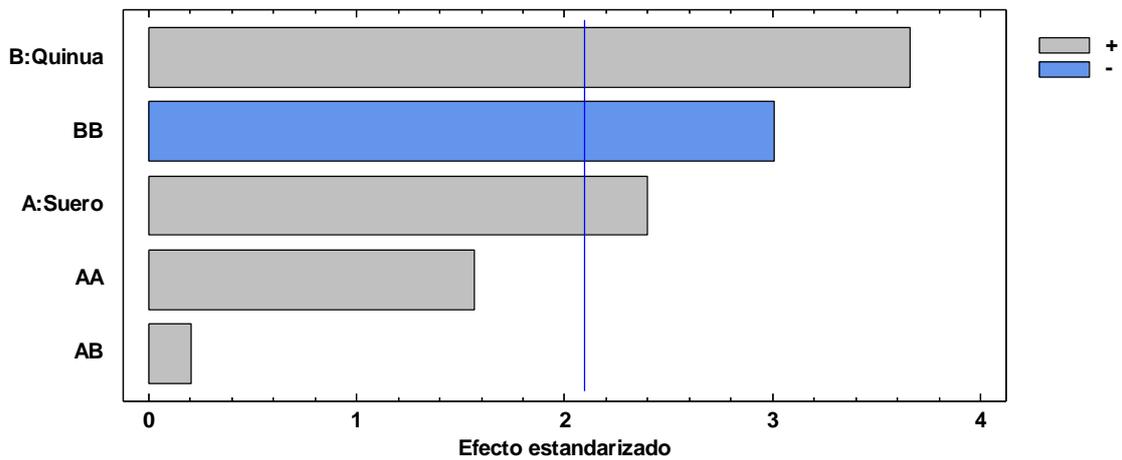
Grafico B8.- Porcentaje de Rebanabilidad en pan de molde



Elaborado por: Marcelo Naranjo, 2015

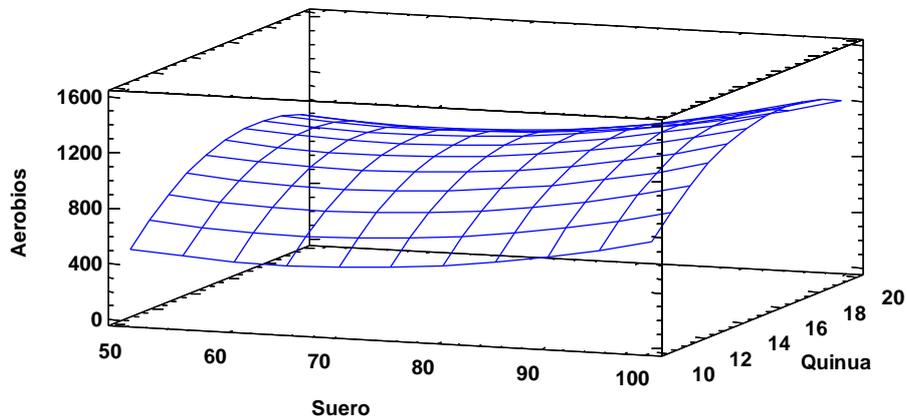
AEROBIOS

Grafico B9.- Diagrama de Pareto para Aerobios en pan de molde



Fuente: Statgraphics Centurión

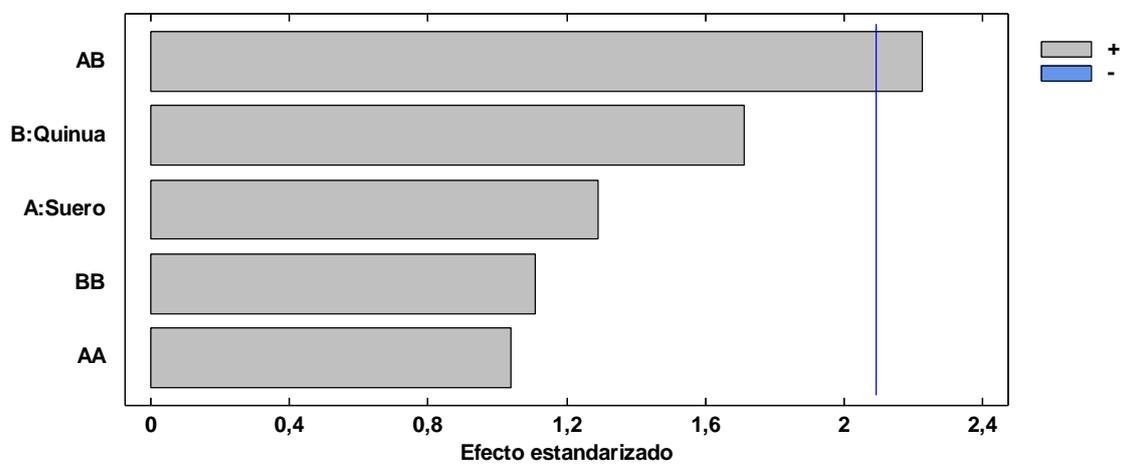
Grafico B10.- Superficie de Respuesta Estimada Aerobios en pan de molde



Fuente: Statgraphics Centurión

Mohos y levaduras

Grafico B11.- Diagrama de Pareto Para mohos y levaduras en pan de molde



Fuente: Statgraphics Centurión

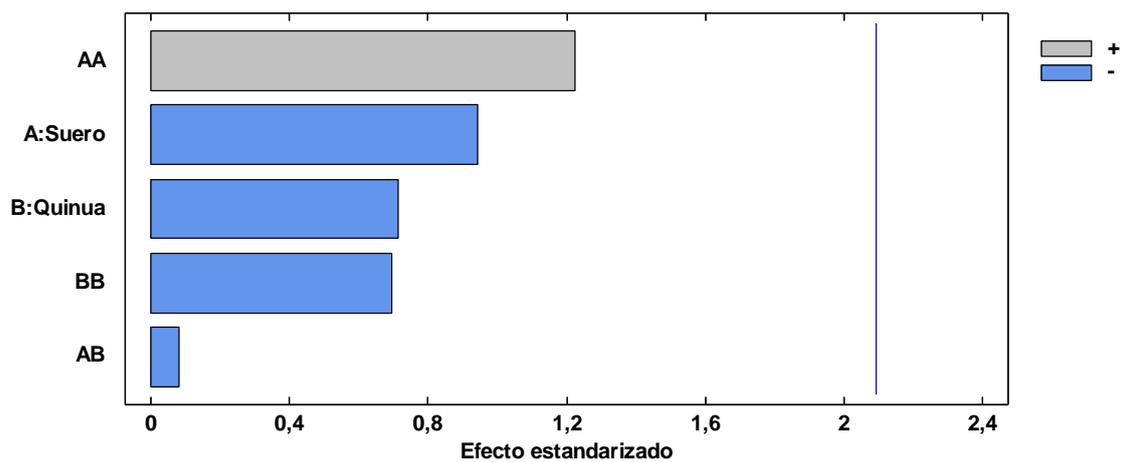
COLOR

Tabla B8.- Análisis de Varianza para ΔE en pan de molde

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>G</i> <i>l</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razó n-F</i>	<i>Valor-P</i>
A:Suero	3,29389	1	3,29389	0,89	0,3567
B:Quinu a	1,87534	1	1,87534	0,51	0,4846
AA	5,5296	1	5,5296	1,50	0,2359
AB	0,0243	1	0,0243	0,01	0,9362
BB	1,78215	1	1,78215	0,48	0,4956
bloques	46,4648	2	23,2324	6,29	0,0080
Error total	70,1317	1	3,69114		
Total (corr.)	129,102	9			
		2			
		6			

Fuente: Statgraphics Centurión

Grafico B12.- Diagrama de Pareto Para ΔE en pan de molde



Fuente: Statgraphics Centurión

Optimización de Múltiples Respuestas usando statgraphics

Tabla B9: Valores Maximos y minimos de las respuestas experimentales a optimizar

<i>Respuesta</i>	<i>Mínimo Observado</i>	<i>Máximo Observado</i>
Textura	279,5	1012,5
Altura	10,65	12,7
Rebanabilidad	60,0	100,0

Elaborado por: Marcelo Naranjo

Tabla B10: Deseabilidad prevista Vs Observada

<i>Fila</i>	<i>Textura</i>	<i>Altura</i>	<i>Rebanabilidad</i>	<i>Deseabilidad Prevista</i>	<i>Deseabilidad Observada</i>
1	870,5	11,45	85,0	0,366931	0,361521
2	533,5	10,75	90,0	0,366037	0,28808
3	420,5	11,25	85,0	0,57048	0,528646
4	576,0	11,3	75,0	0,53203	0,413705
5	641,0	11,3	75,0	0,426994	0,392056
6	398,0	11,65	70,0	0,63175	0,467593
7	485,0	12,05	75,0	0,286466	0,569082
8	452,0	12,05	70,0	0,596866	0,507297
9	583,5	10,8	100,0	0,466163	0,349862
10	410,5	11,05	60,0	0,44455	0,0
11	483,5	10,9	70,0	0,475566	0,280216
A3B1	486,5	11,9	90,0	0,687439	0,689763
13	310,5	12,3	75,0	0,591077	0,661198
14	424,5	11,6	70,0	0,47156	0,452961
15	286,0	12,15	80,0	0,609154	0,713093
16	420,0	10,95	85,0	0,376475	0,419705
17	279,5	12,7	80,0	0,641508	0,793701
18	441,0	12,1	75,0	0,587368	0,591361
19	789,0	11,3	80,0	0,339945	0,364279
20	792,5	11,1	90,0	0,354916	0,366955
21	672,0	11,35	100,0	0,544509	0,541318
22	418,0	12,35	80,0	0,514807	0,695405
23	661,0	11,4	70,0	0,411676	0,35266
24	349,0	12,55	70,0	0,624403	0,594145
25	1012,5	10,65	60,0	0,275185	0,0
26	434,5	11,7	90,0	0,578312	0,671594
27	874,5	10,75	100,0	0,433375	0,209415

Elaborado por: Marcelo Naranjo

ANEXO C Análisis Sensorial

ANEXO C1: HOJA DE CATAcion PARA ANALISIS SENSORIAL DE PAN DE MOLDE

Fecha: _____

INSTRUCCIONES: Por favor, en el orden que se solicite deguste las muestras y marque con una (X) a su parecer una alternativa de cada característica indicada.

Característica	Alternativas	Muestras			
Apariencia	1. Muy mala				
	2. Mala				
	3. Regular				
	4. Buena				
	5. Muy buena				
Color	1. Muy mala				
	2. Mala				
	3. Regular				
	4. Buena				
	5. Muy buena				
Sabor	1. Muy mala				
	2. Mala				
	3. Regular				
	4. Buena				
	5. Muy buena				
Textura	1. Muy mala				
	2. Mala				
	3. Regular				
	4. Buena				
	5. Muy buena				
Aceptabilidad	1. Muy mala				
	2. Mala				
	3. Regular				
	4. Buena				
	5. Muy buena				

COMENTARIOS _____

(Saltos, H. 2010)

Tabla C1.- Codificación de Tratamientos Para Análisis Sensorial

Tratamiento	Código
A1B1	499
A1B2	681
A1B3	121
A2B1	622
A2B2	915
A2B3	491
A3B1	806
A3B2	839
A3B3	996
Testigo	293

Elaborado por: Marcelo Naranjo, 2015

Tabla de puntuación para diferentes atributos sensoriales**Tabla C2.- Resultados de las pruebas sensoriales de pan de molde**

Catador	Tratamiento	Apariencia	Color	Sabor	Textura	Aceptabilidad
1	A1B1	4,33	4,67	3,67	4,00	4,00
2	A1B1	3,67	4,00	3,67	4,33	4,00
3	A1B1	4,00	4,00	4,00	3,67	4,00
4	A1B1	4,67	4,67	3,67	4,33	3,67
5	A1B1	4,00	4,00	3,33	4,00	4,33
6	A1B1	4,00	4,00	4,33	4,67	4,00
1	A1B2	4,67	4,33	4,33	4,00	4,33
2	A1B2	4,00	4,33	3,33	4,00	3,67
7	A1B2	3,67	3,33	2,67	3,33	3,00
8	A1B2	4,00	3,67	3,67	3,33	3,67
9	A1B2	3,33	4,00	3,00	3,00	3,00
10	A1B2	4,33	4,00	3,67	3,67	3,67
1	A1B3	4,33	4,67	3,33	3,67	3,67
3	A1B3	3,67	4,00	3,33	3,33	3,00
7	A1B3	3,33	3,67	3,67	4,00	3,33
11	A1B3	4,33	4,00	3,67	4,00	4,00
12	A1B3	4,00	3,67	4,00	4,00	3,67
13	A1B3	4,33	4,33	3,67	3,67	3,67
1	A2B1	4,67	4,33	4,33	4,33	4,33
4	A2B1	4,67	4,67	3,67	3,33	3,67
8	A2B1	4,00	4,00	4,00	3,67	4,33

13	A2B1	4,67	5,00	4,33	4,33	4,67
14	A2B1	4,00	4,67	3,67	3,67	3,67
15	A2B1	4,33	4,00	4,00	4,33	4,33
2	A2B2	4,00	4,67	3,67	4,67	4,33
5	A2B2	4,67	4,33	4,00	4,67	4,67
9	A2B2	4,00	3,67	4,00	4,00	4,00
11	A2B2	4,67	4,67	4,67	4,33	4,00
13	A2B2	4,33	4,33	3,67	4,00	4,33
14	A2B2	3,67	4,67	4,33	4,33	4,33
2	A2B3	2,67	4,00	4,33	4,00	4,33
6	A2B3	4,00	3,67	3,67	3,67	3,67
7	A2B3	4,00	4,00	3,67	3,33	3,67
12	A2B3	3,33	3,67	3,67	3,67	3,33
14	A2B3	4,67	4,67	4,67	3,67	4,33
15	A2B3	4,67	4,00	3,67	4,00	4,00
3	A3B1	3,33	3,67	4,33	4,00	4,33
5	A3B1	4,33	4,00	4,33	3,67	4,33
8	A3B1	4,33	4,00	4,00	3,67	4,00
10	A3B1	4,67	4,33	4,67	5,00	4,67
12	A3B1	4,33	4,33	4,33	4,00	4,33
14	A3B1	4,00	4,67	4,67	4,33	4,67
3	A3B2	3,67	4,00	3,67	4,00	4,00
6	A3B2	3,67	3,67	4,00	3,67	4,00
9	A3B2	3,67	3,33	3,00	3,67	3,00
10	A3B2	3,67	4,67	3,00	3,67	4,00
13	A3B2	4,67	4,67	4,33	4,00	4,33
15	A3B2	4,33	4,00	3,67	4,00	4,33
4	A3B3	4,00	4,00	3,33	3,33	3,33
5	A3B3	3,67	3,67	4,33	3,33	3,67
7	A3B3	3,67	3,67	3,67	4,00	3,33
10	A3B3	3,67	3,00	4,33	3,00	4,00
11	A3B3	4,00	4,33	4,33	4,33	4,33
15	A3B3	4,00	3,33	3,00	3,33	3,33
4	Testigo	5,00	5,00	5,00	5,00	4,67
6	Testigo	4,33	4,00	3,67	4,00	4,00
8	Testigo	4,67	4,67	4,67	3,33	4,33
9	Testigo	4,33	4,33	4,67	4,00	4,33
11	Testigo	4,67	4,33	4,33	4,33	4,67
12	Testigo	4,67	4,67	4,33	4,67	4,33

Elaborado por: Marcelo Naranjo, 2015

Apariencia

Tabla C3.- Cuadro de Análisis de la Varianza para Apariencia de pan de molde

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	8,57	23	0,37	3,30	0,0007
Catador	5,82	14	0,42	3,68	0,0008
Tratamiento	2,75	9	0,31	2,71	0,0162
Error			4,07	36	0,11
Total			12,64	59	

Elaborado por: Marcelo Naranjo, 2015

Tabla C4.- Test de Tukey para pan de molde

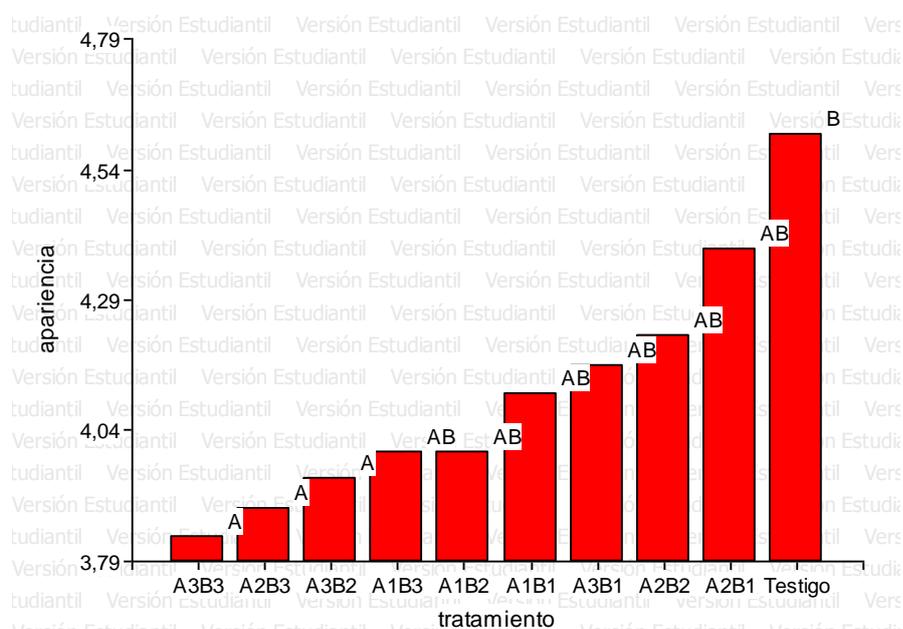
Alfa=0,05 DMS=0,65388

Error: 0,1130 gl: 36

Tratamiento	Medias	n	E.E.		
A3B3	3,84	6	0,14	A	
A2B3	3,89	6	0,14	A	
A3B2	3,95	6	0,14	A	
A1B3	4,00	6	0,14	A	B
A1B2	4,00	6	0,14	A	B
A1B1	4,11	6	0,14	A	B
A3B1	4,17	6	0,14	A	B
A2B2	4,22	6	0,14	A	B
A2B1	4,39	6	0,14	A	B
Testigo	4,61	6	0,14		B

Elaborado por: Marcelo Naranjo, 2015

Gráfico C1.- Diagrama de barras para Apariencia de Diferentes tratamientos de pan de molde



Elaborado por: Marcelo Naranjo, 2015

Color

Tabla C5.- Cuadro de Análisis de la Varianza para Color en pan de molde

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	8,39	23	0,36	4,01	0,0001
Catador	5,81	14	0,42	4,57	0,0001
Tratamiento	2,57	9	0,29	3,15	0,0067
Error			3,27	36	0,09
Total			11,66	59	

Elaborado por: Marcelo Naranjo, 2015

Tabla C6.- Test de Tukey para Color en pan de molde

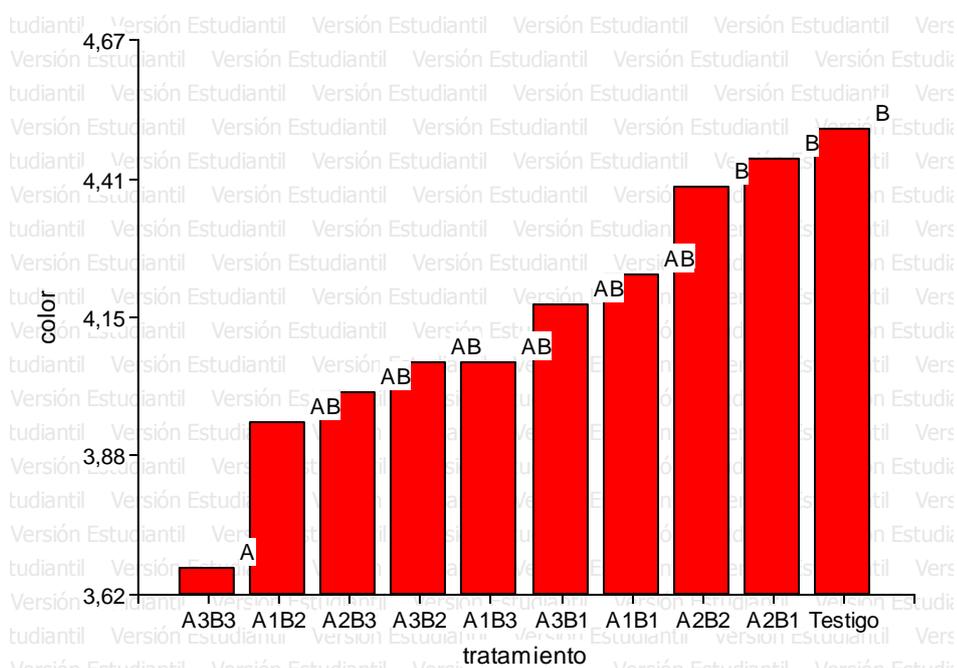
Alfa=0,05 DMS=0,58622

Error: 0,0908 gl: 36

Tratamiento	Medias n	E.E.	
A3B3	3,67	0,12	A
A1B2	3,94	0,12	A B
A2B3	4,00	0,12	A B
A3B2	4,06	0,12	A B
A1B3	4,06	0,12	A B
A3B1	4,17	0,12	A B
A1B1	4,22	0,12	A B
A2B2	4,39	0,12	B
A2B1	4,45	0,12	B
Testigo	4,50	0,12	B

Elaborado por: Marcelo Naranjo, 2015

Gráfico C2.- Diagrama de barras para Color de Diferentes tratamientos de pan de molde



Elaborado por: Marcelo Naranjo, 2015

Sabor

Tabla C7.- Cuadro de Análisis de la Varianza para sabor en pan de molde

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	7,65	23	0,33	1,62	0,0951
Catador	3,23	14	0,23	1,12	0,3713
Tratamiento	4,42	9	0,49	2,39	0,0309
Error			7,40	36	0,21
Total			15,05	59	

Elaborado por: Marcelo Naranjo, 2015

Tabla C8.- Test de Tukey para Sabor en pan de molde

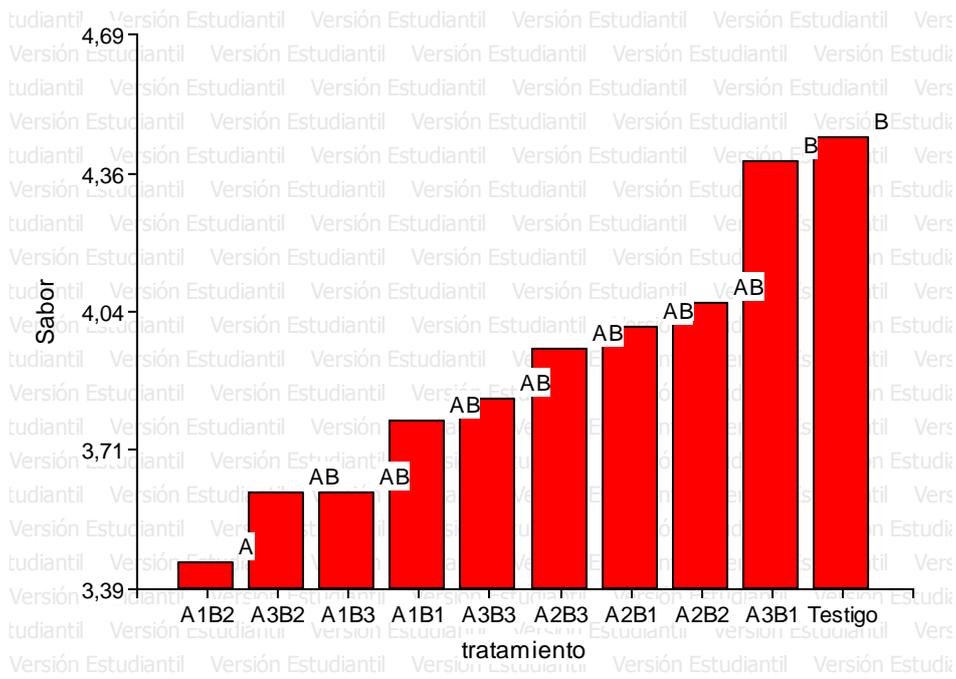
Alfa=0,05 DMS=0,88165

Error: 0,2055 gl: 36

Tratamiento	Medias	n	E.E.
A1B2	3,45	6	0,19
A3B2	3,61	6	0,19
A1B3	3,61	6	0,19
A1B1	3,78	6	0,19
A3B3	3,83	6	0,19
A2B3	3,95	6	0,19
A2B1	4,00	6	0,19
A2B2	4,06	6	0,19
A3B1	4,39	6	0,19
Testigo	4,45	6	0,19

Elaborado por: Marcelo Naranjo, 2015

Grafico C3.- Diagrama de barras para Sabor de Diferentes tratamientos de pan de molde



Elaborado por: Marcelo Naranjo, 2015

Textura

Tabla C9.- Cuadro de Análisis de la Varianza para textura en pan de molde

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	6,88	23	0,30	2,07	0,0247
Catador	2,47	14	0,18	1,22	0,3052
Tratamiento	4,41	9	0,49	3,39	0,0042
Error			5,21	36	0,14
Total			12,09	59	

Elaborado por: Marcelo Naranjo, 2015

Tabla C10.- Test de Tukey para Textura en pan de molde

Alfa=0,05 DMS=0,73979

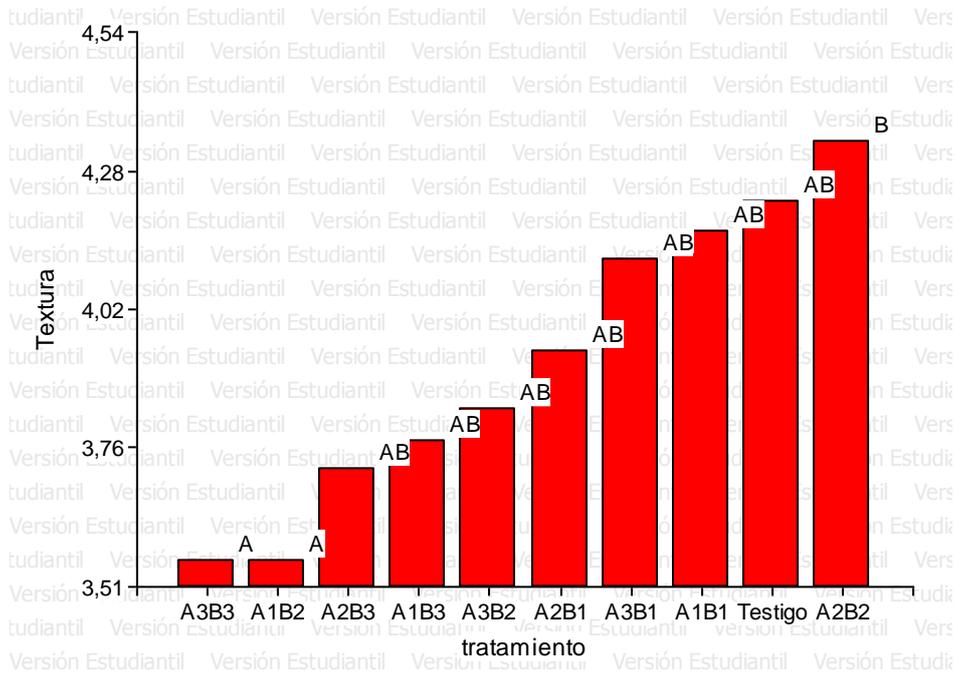
Error: 0,1447 gl: 36

Tratamiento	Medias	n	E.E.		
A3B3	3,55	6	0,16	A	
A1B2	3,56	6	0,16	A	
A2B3	3,72	6	0,16	A	B
A1B3	3,78	6	0,16	A	B
A3B2	3,84	6	0,16	A	B
A2B1	3,94	6	0,16	A	B
A3B1	4,11	6	0,16	A	B
A1B1	4,17	6	0,16	A	B

Testigo	4,22	6	0,16	A	B
A2B2	4,33	6	0,16		B

Elaborado por: Marcelo Naranjo, 2015

Gráfico C4.- Diagrama de barras para Textura de Diferentes tratamientos de pan de molde



Elaborado por: Marcelo Naranjo, 2015

Aceptabilidad

Tabla C11.- Cuadro de Análisis de la Varianza para Aceptabilidad en pan de molde

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	8,77	23	0,38	3,90	0,0001

Catador	3,85	14	0,27	2,81	0,0063
Tratamiento	4,92	9	0,55	5,59	0,0001
Error		3,52	36	0,10	
Total			12,30	59	

Elaborado por: Marcelo Naranjo, 2015

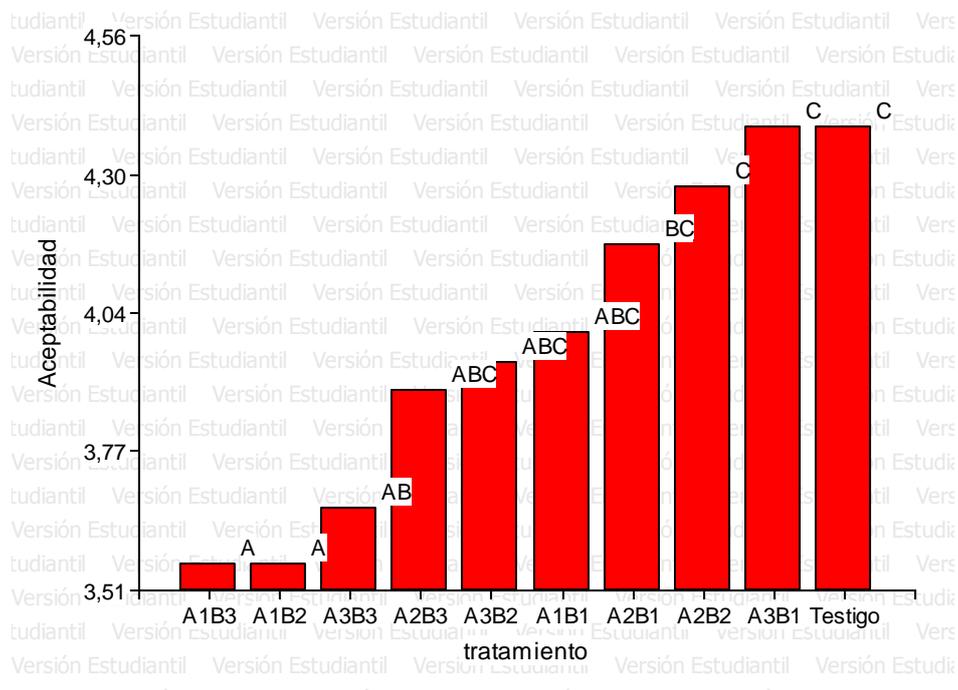
Tabla C12.- Test de Tukey para Aceptabilidad en pan de molde

Alfa=0,05 DMS=0,60847
Error: 0,0979 gl: 36

Tratamiento	Medias n	E.E.			
A1B3	3,56 6	0,13	A		
A1B2	3,56 6	0,13	A		
A3B3	3,67 6	0,13	A	B	
A2B3	3,89 6	0,13	A	B	C
A3B2	3,94 6	0,13	A	B	C
A1B1	4,00 6	0,13	A	B	C
A2B1	4,17 6	0,13		B	C
A2B2	4,28 6	0,13			C
A3B1	4,39 6	0,13			C
Testigo	4,39 6	0,13			C

Elaborado por: Marcelo Naranjo, 2015

Grafico C5.- Diagrama de barras para Aceptabilidad de Diferentes tratamientos de pan de molde



Elaborado por: Marcelo Naranjo, 2015

ANEXO D Análisis Composición Proximal



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERIA EN ALIMENTOS
LABORATORIO DE CONTROL Y ANALISIS DE ALIMENTOS



Dir: Av. Los Chasquis y Río Payamino, Huachi, Ambato Ecuador Teléfono: 2400987 ext. 114 Correo: laconal@hotmail.com

CERTIFICADO DE ANALISIS DE LABORATORIO

Solicitud N°: 15-080		Certificado No: 15-080		R01-5.10 06		
Fecha recepción: 07 abril 2015		Fecha de ejecución de ensayos: 07-10 abril 2015		Pág.: 1 de 1		
Información del cliente:						
Empresa: n/a		C.I./RUC: 1803430543				
Representante: Marcelo Jose Naranjo Rivadeneira		TIF: 032829144				
Dirección: Ficoa calle los Mortiños		Email: marcelon555@hotmail.com				
Ciudad: Ambato						
Descripción de las muestras:						
Producto: Pan con harina de trigo y suero		Volumen: 160g				
Marca comercial: n/a		Tipo de envase: polipropileno				
Lote: n/a		No de muestras: Dos				
F. Elb.: 07/04/15		F. Exp.: n/a				
Conservación: Ambiente: Refrigeración: X Congelación:		Almac. en Lab: n/a				
Cortes seguridad: ninguno: Intactos: X Rotos:		Muestreo por el cliente: 07 abril 2015				
RESULTADOS OBTENIDOS						
Muestras	Código del laboratorio	Código cliente	Ensayos solicitados	Métodos utilizados	Unidades	Resultados
Pan con harina de trigo y suero	8015192	A3B1	Cenizas	PE01-5.4-FQ . AOAC Ed 19, 2012 923.03	%	2.40
			Proteína	PE03-5.4-FQ . AOAC Ed 19, 2012 2001.11	%(Nx6.25)	9.94
			Humedad	PE02-5.4-FQ. AOAC Ed 19, 2012 925.10	%	29.9
			Grasa	PE13-5.4-FQ. AOAC Ed 19, 2012 2003.06	%	4.61
Pan con harina de trigo y suero	8015193	Testigo	Cenizas	PE01-5.4-FQ . AOAC Ed 19, 2012 923.03	%	2.44
			Proteína	PE03-5.4-FQ . AOAC Ed 19, 2012 2001.11	%(Nx6.25)	10.7
			Humedad	PE02-5.4-FQ. AOAC Ed 19, 2012 925.10	%	31.6
			Grasa	PE13-5.4-FQ. AOAC Ed 19, 2012 2003.06	%	3.30
Conds. Ambientales: 19.2 °C; 50%HR						
		DIRECTOR DE CALIDAD Ing. Gladys Risueño Directora de Calidad				

Autorización para transferencia electrónica de resultados: Sí

GR

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 negociable. 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 vinculante. Si usted no es el destinatario de esta información recomendamos eliminarla inmediatamente. La distribución o copia del mismo está prohibida y será sancionada según el proceso legal pertinente".