



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE AGROINDUSTRIAL



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

**ESTUDIOS COMPARATIVO DE LA CALIDAD DE PAN DE MOLDE
CON SUSTITUCIÓN PARCIAL DE LAS VARIETADES DE QUINUA
(*chenopodium quinoa wild*): INIA 415 - PASANKALLA (Roja), INIA
431 - ALTIPLANO (Blanca) Y INIA 420 - COLLANA (Negra),
CULTIVADAS EN LA COSTA Y SIERRA DEL PERU.**

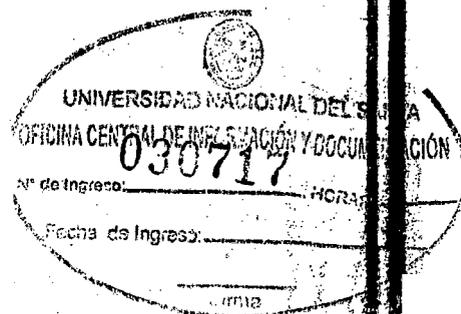
**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
AGROINDUSTRIAL**

Autora:

Bach. Katherine Marianne Alva Ramirez

Asesor:

Ms. Saúl Eusebio Lara



NUEVO CHIMBOTE, PERU

2014

HOJA DE CONFORMIDAD DE JURADO

TITULO:

“ESTUDIO COMPARATIVO DE LA CALIDAD DE PAN DE MOLDE CON SUSTITUCION PARCIAL DE LAS VARIEDADES DE QUINUA (*Chenopodium quinoa wild*): INIA 415 – Pasankalla (Roja), INIA 431 – Altiplano (Blanca) y INIA 420 – Collana (Negra) CULTIVADAS EN LA COSTA Y SIERRA DEL PERU”

TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO AGROINDUSTRIAL

SUSTENTADO Y APROBADO POR EL SIGUIENTE JURADO:



Ms. Jenaro Paredes Zavaleta
Presidente



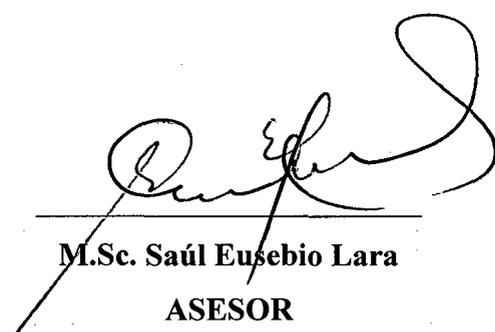
M.Sc. Saúl Eusebio Lara
Secretario



Ms. Rogger Romero Usquiano
Integrante

HOJA DE CONFORMIDAD DE ASESOR

El presente trabajo de tesis titulado: **“ESTUDIO COMPARATIVO DE LA CALIDAD DE PAN DE MOLDE CON SUSTITUCIÓN PARCIAL DE LAS VARIETADES DE QUINUA (*Chenopodium quinoa wild*): INIA 415- Pasankalla (Roja), INIA 431 – Altiplano (Blanca) y INIA 420 – Collana (Negra) CULTIVADAS EN LA COSTA Y SIERRA DEL PERU”**, ha contado con el asesoramiento de quien deja constancia de su aprobación. Por tal motivo, firmo el presente trabajo en calidad de Asesor. Designado por RESOLUCION DECANATURAL N° 390-2014-UNS-FI.



M.Sc. Saúl Eusebio Lara

ASESOR

DEDICATORIA

A DIOS.

*Por haberme dado la vida, guiar mis pasos y estar siempre a mi lado en todo momento de mi vida y por darme las fuerzas de seguir adelante .
Por permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional .*

A mis padres: JUSTO Y TERESA

*Por su esfuerzo, dedicación y abnegación que han hecho de mi una Persona de buenos sentimientos, hábitos y valores, lo cual me ha ayudado a salir adelante buscando siempre el mejor camino .
por todo su amor , comprensión y consejos impartidos .*

A mis hermanos: FREDY y EVER.

Por estar siempre presentes en cada momento para demostrarme su Cariño y que el amor que nos tenemos siempre nos unirá.

A mis Sobrinos: RUSBELL y JHONATAN.

Por estar siempre presentes en cada momento para demostrarme su Cariño y que el amor que nos tenemos siempre nos unirá.

A mi pequeño hijo: REYNER FELIPE.

Por ser el motor de mi vida, quien me da fuerzas de superación y las más grandes alegrías .

Por ser la razón para seguir adelante y ser mejor cada día te amo mucho.

KATHERINE

RESUMEN

El propósito de la presente investigación es realizar un estudio comparativo de la calidad de pan de molde, con sustitución parcial de harina de quinua (*Chenopodium quinoa* W.), con las variedades INIA 415 PASANCALLA (Roja), INIA 420 COLLANA (Negra) y INIA 431 ALTIPLANO (Blanca), cultivadas en la Costa y Sierra del Perú.

Con la finalidad de poner a consideración de los consumidores una alternativa más de consumo incluyendo este cereal, una de las razones es su elevado contenido de proteína, fibra dietética y otras propiedades para que el cliente pueda consumir este producto y así disponer de pan fresco de excelente calidad a cualquier momento.

La investigación realizada, compromete a los investigadores, productores primarios a dinamizar una alternativa más para sumar valor agregado a la quinua, siendo este un producto que aporta al consumidor, nutrientes de alto valor biológico; satisfacer las exigencias alimenticias de los consumidores, ya que esta investigación contribuye a proveerle al cliente un pan nutritivo.

De esta forma se pretende fomentar la producción de quinua, potenciar las características nutritivas, aprovechar sus bondades intrínsecas como es la proteína, grasas insaturadas, vitaminas y minerales; además hidratos de carbono y el alto contenido de fibra dietética, cuyos componentes se concentran en el alimento básico de la humanidad como es el pan.

Este grupo de nutrientes en el pan contribuye a contrarrestar deficiencias en el organismo humano, permitiendo que los mismos dispongan de un alimento de calidad y gocen los consumidores de buena salud.

AGRADECIMIENTO

A la enseñanzas de todos nuestros profesores en especial Al Ms Saul Eusebio Lara, Dra Elza Aguirre Vargas, Mg Williams Castillo, Mg Jorge Dominguez, Mg Cesar Rojo, Ms Genaro Paredes y Ing. Rogger Romero.

Gracias a los Ing. Jhon Gonzales, Ing. Soledad Quezada y de manera muy especial al Ing. Lenin Palacios por brindarme su apoyo y orientación incondicional en el desarrollo de este trabajo.

LOS AUTORES

INDICE GENERAL

I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	2
2.1 ASPECTOS GENERALES DE LA QUINUA (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd)	2
2.1.1 CARACTERISTICAS BOTANICAS	2
2.1.2 CLASIFICACION BOTANICA	3
2.1.3 PRODUCCION DE LA QUINUA	4
2.1.4 VOLUMEN EXPORTADO DE QUINUA CRECIO	5
2.1.5 POTENCIALES DE LA QUINUA	7
2.1.6 VARIEDADES CULTIVADAS EN LA COSTA Y SIERRA DEL PERU	8
2.1.6.1 INIA 415 - PASANKALLA (ROJA)	9
2.1.6.2 INIA 420- COLLANA (NEGRA)	9
2.1.6.3 INIA 431 – ALTIPLANO (BLANCA)	10
2.1.7 GRANO DE QUINUA	11
2.1.8 VALOR NUTRICIONAL	11
2.1.9 COMPOSICION QUIMICA	13
2.1.9.1 PROTEINA	15
2.1.9.2 VITAMINAS	18
2.1.9.3 MINERALES.	19
2.1.9.4 ACIDOS GRASOS	20
2.1.10 SAPONINAS	21
2.1.11 DESAMARGADO DE LA QUINUA.	23
2.1.12 USOS E INDUSTRIALIZACION DE LA QUINUA	24
2.1.13 OBTENCION DE LA HARINA DE QUINUA	25
2.1.14 COMPOSICION NUTRICIONAL DE LA HARINA DE QUINUA	28
2.2 ASPECTOS GENERALES DEL PAN DE MOLDE	28
2.2.1 DEFINICION	28
2.2.2 VALOR NUTRITIVO DEL PAN DE MOLDE	29
2.2.3 FERMENTACION	29
2.2.3.1 PROCESOS QUÍMICOS EN LA FERMENTACIÓN	30
2.2.3.2 FERMENTACION ALCOHOLICA	31
2.2.3.3 FERMENTACION LACTICA	31
2.2.3.4 FERMENTACION BUTIRICA	32
2.2.3.5 FERMENTACION ACETICA	33
2.2.4 CLASIFICACION	34
2.2.5 ELABORACION DEL PAN DE MOLDE	34

2.2.5.1 METODOS DE ELABORACION DE PAN DE MOLDE	34
2.2.5.1.1 BOLEO O REDONDEO	35
2.2.5.1.2 MOLDEADO	35
2.2.5.1.3 LEUDACION (FERMENTACION FINAL)	35
2.2.5.1.4 HORNEADO	35
2.2.5.1.5 ENFRIAMIENTO Y ALMACENAMIENTO	36
2.2.6 INGREDIENTES PARA LA ELABORACION DEL PAN DE MOLDE	37
2.2.6.1 HARINA DE TRIGO	37
A. CLASIFICACION DEL TRIGO PARA SU COMERCIALIZACION EN MERCADO INTERNACIONAL	38
B. CANTIDAD DE PROTEINA	40
C. CALIDAD DE PROTEINA	40
D. CLASIFICACION DE LA HARINA DE TRIGO	43
E. COMPOSICION DE LA HARINA DE TRIGO	44
a. Carbohidratos: Almidón	44
b. Proteínas: gluten	45
c. Grasas	45
d. Humedad	45
e. Minerales: cenizas	46
2.2.6.2 LEVADURA	46
2.2.6.3 AGUA	47
2.2.6.4 SAL	48
2.2.6.5 AZUCAR	49
2.2.6.6 GRASAS	50
2.2.6.7 ADITIVOS PARA PAN	50
2.2.6.7.1 AGENTES OXIDANTES	50
2.2.6.7.2 EMULSIFICANTES	50
2.2.5.7.3 ENRRIQUECEDORES	51
2.2.5.7.4 CONSERVADORES	51
2.2.5.7.5 COLORANTES Y SABORIZANTES	51
2.3 EVALUACIONES REOLOGICAS DE LAS MASAS	52
2.3.1 VISCOAMILOGRAFÍA	52
2.3.2 FARINOGRÁFIA	56
2.3.3 EXTENSÓGRAFIA	59
III. MATERIAL Y MÉTODO	61
3.1. CARACTERIZACION DEL AREA DE ESTUDIO	61
3.2. MATERIALES Y EQUIPOS	61
3.2.1. MATERIAS PRIMAS E INSUMOS	61
3.2.1.1. MATERIA PRIMA	61
3.2.1.2. INSUMOS	62
3.2.1.3. REACTIVOS	62
3.2.1.4. MATERIALES DE VIDRIO	62

3.2.2. INSTRUMENTOS Y EQUIPOS PARA LA INVESTIGACION	63
3.3. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL DE LA INVESTIGACION	64
3.3.1. Obtención de la harina de quinua	65
3.3.2. CARACTERIZACION DE LAS HARINAS DE QUINUA Y TRIGO	66
3.3.2.1 Determinación del % de Humedad	67
3.3.2.2 Determinación del % de Grasas	67
3.3.2.3 Determinación de % de Cenizas	67
3.3.2.4 Determinación de % de proteínas	67
3.3.2.5 Determinación de % de carbohidratos	67
3.3.3. DETERMINACION DEL PORCENTAJE MAS ADECUADO DE SUSTITUCIÓN	68
3.3.4. ANALISIS REOLOGICOS DE LAS MEZCLAS	68
3.3.4.1. Análisis Amilográfico	68
3.3.4.2. Análisis Extensiógráfico	69
3.3.4.5. Análisis Farinográfico	69
3.3.5. ELABORACION DE PAN DE MOLDE	69
3.3.5.1. RECEPCION	70
3.3.5.2. PESADO	71
3.3.5.3. MEZCLADO Y AMASADO	72
3.3.5.4 REPOSO	73
3.3.5.5 DIVISION, BOLEADO Y PESAJE	73
3.3.5.6 FERMENTACION	74
3.3.5.7 HORNEADO	74
3.3.5.8 ENFRIAMIENTO	75
3.3.5.9 CORTADO	75
3.3.5.10 ENVASADO	75
3.3.6. EVALUACION DEL PAN DE MOLDE	77
3.3.6.1. ANALISIS FISICO QUIMICO DEL PAN DE MOLDE	77
3.3.6.1.1. Proteínas	77
3.3.6.1.2. Cenizas	77
3.3.6.1.3. Grasas	77
3.3.6.1.4. Humedad	78
3.3.6.1.5. Carbohidratos	78
3.3.6.1.6. Volumen	78
3.3.6.1.7. Color	79
3.3.6.1.8 Textura	79
3.3.6.2. ANALISIS SENSORIAL	79
3.3.6.3. ANALISIS ESTADISTICO	80
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	85

4.1 OBTENCIÓN DE LAS HARINAS DE QUINUA	85
4.1.1. Eliminación de impurezas	85
4.1.2. Lavado semillas	85
4.1.3. Secado semillas	86
4.1.4. Molienda y tamizado	86
4.2 CARACTERIZACION DE LAS HARINAS DE TRIGO Y QUINUA	87
4.2.1 COMPOSICION QUIMICO PROXIMAL DE LA HARINA DE TRIGO.	88
4.2.2 COMPOSICION QUIMICO PROXIMAL DE LA HARINA DE QUINUA	90
4.2.3 COMPARACION DE LOS ANALISIS FISICOQUIMICO DE LAS HARINAS DE QUINUA DE LAS VARIEDADES INIA – 415 PASANKALLA (ROJA), INIA – 431 ALTIPLANO (BLANCA) Y INIA 420 – COLLANA (NEGRA), CULTIVADAS EN LA COSTA Y SIERRA DEL PERU	93
PROTEINAS	93
GRASAS	94
CENIZAS	96
HUMEDAD	97
CARBOHIDRATOS	99
4.3. ANALISIS REOLOGICOS DE LAS MEZCLAS CON LAS VARIEDADES DE QUINUA INIA – 415 PASANKALLA (ROJA), INIA – 431 ALTIPLANO (BLANCA) Y INIA 420 – COLLANA (NEGRA), CULTIVADAS EN LA COSTA Y SIERRA DEL PERU	101
4.3.1. ANALISIS AMILOGRAFO	101
4.3.1.1. Gráficas de los análisis amilografos de las mezclas	101
4.3.1.2. Análisis estadístico de máximo gelatinización (AU) y la temperatura de gelatinización (°C)	108
4.3.2 ANALISIS FARINOGRAFICO	111
4.3.2.1 Grafica de los análisis farinográficos de las mezclas	111
4.3.2.2 Análisis estadístico de consistencia (FE), absorción de agua (%) y el tiempo de ruptura. (mm:ss)	119
4.3.3 ANALISIS EXTENSOGRAFO	125
4.3.3.1 Gráfica de los análisis extensograficos de las mezclas	125
4.3.3.2 Análisis estadístico de la resistencia a la extensión (BU), extensibilidad (mm) y Energía cm ²	130

4.4 ELABORACIÓN DEL PAN DE MOLDE CON SUSTITUCION PARCIAL DE LAS VARIEDADES DE QUINUA, INIA – 415 PASANKALLA (ROJA), INIA – 431 ALTIPLANO (BLANCA) Y INIA 420 – COLLANA (NEGRA), CULTIVADAS EN LA COSTA Y SIERRA DEL PERU	133
4.5 EVALUACION DE LOS PANES DE MOLDE CON SUSTITUCION PARCIAL DE LAS VARIEDADES DE QUINUA, INIA – 415 PASANKALLA (ROJA), INIA – 431 ALTIPLANO (BLANCA) Y INIA 420 – COLLANA (NEGRA), CULTIVADAS EN LA COSTA Y SIERRA DEL PERU	139
4.5.1 ANALISIS FISICO-QUIMICO	139
4.5.1.1 Proteínas	139
4.5.1.1.1 Análisis Estadístico	142
4.5.1.2 Cenizas	143
4.5.1.2.1 Análisis Estadístico	145
4.5.1.3 Grasas	146
4.5.1.3.1 Análisis Estadístico	149
4.5.1.4 Humedad	150
4.5.1.4.1 Análisis estadístico	152
4.5.1.5 Carbohidratos	153
4.5.1.5.1 Análisis estadístico	155
4.5.1.6 Volumen	156
4.5.1.6.1 Análisis estadístico	158
4.5.1.7 Textura	159
4.5.1.7.1 Análisis estadístico	162
4.5.1.8 Color	163
4.5.1.8.1 Luminosidad del pan de molde	164
4.5.1.8.1.1 Analisis estadistico	166
4.5.1.8.2 Cromacidad del pan de molde	168
4.5.1.8.2.1 Análisis estadístico	170
4.5.1.8.3 Angulo de tonalidad	171
4.5.1.8.3.1 Análisis estadístico	173
4.5.2 ANALISIS SENSORIAL	175

I. INTRODUCCIÓN

Recientemente se observa una inclinación por alimentos novedosos, pero sobre todo naturales. Es por esto que la sociedad está cambiando sus costumbres alimenticias, y no solo consumen productos tradicionales, sino que buscan aquellos que brinden una mayor cantidad de nutrientes para mantenerse saludables.

Teniendo en cuenta que la quinua (*Chenopodium quinua wild*); era un producto sembrado por nuestros antepasados y que debido a la llegada de nuevos cereales como el trigo y el arroz, este cultivo fue desplazado y ahora es desconocido en nuestro país, se pensó en la posibilidad de presentar una propuesta de productos de panificación elaborados a partir de la harina de quinua, para rescatar este pseudo cereal, que prácticamente ha desaparecido de nuestro país.

Desde el punto de vista nutricional y alimentario, la quinua es la fuente natural de proteína y de alto valor nutritivo por la combinación de una mayor proporción de aminoácidos esenciales, necesarios para el buen desarrollo del organismo humano.

La elaboración de productos derivados de la quinua es escasa, no se buscan alternativas a nivel agroindustrial para darle valor agregado a ésta, sin embargo el tratamiento que se le da es la transformación en harina, la cual es destinada directamente a los centros de comercialización, lo que facilita el uso como enriquecedor en la elaboración de pan, así también los subproductos de cosecha son directamente empleados para la alimentación animal.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 ASPECTOS GENERALES DE LA QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd)

2.1.1 CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS

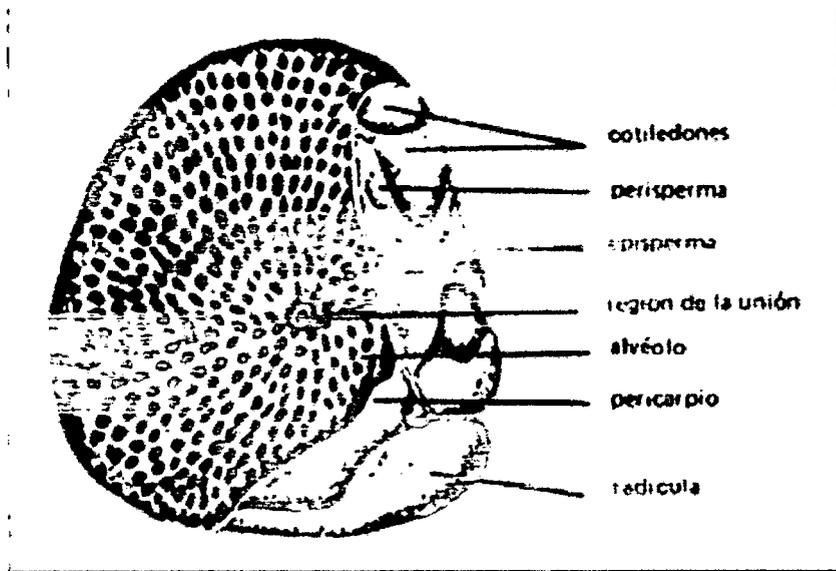
La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) es un pseudocereal perteneciente a la subfamilia Chenopodioideae de las amarantáceas. Se le denomina pseudocereal porque no pertenece a la familia de las gramíneas en que están los cereales "tradicionales", pero debido a su alto contenido de almidón su uso es el de un cereal (Ignacio *et al.*, 1976).

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) es una especie vegetal originaria del altiplano peruano-boliviano, caracterizada por tener amplia variedad genética (Zevallos, 1987).

Según el desarrollo de la ramificación, se pueden encontrar plantas con un solo tallo principal y ramas laterales muy cortas en los ecotipos del altiplano o plantas con todas las ramas de igual tamaño en los ecotipos de valle, dándose todos los tipos intermedios; este desarrollo de ramas puede modificarse parcialmente, según la densidad de siembra que tenga el cultivo (Tapia, 1990).

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.

La semilla de la quinua tiene forma lenticular o elipsoidal, en ella se pueden observar tres partes: Epispermo, perispermo y endospermo.



FUENTE: Mujica (1993)

Fig. 1: Estructura del grano de quinua

2.1.2 CLASIFICACION BOTANICA

La quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) tiene la siguiente clasificación botánica

CUADRO 1: Clasificación botánica de la quinua.

Reino	:Vegetal
División	:Fanerógama
Clase	:Angiosperma
Sub Clase	:Dicotiledónea
Orden	:Centrospermal
Familia	:Chenopodiacea
Genero	:Chenopodium
Especie	:Chenopodium quinoa Willd

FUENTE: Correa (1953).

2.1.3 PRODUCCION DE LA QUINUA

Desde el 2009, la producción de quinua mostró cambios al subir por encima de las 38 mil toneladas y en el 2013 alcanzó las 52 mil toneladas, nivel máximo de producción respecto a los últimos años.

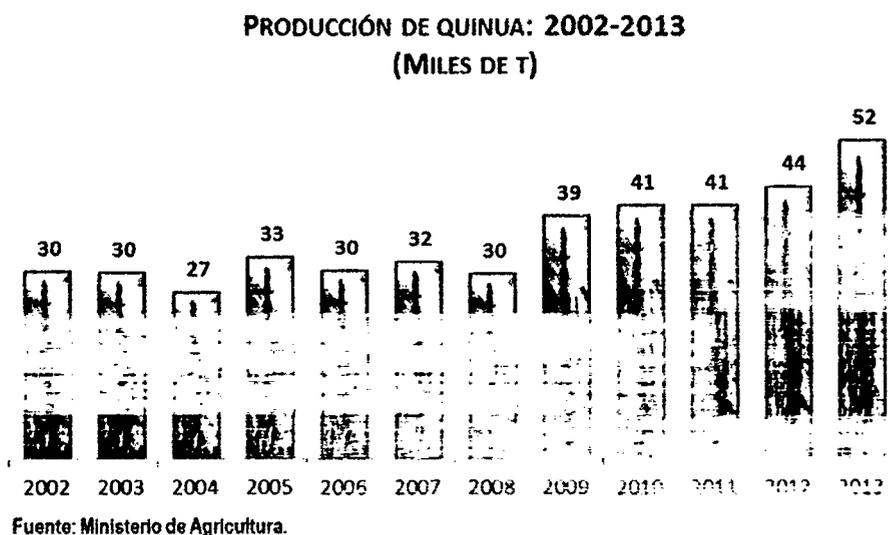


Figura 2: Producción de quinua

Puno, principal departamento productor de quinua

Según departamento, Puno concentra el 79,5% de la producción de quinua a nivel nacional, seguido de Cusco, Junín y Ayacucho.

Producción de quinua por departamento: 2011
Estructura porcentual

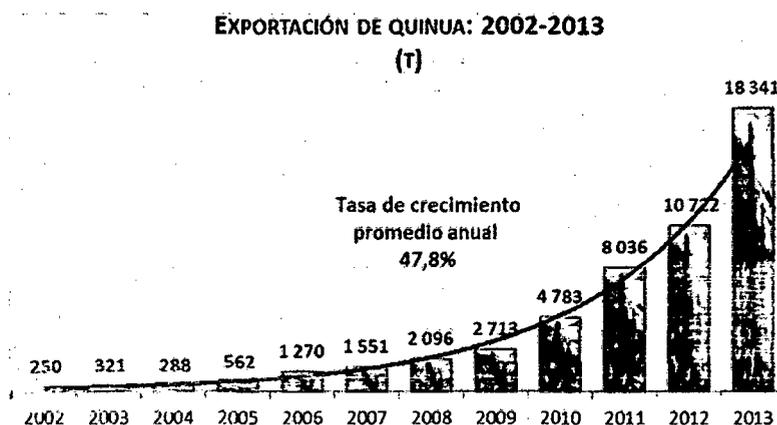


Fuente: Ministerio de Agricultura.

Figura 3: Producción de quinua por departamento

2.1.4 VOLUMEN EXPORTADO DE QUINUA CRECIO

El Instituto Nacional de Estadística e Informática dio a conocer que en el año 2013 el volumen exportado de quinua totalizó 18,3 mil toneladas, cifra superior en 71,0% respecto al año 2012. En el periodo 2002- 2013, la cantidad exportada tuvo un crecimiento promedio anual de 47,8%, al pasar de 250 toneladas en el 2002 a 18 mil 341 toneladas en el 2013.

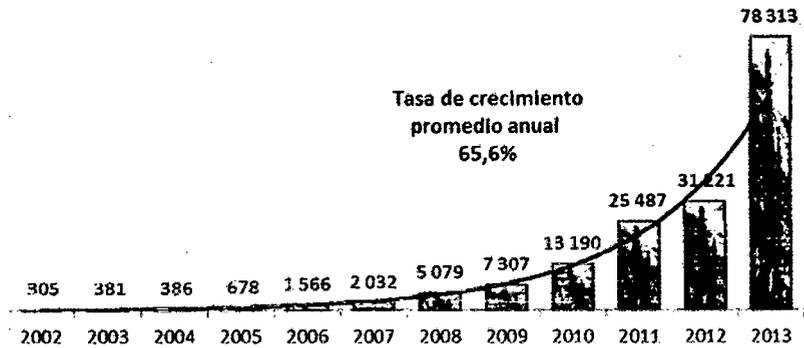


Fuente: Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria.

Figura 4: Exportación de Quinua anual

En los últimos años, la quinua ha logrado un reconocimiento entre los productos agrícolas de gran importancia alimenticia, el 2013 fue declarado "Año Internacional de la Quinua" por las Naciones Unidas y su cotización reportó una elevación y por consiguiente generó mayor contribución de divisas. En el 2013, el valor exportado de quinua sumó US\$ 78,3 millones, y representó un incremento de 150,8% respecto al año anterior y un crecimiento promedio anual de 65,6% en los últimos once años.

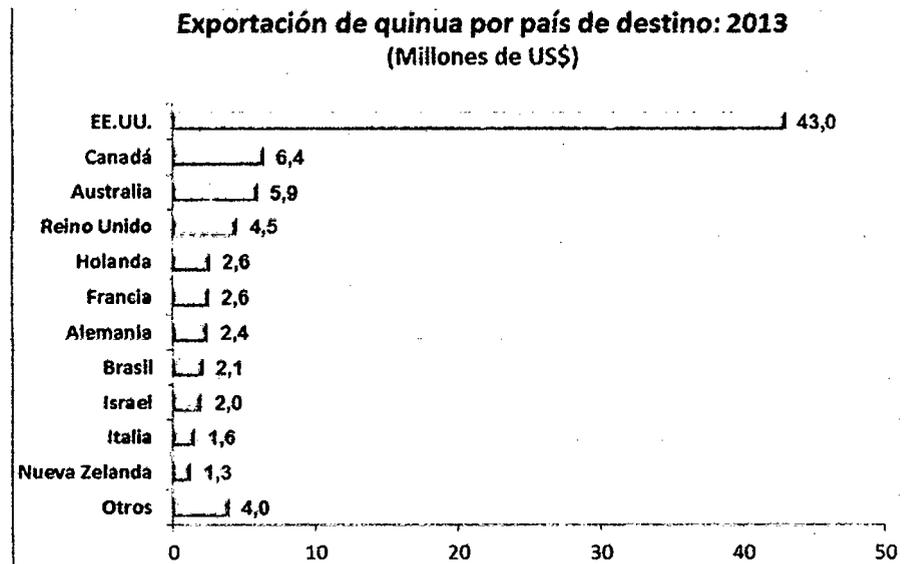
**EXPORTACIÓN DE QUINUA: 2002-2013
(MILES DE US\$)**



Fuente: Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria.

Figura 5: Exportación de quinua en crecimiento

En el año 2013, Estados de Unidos de América fue el principal país de destino de las exportaciones peruanas de quinua, seguido de Canadá, Australia y Reino Unido.



Fuente: Ministerio de Agricultura

Figura 6: Exportación de Quinua por país

2.1.5 POTENCIALES DE LA QUINUA

Desde el punto de vista nutricional y alimento:

Fuente natural de proteína de calidad, con mayor proporción de aminoácidos esenciales, minerales como fósforo, potasio, magnesio y calcio entre otros.

Desde el punto de vista medicinal:

Su alta digestibilidad y su naturaleza dietética tienen un bajo contenido de colesterol y de gluten.

Desde el punto de vista social:

Su adaptación a diferentes ecosistemas y su fácil conservación, garantiza la seguridad alimentaria de la población, constituyendo además una fuente de trabajo del poblador rural.

Desde el punto de vista económico:

El aumento de la productividad, la mejora de la calidad física y presentación del grano en sus diversas formas, ha generado para las familias campesinas una oportunidad para incrementar sus ingresos económicos.

En lo cultural:

En la cultura andina, el cultivo de quinua está relacionado a los aspectos religiosos, danza, canto, costumbres del poblador rural, en todo el proceso productivo.

En lo tecnológico:

Permite realizar innovaciones tecnológicas, en aspectos de producción, transformación y agroindustria diseño de máquinas, etc., y biológicas, en los aspectos de germinación, vigor, desarrollo de la semilla, deterioro de semillas, etc. (ESTRADA Z. 2013)

2.1.6 VARIEDADES CULTIVADAS EN LA COSTA Y SIERRA DEL PERU

La amplia variabilidad genética de la quinua le permite adaptarse a diversos ambientes ecológicos (valles interandinos, altiplano, yungas, salares, nivel del mar) con diferentes condiciones de humedad relativa, altitud (desde el nivel del mar hasta las 4.000 metros de altura) y es capaz de hacer frente a cambios de temperatura que oscilan entre -8° C hasta 38° C. Según información del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) existen alrededor de 100 cultivares de quinua. En el Perú hay 3 mil ecotipos de las cuales el INIA conserva el material genético de alrededor 2 mil ecotipos.

El INIA ha puesto a disposición de los productores agrarios a nivel nacional, siete cultivares mejorados que responde a la demanda tecnológica de las regiones productoras del país, en cuanto a rendimiento, calidad de grano, resistencia a enfermedades y plagas, así como cualidades agroindustriales:

1. Salcedo INIA
2. INIA 415 – Pasankalla
3. Illpa INIA
4. INIA 420 – Negra Collana
5. INIA 427 – Amarilla Sacaca
6. INIA Quillahuamán
7. INIA Altiplano (próxima a liberarse)

2.1.6.1 INIA 415 - PASANKALLA (ROJA)

Variedad obtenida en el 2006 por selección planta surco de ecotipos de la localidad de Caritamaya, distrito de Ácora, provincia de Puno. El proceso de mejoramiento se realizó entre los años 2000 al 2005, en el ámbito de la Estación Experimental Agraria (EEA) Illpa-Puno, por el Programa Nacional de Investigación en Cultivos Andinos. Su mejor desarrollo se logra en la zona agroecológica Suni del altiplano entre los 3.815 y 3.900 m.s.n.m. y soporta un clima frío seco, precipitaciones pluviales de 400 a 550 mm, y temperatura de 4°C a 15°C. Es una variedad óptima para la agroindustria, con alta productividad (rendimiento potencial de 4.5 t/ha) y buena calidad de grano. (ESTRADA Z. 2013)

2.1.6.2 INIA 420- COLLANA (NEGRA)

Es un compuesto de 13 accesiones, comúnmente conocidos como "Quytu jiwras". El proceso de pre mejoramiento (formación del compuesto y selección) se realizó en Illpa y Huañingora del 2003 a 2006, y los ensayos de validación entre el 2006 al 2008 en la comunidad campesina de Collana del distrito de Cabana (Provincia de San Román). El proceso de formación del compuesto, selección y validación fue realizado por el programa de Investigación en Cultivos Andinos – Puno, cuya liberación fue en el 2008. Tiene buen potencial de rendimiento, precocidad, tolerancia a bajas temperaturas y a enfermedades. (ESTRADA Z. 2013)

2.1.6.3 INIA 431 – ALTIPLANO (BLANCA)

El Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) presentó la nueva variedad de quinua “INIA 431 - Altiplano” que logra un rendimiento comercial de 2,8 toneladas de grano por hectárea, superando en más de 100% al promedio de producción obtenido en la región Puno, que es de 1,15 toneladas por hectárea.

La nueva variedad es el resultado del mejoramiento genético realizado por el Programa Nacional de Innovación Agraria en Cultivos Andinos del INIA, orientado a la obtención de granos precoces, resistentes a la sequía y tolerantes al mildiu, que es la principal enfermedad que afecta a la planta de la quinua.

Estas características atribuyen a la nueva variedad una capacidad amplia de adaptación, que va del Altiplano a la Costa peruana. Además, sumadas a su rendimiento superior, permitirá que los productores incrementen sus ingresos económicos y obtengan una rentabilidad promedio de 268%.

Las investigaciones del INIA fueron dirigidas por el especialista Vidal Apaza Mamani y se realizaron de 1997 al 2012, en respuesta a la demanda de los productores por disponer de quinua de grano grande, dulce y de color blanco, requerido por el mercado local e internacional. El grano de la quinua “INIA 431-Altiplano” tiene alto porcentaje de proteína. (Estrada Z. 2013)

2.1.7 GRANO DE QUINUA

El grano de quinua, de color blanco, gris o rosado, por su tamaño - menor que el de los cereales- (1,8 - 2,6mm) se clasifica en grande (2.2-2.6 mm), medio (1.8-2.1 mm) y pequeño (menor de 1.8 mm). Su pericarpio almacena un esteroide (saponina) que fluctúa entre el 0.06% y 5.1%, que le da sabor amargo y presenta cierta toxicidad ya que en ciertas cantidades desnaturaliza las proteínas.

2.1.8 VALOR NUTRICIONAL

El valor nutritivo de un alimento es valorado por su naturaleza química, por las transformaciones que sufre al ser ingerido y por los efectos que produce en el consumidor.

Desde el punto de vista nutricional y alimentario la quinua es la fuente natural de proteína vegetal de alto valor nutritivo por la combinación de una mayor proporción de aminoácidos esenciales que le confiere un valor biológico comparable solo con la leche y el huevo, así como también es una excelente fuente de carbohidratos y tiene casi el doble de proteína comparada a otros cereales como el arroz y el trigo, brinda también un aporte sorprendente de minerales como hierro, potasio, magnesio y zinc junto con las vitaminas del complejo B. (Wahli C. 1990).

Los aminoácidos que posee la quinua entre los que más sobresalen están la lisina, methionina, triptofano, fenilalanina, tirosina y valina; superando los contenidos de los principales cereales: trigo, maíz, cebada y arroz, constituyéndose por lo tanto en uno de los principales alimentos de nuestra región siendo este grano el único alimento vegetal que provee de todos los aminoácidos esenciales para la vida del ser humano y en valores cercanos a los establecidos por la FAO, lo cual hace que la proteína de la quinua

sea de excelente calidad; sus características nutritivas hacen que se equipare a la leche. (Wahli C. 1990).

Los aminoácidos que contiene la quinua son:

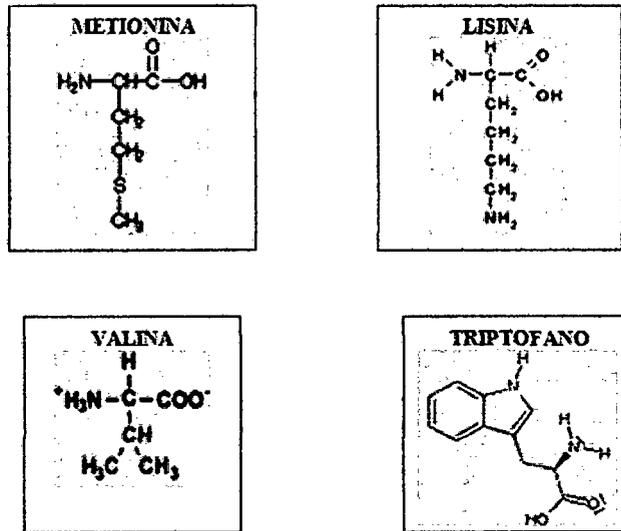


Figura 7: Aminoácidos que contiene la quinua

<http://images.google.com.ec> [Consulta: Octubre 2006]

Según estudios realizados por el INIAP afirman que, “la quinua contiene almidón, grasa, minerales y vitaminas en diferente proporción, que sumado a lo anterior, debió ser la razón para que los antiguos pobladores, le llamaran “**grano madre**”, el único capaz de reemplazar, en situación de emergencia, a la leche de la madre”. La quinua es una de las principales fuentes de proteínas como se puede apreciar en el siguiente cuadro.

Cuadro 2: Tabla nutricional (por 100 g de quinua)

TABLA NUTRICIONAL (100 Grs. de producto)

NUTRIENTES	UNIDAD	CANTIDAD
Calorías	cal.	351
Humedad	%	9,40 - 13
Carbohidratos	g	53,50
Fibra	g	2,10
Grasa Total	g	5,30
Lisina	g	6,80
Proteínas	g	11,00 - 21,00
Metionina	mg	2,1
Treonina	mg	4,5
Triptófano	mg	1,3
Calcio	mg	66,6
Fósforo	mg	408,3
Magnesio	mg	204,2
Hierro	mg	10,9
Manganeso	mg	2,41
Zinc	mg	7,47

Fuente: Memorias de Cultivo y procesamiento de quinua
CENDES, (1981), pag.41 Ecuador. [Consulta: Septiembre 2008]

2.1.9 COMPOSICION QUIMICA

El grano de la quinua está constituido por cáscara 3%, mientras el germen constituye el 25%; este a su vez contiene 48.5% de proteína y 28% de grasa. La quinua contiene también saponinas, las cuales son compuestos glicósidos de tipo triterpenoide con

propiedades tensoactivas que producen una espuma abundante en solución acuosa y además, confieren al grano un sabor amargo. Las saponinas presentan un problema doble en el uso alimenticio de la quinua: el sabor amargo que representa un factor limitante para su aceptación y el de la posible toxicidad, que es aún motivo de estudio.

El contenido de saponinas varía entre las variedades de la quinua y ya existen algunas dulces. Los dos problemas relacionados con el contenido de saponinas han hecho que se trate de eliminarlas mediante diversos métodos de lavado o de fricción, ya que las saponinas están concentradas en la cáscara del grano. (Wahli C. 1990).

Cuadro 3: Análisis químico proximal de los granos de quinua, donde consta el promedio de tres estudios diferentes y el promedio global.

	Cardozo y Tapia (1979)	Romero (1981)	Latinreco S.A.	Promedios Globales
	Promedio	Promedio	Promedio	
Humedad	12.65	12.9	9.61	11.72
Grasa	5.01	4.6	7.16	5.59
Proteína	13.81	14.3	15.72	14.61
Cenizas	3.36	3.5	3.29	3.38
Fibra	4.14	3.0	2.91	3.35
Carbohidratos	59.74	61.4	61.70	60.95
Saponinas (a)		2.2	0.65	1.43

FUENTE: WAHLI (1990) "Quinua hacia su cultivo comercial"

2.1.9.1 PROTEINA

Lo que caracteriza a la quinua es su valor proteico elevado, donde la calidad de sus proteínas y balance son superiores en ésta que en los demás cereales, fluctuando entre 12.5 a 16.7%. El 37% de las proteínas que posee la quinua está formado por aminoácidos esenciales.

En la tabla 4, se muestra que la quinua supera a los cereales en el contenido de proteína en comparaciones hechas en base de materia seca, pero no se consumen estos alimentos en una forma seca. Aunque la quinua supera a la cebada perlada, maíz y arroz en el contenido proteico es inferior a las leguminosas como el fréjol y el chocho. Para alcanzar el mismo nivel de ingestión de proteínas de la carne tendrá que comerse tres veces la cantidad de quinua. (Wahli C. 1990)

Cuadro 4. Comparación de la composición proximal de la quinua con la de algunos cereales y leguminosas. (Porcentajes en base seca).

	Quinua	Arroz	Cebada	Maíz	Trigo	Chocho	Fréjol	Soya
Grasa	6.3	2.2	1.9	4.7	2.3	7.0	1.1	18.9
Proteína	16.5	7.6	10.8	10.2	14.2	39.1	28.0	36.1
Cenizas	3.8	3.4	2.2	1.7	2.2	1.0	4.7	5.3
Fibra	3.8	6.4	4.4	2.3	2.8	14.6	5.0	5.6
Carbohidratos	69.0	80.4	80.7	81.1	78.4	35.3	61.2	34.1
Kcal/100g.m.s	398.7	371.8	383.1	407. 5	391.5	360.6	366.9	450.9

FUENTE: WAHLI (1990) "Quinua hacia su cultivo comercial"

Los datos de la tabla 4, representan comparaciones hechas en base a los análisis químicos sobre la fracción proteica e indican que los aminoácidos limitantes de las proteínas de la quinua son los azufrados y el déficit deberá suplirse en la alimentación con proteínas de otros alimentos que sean ricos en estos aminoácidos. WAHLI (1990).

Los aminoácidos esenciales son aquellos que no los produce el organismo, por lo que necesitan ser ingeridos a través de la dieta; la carencia de estos aminoácidos en la dieta limita el desarrollo del organismo, ya que no es posible reponer las células de los tejidos que mueren o crear nuevos tejidos, en el caso del crecimiento. Para el ser humano, los aminoácidos esenciales son: Valina, Leucina, Treonina, Lisina, Triptófano, Histidina, Fenilalanina, Isoleucina, Arginina y Metionina.

Los aminoácidos que contiene en mayor cantidad con respecto a otros cereales son: ácido glutámico, ácido aspártico, isoleucina, lisina, fenilalanina, tirosina y valina. El ácido glutámico 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; el ácido aspártico mejora la función hepática y es indispensable para el mantenimiento del sistema cardiovascular; la tirosina tiene un importante efecto antiestrés y juega un papel fundamental en el alivio de la depresión y la ansiedad, entre otras funciones; la lisina, respecto a su contenido, es el doble en la quinua que en los demás cereales. Este aminoácido 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.

Cuadro 5. Comparación del contenido de los aminoácidos esenciales en granos de quinua con otros elementos (g aminoácidos /100g de proteínas).

Aminoácido	quinua	arroz	cebada	maíz	trigo	fréjol	carne	pescado	leche	patrón
										FAO
Arginina	7.3	6.9	4.8	4.2	4.5	6.2	6.4	5.6	3.7	6.0
Fenilamina	4.0	5.0	5.2	4.7	4.8	5.4	4.1	3.7	1.4	
Histidina	3.2	2.1	2.2	2.6	2.0	3.1	3.5		2.7	4.0
Isoleucina	4.9	4.1	3.8	4.0	4.2	4.5	5.2	5.1	10.0	
Leucina	6.6	8.2	7.0	12.5	6.8	8.1	8.2	7.5	6.5	7.0
Lisina	6.0	3.8	3.6	2.9	2.6	7.0	8.7	8.8	7.9	5.5
Metionina	2.3	2.2	1.7	2.0	1.4	1.2	2.5	2.9	2.5	3.5
Treonina	3.7	3.8	3.5	3.8	2.8	3.9	4.4	4.3	4.7	4.0
Triptófano	0.9	1.1	1.4	0.7	1.2	1.1	1.2	1.0	1.4	1.0
Valina	4.5	6.1	5.5	5.0	4.4	5.0	5.5	5.0	7.0	5.0

FUENTE: WAHLI (1990) “Quinua hacia su cultivo comercial”

Al comprender la calidad de las proteínas de la quinua nació la idea de su uso como suplemento para mejorar el valor nutritivo de algunos alimentos. Hay un mejoramiento general en los contenidos de los aminoácidos esenciales al mezclar la quinua con los otros alimentos, pero el efecto sobresaliente

es en el incremento de lisina aún al nivel de la incorporación de quinua al 10%. Como debe esperarse, los mejoramientos se limitan a los casos en los cuales la quinua supera substancialmente en un aminoácido particular a las proteínas del otro alimento. Wahli, C. (1990)

2.1.9.2 VITAMINAS

La quinua posee un alto contenido de vitaminas del complejo B, C y E, donde su contenido de vitamina B y C es superior al del trigo. Es rica en caroteno y niacina (B3). Contiene sustancialmente más riboflavina (B2), tocoferol (vitamina E) y caroteno que el trigo y el arroz.

En la tabla 6, se muestra los contenidos de algunas vitaminas en el grano de quinua y en otras fuentes vegetales. La quinua supera a las demás en su contenido de riboflavina (B-2).

La quinua cocida representa una buena fuente de riboflavina y alfa-tocoferol en términos de las recomendaciones diarias de nutrientes, mientras su contenido en otras vitaminas no es sobresaliente. Falta un estudio más amplio sobre el contenido de las vitaminas en la quinua, y no solo de los granos sino también de las hojas, las cuales son comestibles y tienen sabor a espinaca y podrían ser fuente de vitamina A. (Wahli, C. 1990)

Cuadro 6. Valores comparativos del contenido de algunas vitaminas del grano de la quinua y de otras fuentes vegetales (ppm en base seca).

VITAMINA	Quinua	Arroz	Cebada	Fréjol	Papa	Trigo
Niacina	10.7	57.3	58.3	25.7	51.8	47.5
Tiamina (B1)	3.1	3.5	3.3	5.3	4.4	6.0
Riboflavina (B2)	3.9	0.6	1.3	2.1	1.7	1.4
Acido ascórbico(C)	49.0	0	0	22.5	693.8	0
Alfa-Tocoferol(E)	52.3	0	3.7	0.1	0.3	0
Carotenos	5.3					

FUENTE: WAHLI (1990) "Quinua hacia su cultivo comercial"

2.1.9.3 MINERALES.

La quinua es importante como fuente de hierro, contiene una concentración equivalente al doble de la cebada y el trigo, tres veces mayor al arroz y casi seis veces mayor a la del maíz. Además, estudios con ratas demostraron que la quinua lavada, incorporada en las dietas al 30%, dio un coeficiente de eficiencia de 0.74 determinado como hierro incorporado en hemoglobina por el hierro ingerido, en comparación con un coeficiente de 0.55 obtenido por adición de 0.06g FeSO₄ por 100g en la dieta básica. Esta buena disponibilidad biológica del hierro, conjuntamente con su alta concentración en el grano, tendría que contribuir al reconocimiento de la quinua como un valioso alimento complementario. Wahli, C. (1990)

En la Cuadro 7, aparecen los contenidos de minerales de la quinua y en otros granos

Cuadro 7: Contenido de minerales en la quinua y algunos otros granos comunes (ppm en base de materia seca)

GRANO	Calcio	Fósforo	Hierro	Potasio	Magnesio	Sodio	Cobre	Manganeso	Zinc
Quinua	1274	3869	120	6967	2700	115	37	75	48
Arroz	276	2845	37	2120		120			51
Cebada	880	4200	50	5600	1200	200	8	16	15
Fréjol	1191	3674	86	10982	2000	103	10	14	32
M.Amarí	700	4100	21	4400	1400	900			
M.Blanco	500	3600	21	5200	1500	900	7	49	14
Trigo	500	4700	50	8700	1600	115			

FUENTE: WAHLI (1990) "Quinua hacia su cultivo comercial" p 151

2.1.9.4 ACIDOS GRASOS

En la quinua la mayoría de sus grasas son monoinsaturadas y poliinsaturadas. Éstas son beneficiosas para el cuerpo cuando se incorporan en la alimentación, ya que son elementales en la formación de la estructura y en la funcionalidad del sistema nervioso y visual del ser humano. Su consumo, a la vez, disminuye el nivel de colesterol total y el colesterol LDL (colesterol malo) en la sangre –sólo por nombrar algunos de los múltiples beneficios que tiene el consumo de los ácidos grasos omega para el organismo-. Los valores de ácidos grasos en el grano crudo son de 8.1%, 52.3%, 23% de omega 3, omega 6 y omega 9, respectivamente.

La mayor parte de los lípidos de la quinua se encuentra en el embrión; la composición de sus ácidos grasos se asemeja a la de la soya, con alta proporción de linoleico y linolénico. El aceite del grano de la quinua demuestra gran estabilidad frente a la rancidez, la cual se atribuye a las altas concentraciones de tocoferol (vitamina E) que actúa como un antioxidante natural.

Cuadro 8. Composición química de granos de quinua y de cereales en base seca

ÁCIDOS GRASOS	QUINUA	SOYA	MANI	PALMA
MIRISTICO	0,2			15,6
PALMITICO	9,9	9,4	9,3	8,7
ESTEARICO	0,8	4,4	2	2,9
OLEICO	24,5	21,6	44,7	18,1
LINOLEICO	50,2	55,2	35,8	2,9
LINOLENICO	5,4	9,4		
LAURICO				43,9
EICOSANOICO	2,7		4,2	
DOCOSANOICO	2,7		3,4	
TETRACOSANOICO	0,7		1,9	

Fuente: *ERPE, INIAP, IICA, GTZ

2.1.10 SAPONINAS

Las saponinas son compuestos tóxicos, cuya toxicidad depende del tipo de saponina, el organismo receptor y su sensibilidad y el método de absorción. La dosis letal por ingestión oral puede ser 3 a 1000 veces más alta que por inyección intravenosa. Están por estudiarse los efectos tóxicos de las saponinas de la quinua, hasta hoy desconocidos.

En la tabla 9 aparecen los contenidos de las saponinas en algunos comestibles.

Cuadro 9. Contenido de saponinas en algunos comestibles.

comestibles	% saponinas en materia seca	% saponinas en materia comestible
Ajo	0.29	0.11
		0.10
Arveja	1.10	0.25
Cebolla		0.02
Espárrago	1.50	0.13
Espinaca	4.70	0.55
Fréjol	0.45	0.38
Blanco		
Fréjol Rojo	1.60	0.40
Garbanzo	5.60	5.00
		3.47
Habas	3.35	0.31
Lentejas	0.42	0.37
		2.43
Maní	0.63	0.58
Puerro		0.10
Quinoa	0.83	0.01
Judías	1.30	0.10

FUENTE: WAHLI (1990) "Quinoa hacia su cultivo comercial"

Es interesante anotar que se reportaron reducciones en los niveles de colesterol en el plasma sanguíneos humano cuando se comieron garbanzo, lentejas y judías, un efecto que se atribuyó a las saponinas, el problema es determinar que niveles de saponinas pueden ser aceptados en los alimentos sin que su sabor amargo interfiera. Claramente, en otros alimentos se aceptan niveles de saponinas dentro del rango del 0.02 al 5%, pero no es válido suponer el mismo caso para la quinua, debido a que las saponinas con sus estructuras diferentes,

pueden exhibir sensaciones diferentes del amargor y de toxicidad. El sabor amargo es muy difícil cuantificar debido a las diferentes sensibilidades de las personas.

2.1.11 DESAMARGADO DE LA QUINUA.

Para poder consumir la quinua es necesario desamargarla, para ello hay dos formas: la vía húmeda o lavado con agua y la seca o del pulido. El primer método es el que se usa a nivel casero. El INIAP ha publicado en su Boletín Divulgatorio Nro. 175 se describe los métodos de desamarrado. La técnica es la siguiente:

1. Friccionando el grano en una superficie áspera (piedra, teja o harnero), en abundante agua. Este procedimiento puede ocasionar la pérdida y destrucción de muchos granos.
2. En una bolsa de lienzo se coloca el grano y se cierra herméticamente, luego en una corriente de agua se fricciona como prenda de vestir y así se elimina fácilmente la saponina; con este método el grano no se pierde ni se destruye.
3. En una licuadora se coloca una porción de grano en abundante agua y en una velocidad media se va eliminando la saponina, se cambia el agua las veces que sean necesarias con este procedimiento el grano sufre poco daño.

El método húmedo también se puede usar a escala comercial, solo que este presenta algunos inconvenientes económicos y ecológicos, como gran consumo de agua y secado posterior del grano lavado y además la contaminación de aguas con las saponinas.

El método de pulido, mediante la modificación de equipos

existentes para pulir otros granos, da resultados muy promisorios. Este método tiene la ventaja de que el grano no requiere de ningún secado ni produce contaminación ambiental. (WAHLI C. 1990)

2.1.12 USOS E INDUSTRIALIZACION DE LA QUINUA

Se puede usar la quinua como grano entero, hojuelas o harina en diversos productos, se puede producir una leche de quinua, y además tiene potencial importante en la elaboración de alimentos para personas alérgicas al gluten, en cereales para desayuno, pastas alimenticias, y galletas, entre otros. La quinua también puede usarse en la elaboración de gránulos y forrajes para la alimentación animal, así como cultivo de cobertura para protección de la fauna silvestre. Finalmente, su almidón, proteínas y saponinas tienen un potencial de usos industriales. La quinua está considerada como una especie de muchos usos agroindustriales (Galwey, 1993).

La semilla puede utilizarse para la alimentación humana, y como alimento para animales. Las ventajosas propiedades específicas de la quinua deben ser identificadas y explotadas, y se debe desarrollar tecnologías que permitan la utilización de tales propiedades, para que la quinua pueda competir con otras materias primas que generalmente son baratas, fácilmente disponibles y de calidad aceptable. El almidón, que forma gránulos pequeños, tiene varias aplicaciones industriales potenciales. Los posibles productos industriales de quinua sugeridos son harina, almidón, excipientes en la industria plástica, talcos y polvos anti-offset y proteínas complementarias para mejorar el equilibrio de aminoácidos de los alimentos humanos y animales. Las saponinas quizás sean interesantes como insecticidas, antibióticos y fungicidas, y también utilizadas en la industria farmacéutica, sugerido como un mediador de la

permeabilidad intestinal, que podría ayudar la absorción de medicamentos específicos, y para reducir el nivel del colesterol. Además se pueden utilizar semillas tostadas o extruidas para hacer dulces, snacks, leche etc. Se puede usar el grano grande de quinua como semilla o para comercialización e industrialización, el grano mediano para consumo directo y el grano pequeño o quebrado para harinas (Tapia, 1996).

La adecuada tecnología de preparación final de la quinua, como en cualquier alimento, tiene un papel decisivo para su aceptación. La selección de procesos y recetas adaptadas a los usos y costumbres locales podría tener un papel trascendental en la apertura de nuevos mercados para quinuas adecuadamente desamargadas. Cada día se va ampliando más el horizonte de la utilización de la quinua para la elaboración de alimentos modernos de alta calidad. La mayor proporción de transformados son las hojuelas de quinua, por la aceptación de este derivado, seguido por la harina de quinua que se destina a la elaboración de galletas, pan de quinua y otras masas de repostería (Yana, 2005).

En cuanto a la harina de quinua se emplea para enriquecer harinas de panificación en la elaboración de galletas, barras de cereal, tartas, fideos, rebozados, alimentos para niños etc., aportando un alto valor nutritivo.

2.1.13 OBTENCIÓN DE LA HARINA DE QUINUA

La harina de quinua es el resultado de lavado de la quinua, secada y respectivamente ser molida o pulverizada.

La quinua cruda es 12% más eficiente que la harina de trigo.

La eficiencia del Nitrógeno para el crecimiento (ENC) de la quinua cruda es similar al de la caseína, mientras que la quinua

cocida tuvo un ENC 25% más alto que la caseína.

El procedimiento general para la obtención de harina de quinua se desarrolló en base a las líneas de flujo establecidos por (Buendía 1981).

LIMPIEZA.- Con la finalidad de eliminar el contenido de impurezas tales como: piedras pequeñas, tallos y pajas usando tamices de 2mm. Y luego pasando por tamices de 1.2 mm. se elimina la tierra, piedras pequeñas y pajillas.

LAVADO.-El lavado tiene la finalidad de eliminar la cáscara y saponinas. Se realiza 4 veces con agua a 45 ° C y otra con agua fría.

SECADO.-Se realiza con el secador de túnel en corriente de aire circulante a 60 ° C por un tiempo de 3 hrs. y 30 min.

MOLIENDA.- Se realiza una premolienda en el mortero eléctrico luego se lleva a una molienda más fina con un molino de martillo (de 5 HP).

TAMIZADO.- El producto molido se tamiza con las mallas No 80, 100 y 140 de la serie Taylor.

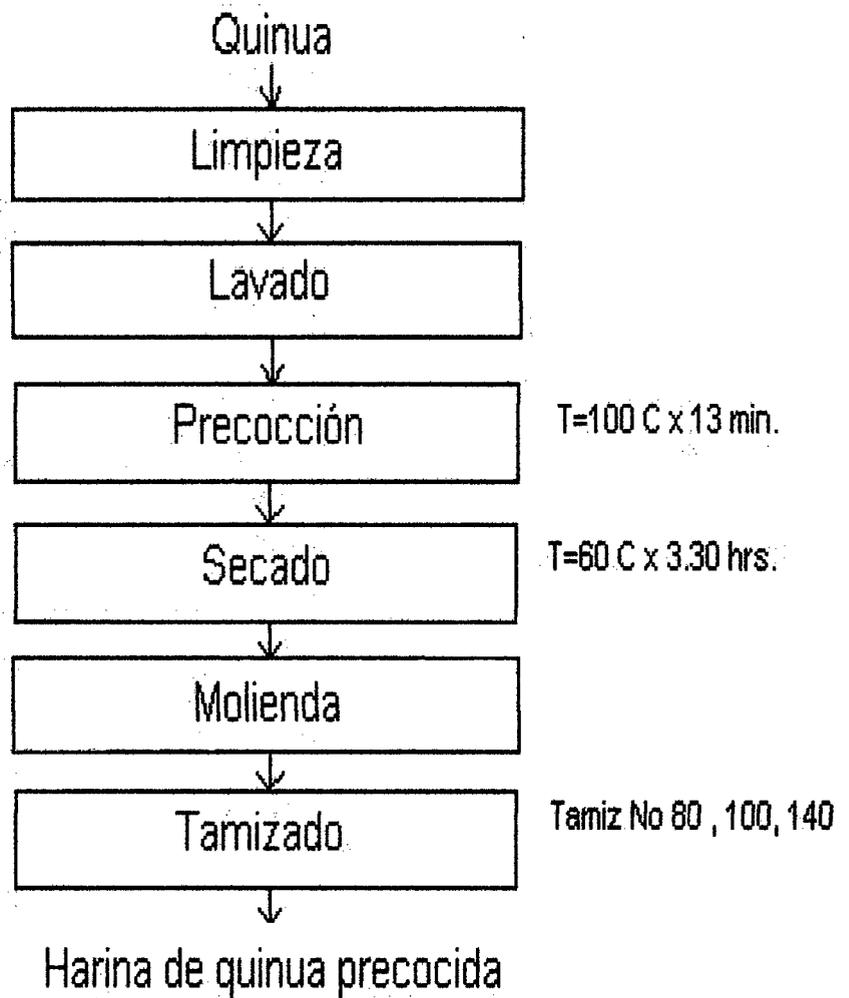


Figura 8: Diagrama de flujo obtención de harina

FUENTE: Buendía (1981)

2.1.14 COMPOSICION NUTRICIONAL DE LA HARINA DE QUINUA

Cuadro 9: Composición de la harina de quinua

Contenido en 100 gr. de harina de quinua		
Elemento	Unid	Valor
Calorías	cal	341
Agua	g	13.7
Proteínas	g	9.1
Grasas	g	2.6
Carbohidrat.	g	72.1
Fibra	g	3.1
Ceniza	g	2.5
Calcio	mg	181
Fósforo	mg	61
Hierro	mg	3.7
Retinol	mcg	0
Vit. B1 (Tiamina)	mcg	0.19
Vit. B2 (Riboflamina)	mcg	0.24
Vit. B5 (Niacina)	mcg	0.68
Ac. Ascórbico reduc.	mcg	-

Fuente: COLLAZOS, C.P.L White, H.S. White et al, 1975 "La Composición de los alimentos peruanos" Instituto de Nutrición- Ministerio de Salud.

2.2 ASPECTOS GENERALES DEL PAN DE MOLDE

2.2.1 DEFINICION

Según la Norma Técnica Peruana NTP 206.004 (INDECOPI, 1988), pan de molde es el producto obtenido por la cocción en moldes, de una masa fermentada hecha básicamente con harina de trigo, agua potable, sal, azúcar, levadura y manteca, pudiendo tener otros

ingredientes y aditivos permitidos.

2.2.2 VALOR NUTRITIVO DEL PAN DE MOLDE

Se muestra en el siguiente cuadro el valor nutritivo de un pan de agua con respecto a un pan integral.

Cuadro 10: Contenido en energía y nutrientes por 100 g de pan.

	Blanco	Blanco tipo baguette	Integral	Integral	Integral
Energía (kcal)	261	258	262	221	212
Proteínas (g)	8,5	9,7	6,8	7	7,8
Hidratos de carbono (g)	51,5	50,6	46	38	49,9
Almidón (g)	41,8	48,7	42,8	36,2	47,9
Azúcares sencillos (g)	1,9	1,9	3,2	1,8	2
Fibra (g)	3,5	3,5	5,3	7,5	3,6
Lípidos (g)	1,6	1,1	4,4	2,9	3,8
Ácidos grasos saturados (g)	0,39	0,2	0,97	0,54	0,74
Ácidos grasos monoinsaturados (g)	0,28	0,1	1,9	0,41	1,9
Ácidos grasos poliinsaturados (g)	0,34	0,4	0,98	1,2	1,2
Coolesterol (mg)	0	0	0	0	0

Fuente: Libro Blanco del Pan (Ángel Gil, Serra Majem)

2.2.3 FERMENTACION

En cualquier fermentación panaria deben producirse tres etapas fundamentales:

1ª Etapa.- Es una fermentación muy rápida y que dura relativamente poco tiempo. Se inicia en la amasadora al poco tiempo de añadir la levadura ya que las células de *Saccharomyces cerevisiae* comienzan la metabolización de los primeros azúcares

libres existentes en la harina.

2ª Etapa.- Es en esta etapa donde ya se produce la mayor cantidad de fermentación alcohólica pero donde a su vez comienza a producirse las distintas fermentaciones complementarias como son la fermentación butírica, láctica y acética. Este tiempo puede comprenderse desde el reposo de la masa hasta la fermentación de las piezas de pan, siendo estos tiempos bastante largos.

3ª Etapa.- Esta es la última y normalmente es una fermentación de corto tiempo, aunque tiene mucho que ver el tamaño de la pieza. Ya que se finaliza cuando el interior de la pieza de pan posee 55°C pues a dicha temperatura las células de la levadura mueren. (Calaveras J. 1996)

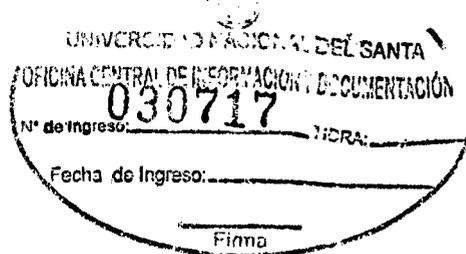
2.2.3.1 PROCESOS QUÍMICOS EN LA FERMENTACIÓN

A la hora de hablar de los procesos químicos producidos en la fermentación, debemos tener en cuenta que su fundamento es producir:

- Aumento de volumen de la pieza
- Textura fina y ligera
- Producción de aromas

Este proceso está definido como el reposo de las piezas, ya formadas en condiciones favorables y a veces controladas, de humedad y temperatura; produciéndose dicho aumento de volumen gracias a la producción y retención de gas y a las modificaciones de las características plásticas de la masa permitiendo dicha expansión.

Como ya se ha dicho anteriormente la fermentación comienza en el amasado y termina en el horno, produciéndose paralelamente la muerte de las células de la levadura y la

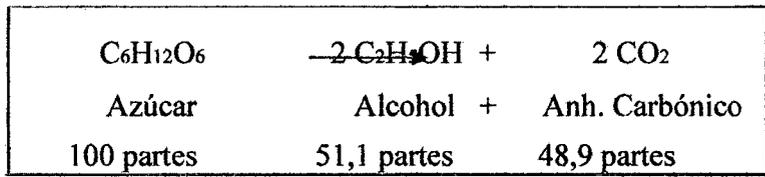


estructuración del pan, bien definido en la gelatinización y posterior cristalización del almidón, caramelización de los azúcares restantes y desnaturalización de las proteínas. Para ello es necesario un equilibrio entre ambas reacciones, que por un lado, ayuden al aguante de la gasificación sin que el pan se debilite a la entrada del horno y por otro lado, exista una correcta fijación de la estructura del pan. Calaveras J. (1996)

2.2.3.2 FERMENTACION ALCOHOLICA

Es la más importante en el desarrollo panario y responsable de la mayor parte de aromas del pan. Consiste en la transformación de glucosa en etanol y CO2 siendo característica de las levaduras.

Figura 9: Ecuación general de la fermentación alcohólica



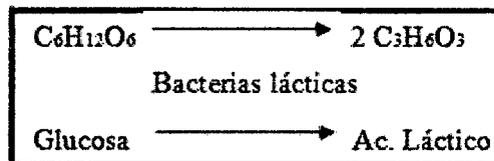
Aproximadamente el 90% de los azúcares siguen este proceso fermentativo y el 10% restante en la práctica, sufren fermentaciones diferentes originando diversos ácidos y otros compuestos. Calaveras J. (1996)

2.2.3.3 FERMENTACION LACTICA

Ésta se produce a partir de la hidrólisis de la lactosa o sacarosa produciendo glucosa que es transformada sucesivamente en

ácido láctico. La temperatura de fermentación juega un papel importante en dicha fermentación ya que si fermentamos los panes a 28°C, como debiera ser normal, la producción de ácido láctico es lenta; pero a temperaturas superiores de 35°C su evolución es muy rápida, manteniendo pH excesivamente altos que producen una maduración excesiva en las masas. Calaveras J. (1996)

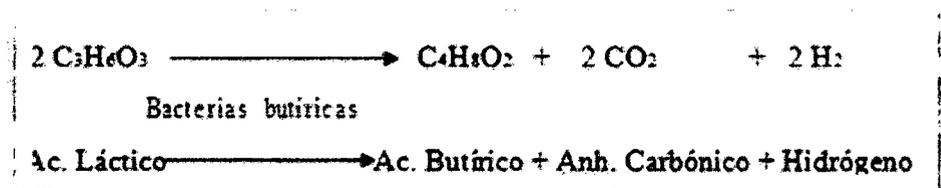
Figura 10: Ecuación general de la fermentación láctica



2.2.3.4 FERMENTACION BUTIRICA

La fermentación se produce a continuación de la fermentación láctica, donde el ácido láctico es atacado por diferentes bacterias butíricas produciendo ácido butírico, que normalmente va acompañado de hidrógeno y anhídrido carbónico.

Figura 10: Ecuación general de la fermentación butírica



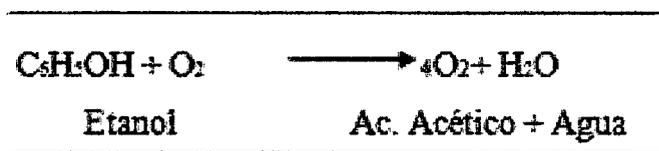
Dichas bacterias butíricas toman su máximo auge a partir de 36°C / 40°C por lo que durante una fermentación panaria normal, no suelen tener grandes alteraciones. (Calaveras J. 1996)

2.2.3.5 FERMENTACION ACETICA

Se desarrolla por bacterias de género *Acetobacter* o los *Mycoderma aceti*, que producen el ácido acético transformando el etanol y se caracterizan por reaccionar de manera óptima en presencia del aire.

Al igual que las anteriores en una masa panaria, es muy bajo su tanto por ciento responsable de la acidez total pero siempre existe.

Gráfico 11: Ecuación general de la fermentación acética



Fuente: CALAVERAS J. (1996); Tratado de Panificación y Bollería; España. (pág.: 193-199) [Consulta Septiembre 2006]

2.2.4 CLASIFICACION

Según la Norma Técnica Peruana NTP 206.004 (INDECOPI, 1988), según el grado de extracción de la harina utilizada, el pan de molde se clasificará en:

- PAN INTEGRAL: Es el pan de molde elaborado con harina integral.
- PAN BLANCO: Es el pan de molde elaborado con harina, con un máximo de 82% de extracción.
- PAN CORRIENTE: Es el pan de molde elaborado con harina de más de 82% hasta 86% de extracción.
- PAN TOSTADO DE MOLDE: Es el producto que como producto anterior tiene el pan de molde y que ha sido tostado (o secado) bajo condiciones controladas.

2.2.5 ELABORACION DEL PAN DE MOLDE

2.2.5.1 METODOS DE ELABORACION DE PAN DE MOLDE

Los principales métodos de elaboración actualmente son:

- Método de masa directa, en este método todo los componentes de la masa son mezclados y combinados en una sola etapa. En el mezclado se trata de obtener una masa suave con un óptimo de elasticidad. La masa se fermenta por 2 a 4 horas y ocasionalmente se realiza el "punch" durante este periodo.
- Método de esponja, en este método el volumen de harina a Se divide la masa en pesos iguales de 650g.

2.2.5.1.1 BOLEO O REDONDEO

Con cada porción de masa se hace una bola compacta. Este paso es generalmente manual y se realiza presionando la masa con la palma de la mano en forma circular. Esto se hace con el fin de que los trozos de masa reposen antes de ser formados por un tiempo de 10 a 20 minutos.

2.2.5.1.2 MOLDEADO

Cada bola de masa se extiende con un rodillo y se procede a dar la forma que corresponda al tipo de pan que se está elaborando.

2.2.5.1.3 LEUDACION (FERMENTACION FINAL)

Los panes moldeados se colocan en la cámara de fermentación donde crece aproximadamente el doble de su tamaño a una temperatura de 30-35°C y una humedad entre 80-85%.

2.2.5.1.4 HORNEADO

Finalmente los panes se colocan en el horno a una temperatura acorde con el tamaño y el tipo de pan. Esta etapa sucede en dos fases:

- ✓ Cuando el producto adquiere una temperatura interna de 45-50°C la producción de gas se inactiva por la muerte de la levadura y da el volumen final del pan y la miga se expande por la acción del gas; cuando el producto tiene una temperatura interna entre 60- 70°C hay coagulación de proteína y gelatinización de los almidones, el producto pierde su plasticidad y adquiere la forma definitiva del pan.
- ✓ En la segunda etapa ocurre el secado que forma la corteza y el cocimiento del pan.

2.2.5.1.5 ENFRIAMIENTO Y ALMACENAMIENTO.

Debe efectuarse a temperatura ambiente no todos los tipos de pan se empacan pero cuando se hace no se deben empacar panes aun calientes (27-30°C) y no empacar en polietilenos que contengan polímeros tóxicos.

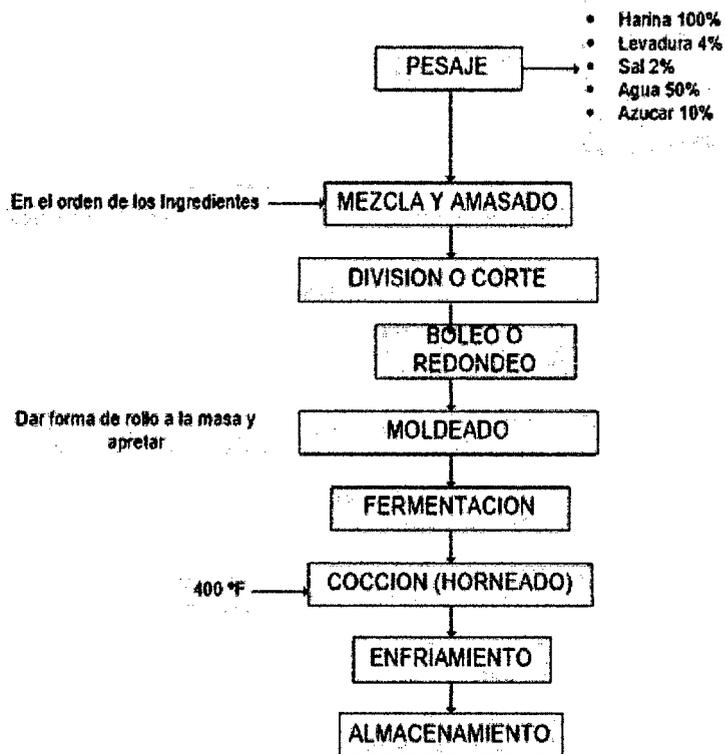


Fig. 12: Diagrama de flujo para la elaboración de pan de molde

Fuente: (SENA) SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE. Manual sobre el Proceso de panificación. 1985.

2.2.6 INGREDIENTES PARA LA ELABORACION DEL PAN DE MOLDE

Los ingredientes indispensables o básicos en la elaboración del pan de molde son: la harina de trigo, el agua, la levadura y la sal. Si faltará sólo uno de estos ingredientes no se podría elaborar el pan de molde. Estos ingredientes son los responsables de las características, apariencia, textura y sabor del pan.

Los ingredientes secundarios son: el azúcar, la grasa, el suero de leche y aditivos. Se puede producir pan de molde sin estos ingredientes, pero si queremos tener mayor calidad en los panes de molde, debemos de utilizarlas de todas maneras.

A continuación se detallan cada uno de los ingredientes:

2.2.6.1 HARINA DE TRIGO

Según la Legislación peruana, harina es el producto resultante de la molienda del grano de trigo (*Triticum aestivum* L.) con o sin separación parcial de la cáscara. (ITINTEC, 1982).

La designación "harina" es exclusiva del producto obtenido de la molienda de trigo. A los productos obtenidos de la molienda de otros granos (cereales y menestras), tubérculos y raíces le corresponde la denominación de "harina" seguida del nombre del vegetal de que provienen. A este tipo de harinas se les denomina sucedáneas. (ITINTEC, 1976).

La harina de trigo es la materia prima esencial en el completo sentido de la palabra: formadora de la masa para la elaboración de productos panificables. La harina de trigo tiene gluten que se forma por hidratación e hinchamiento de proteínas de la harina: gliadina y glutenina.

El hinchamiento del gluten posibilita la formación de la masa: unión, elasticidad y capacidad para ser trabajada, retención de gases y mantenimiento de la forma de las piezas.

³
La cantidad de proteína es muy diferente en diversos tipos de

harina. Especial influencia sobre el contenido de proteínas y con ello sobre la cantidad de gluten tiene el tipo de trigo, época de cosecha y grado de extracción.

A las harinas que contienen menos proteína – gluten se las llama pobres en gluten, en cambio, ricas en gluten son aquellas cuyo contenido de gluten húmedo es superior al 30 %. Harinas ricas en gluten se prefieren para masas de levadura, especialmente las utilizadas en la elaboración de masas para hojaldre. Para masas secas, en cambio, es inconveniente un gluten tenaz y formador de masa (ITINTEC, 1976).

A. CLASIFICACION DEL TRIGO PARA SU

COMERCIALIZACION EN MERCADO INTERNACIONAL

Son varios los tipos de trigo que se cultivan alrededor del mundo; de acuerdo a su hábito de crecimiento éstos se clasifican en trigos invernales, primaverales e intermedios o facultativos. El trigo hexaploide (*Triticum aestivum*), comúnmente conocido como harinero, también se clasifica con base en el color de su grano en rojo y blanco. El trigo tetraploide (*Triticum durum*) es comúnmente conocido como durum o cristalino y tiene color ámbar.

Un ejemplo de clasificación del trigo, con base en su uso o procesamiento, es de acuerdo a su textura y características de fuerza de gluten (Cuadro 11).

Los trigos de gluten fuerte y extensible (grupo 1) son necesarios en los procesos mecanizados de panificación (pan de molde en general) en los cuales las masas deben tolerar el trabajo intenso al cual son sometidas. Estos trigos también son utilizados como correctores de trigos de menor fuerza de gluten.

Los trigos con gluten medio fuerte y extensible (grupo 2) son aptos para la producción semi-mecanizada y manual de pan a

partir de masas fermentadas (pan blanco, pan de masa hojaldrada y pan dulce, moldeados manualmente y horneado sin molde) y no fermentadas (pan plano como el árabe, tortilla de harina, etc.). Por otro lado, los trigos de endospermo suave (o blando) y gluten débil (grupo 3), son requeridos en la industria galletera y de repostería. Estos trigos deben poseer un contenido de proteína menor que el de los trigos de los grupos 1 y 2. Los trigos de gluten tenaz (poco extensibles), del grupo 4, son altamente indeseables en la industria panificadora, ya que producen masas de panificación que, por el hecho de tener extensibilidad muy limitada, presentan poca tolerancia al sobremezclado, deficiente capacidad de expansión durante la fermentación y el horneado, y pobres características de manejo y moldeado. El trigo cristalino o durum (grupo 5) produce semolina (harina gruesa) de color amarillo y posee un gluten medio fuerte a fuerte y tenaz, adecuado para elaborar pastas alimenticias muy densas y resistentes.

CUADRO 11. Clasificación del trigo con base en sus características generales de calidad y su uso industrial.

Grupo de calidad	Fuerza de gluten	Uso industrial	Observaciones
Grupo 1 (F)	Fuerte/extensible	-Panificación mecanizada -Mejorador de trigos de menor fuerza de gluten	Endospermo duro a semi-duro
Grupo 2 (M)	Medio/extensible	-Panificación manual y semi-mecanizada	Endospermo duro a semi-duro
Grupo 3 (S)	Débil/extensible	-Galletería y repostería -Panificación artesanal	Endospermo suave (blando)
Grupo 4 (T)	Medio/tenaz (poco extensible)	-Algunos productos de repostería	Endospermo duro a semi-duro No panificable
Grupo 5 (C) (<i>T. durum</i>)	Fuerte/tenaz	-Elaboración de pastas alimenticias (espagueti, etc.)	Endospermo muy duro y cristalino No panificable

FUENTE: Peña *et al.*, 1991.

B. CANTIDAD DE PROTEINA

El contenido de proteína del grano de trigo puede variar entre 9 y 17%, dependiendo de factores genéticos y factores asociados con el cultivo del cereal. Una propiedad única del trigo es que cuando su proteína insoluble hace contacto con el agua, forma el gluten que confiere visco-elasticidad a la masa de panificación. Por lo tanto, el gluten es el componente del grano de trigo más determinante de la calidad del mismo. Esta propiedad del trigo es una de las principales razones de que sea el cereal más cultivado del mundo (la otra es su gran adaptabilidad a diversos ambientes).

La proteína del gluten representa entre 78 y 85% de la proteína total del endospermo de trigo y, por lo tanto, las variaciones en el contenido total de proteína indican las variaciones en el contenido de gluten. Esta relación está bien establecida y, en consecuencia, cuanto mayor el contenido de proteína (y de gluten) mayor será la calidad (fuerza de gluten) de panificación de la variedad. Por esto, el contenido de proteína es un factor importante en la comercialización del trigo. (Weegels *et al.*, 1996).

C. CALIDAD DE PROTEINA

La cantidad de proteína, por sí sola, no siempre puede explicar las diferencias en las propiedades viscoelásticas de las masas de diferentes variedades. Por lo tanto, la calidad de la proteína del gluten es también un factor determinante (Weegels *et al.*, 1996).

La calidad de la proteína del gluten (propiedades viscoelásticas o fuerza de gluten) depende de dos factores principales:

- a) La proporción de dos componentes denominados

gliadina (proteína que confiere flujo viscoso a la masa) y glutenina (da elasticidad y extensibilidad a la masa), y

b) La presencia de unidades específicas de glutenina, conocidas como gluteninas de alto (APM) y de bajo (BPM) peso molecular, que pueden contribuir de manera positiva o negativa a la obtención de gluten fuerte y extensible (Weegels *et al.*, 1996).

Debido a diferencias genéticas mayores, el trigo harinero tiene algunas proteínas del gluten que el trigo cristalino no posee (las del genomio D, Cuadro 11). Por esto, el gluten del trigo cristalino no presenta la extensibilidad necesaria para producir masas expansibles de panificación, lo cual, por el contrario, sí es favorable para elaborar pastas alimenticias rígidas y densas. Dado que la mayoría de las proteínas que contribuyen a la formación de gluten se encuentran bajo control genético, éstas pueden ser manipuladas y recombinadas mediante el fitomejoramiento. Los fitomejoradores pueden desarrollar variedades de trigo que posean distintos tipos de calidad de proteína (distintas propiedades viscoelásticas).

CUADRO 12. Principales genes relacionados con la calidad del trigo

Característica	Gen	Cromosoma
Dureza del grano	<i>Ha</i>	5DS
Puroindolinas	<i>Pina-D1</i>	5DS
	<i>Pinb-D1</i>	5DS
Almidón		
(contenido de amilosa y amilopéctina)		
Enzimas del granulo de		
almidón	<i>Wx-1</i>	7AS,4AL,7DS
Proteínas de almacenamiento		
Gluteninas	<i>Glu-1</i>	1AL,1BL,1DL
	<i>Glu-3</i>	1AS,1BS,1DS
Gliadinas	<i>Gli-1</i>	1AS,1BS,1DS
	<i>Gli-2</i>	6AS,6BS,6DS
	<i>Gli-3</i>	1AS,1BS
Contenido de proteína <i>Pro1, Pro 2</i>		5DL, 5DS
Enzimas		
Alfa-amilasas	<i>Alph a-Amy-1</i>	6AL,6BL,6DL
	<i>Alph a-Amy-2</i>	7AL,7BL,7DL

FUENTE: Weegels *et al.* (1996).

D. CLASIFICACION DE LA HARINA DE TRIGO

Del mismo modo Tejero (2002) clasifica comercialmente las harinas en varios grupos, los más importantes son:

-Harina Fuerza: Es la harina que contiene un elevado contenido de gluten, hecho que facilita que la masa pueda fermentar y retener el gas generado es una especie de burbujas. Debe proceder de trigos especiales o duros. Debido a que la harina puede absorber más cantidad de agua, da como resultado un pan más tierno y que aguanta más tiempo sin secarse.

-Harina Floja: Se utiliza para preparar aquellas elaboraciones de pastelería y repostería que no se deben trabajarse excesivamente para evitar que tomen correa.

Si se elabora un pan esta harina presenta problemas en la fermentación, la masa no esponja tanto, hace que quede más apelmazado, y tiende a secarse rápidamente.

-Harinas acondicionadas y enriquecidas: Las harinas no siempre reúnen las condiciones óptimas para poder proporcionar un buen resultado en las elaboraciones de pastelería que deban prepararse utilizando tecnología moderna. En estas ocasiones se le añaden ciertos productos (aditivos) con objeto de mejorar el nivel de plasticidad de la masa obtenida y sus características organolépticas de sabor, aroma y color, así como reducir el tiempo de fermentación. En el caso de harinas enriquecidas únicamente se aumentan el número de nutrientes, por ejemplo las proteínas (Gallegos, 2003).

CUADRO 13. Composición de la harina de trigo

Componentes	Mínimo (%)	Máximo (%)
Proteínas	7.5	15.0
Cenizas	0.3	1.0
Grasas	1.0	1.5
Fibras	0.4	0.5
Carbohidratos	68.0	75.0

FUENTE: Weegels *et al.* (1996).

E. COMPOSICION DE LA HARINA DE TRIGO

La harina se compone de:

a. Carbohidratos: Almidón

Es el componente principal de la harina. Es un polisacárido de glucosa, insoluble en agua fría, pero aumentando la temperatura experimenta un ligero hinchamiento de sus granos. El almidón está constituido por dos tipos de cadena:

-Amilosa: polímero de cadena lineal.

-Amilopectina polímero de cadena ramificada.

Junto con el almidón, vamos a encontrar unas enzimas que van a degradar un 10% del almidón hasta azúcares simples, son la alfa y la beta amilasa. Estas enzimas van a degradar el almidón hasta dextrina, maltosa y glucosa que servirá de alimento a las levaduras durante la fermentación. (Petryk, 2000).

b. Proteínas: gluten

La cantidad de proteínas varía mucho según el tipo de trigo, la época de recolección y la tasa de extracción.

El gluten es un complejo de proteínas insolubles en agua, que le confiere a la harina de trigo la cualidad de ser panificable. Está formado por:

-Glutenina, proteína encargada de la fuerza o tenacidad de la masa.

-Gliadina, proteína responsable de la elasticidad de la masa.

La cantidad de gluten presente en una harina es lo que determina que la harina sea "fuerte" o "floja".

La harina fuerte es rica en gluten, tiene la capacidad de retener mucha agua, dando masas consistentes y elásticas, panes de buen aspecto, textura y volumen satisfactorios.

F.

La harina floja es pobre en gluten, absorbe poca agua, forma masas flojas y con tendencia a fluir durante la fermentación, dando panes bajos y de textura deficiente. No son aptas para fabricar pan pero si galletas u otros productos de repostería. (Petryk, 2000).

c. Grasas

Las grasas de la harina proceden de los residuos de las envolturas y de partículas del germen. El contenido de grasas depende por tanto del grado de extracción de la harina. Mientras mayor sea su contenido en grasa más fácilmente se enranciará. (Petryk, 2000).

d. Humedad

La humedad de una harina, según la norma peruana ITINTEC 205.027,1986 nos señala que no puede

sobrepasar el 15%, es decir que 100 kilos de harina pueden contener, como máximo, 15 litros de agua. Naturalmente la harina puede estar más seca. (Petryk, 2000).

e. Minerales: cenizas

Casi todos los países han clasificado sus harinas según la materia mineral que contienen, determinando el contenido máximo de cenizas para cada tipo. Las cenizas están formadas principalmente por calcio, magnesio, sodio, potasio, etc., procedentes de la parte externa del grano, que se incorporan a la harina según su tasa de extracción (Petryk, 2000).

2.2.6.2 LEVADURA

Se llama levadura la organismo vivo que produce enzimas, los cuales provocan cambios bioquímicos importantes en productos orgánicos naturales.

Son vegetales microscópicos que pertenecen a la familia **Saccharomyces** siendo exclusivo para panificación *Saccharomyces cerevisiae*, haciendo posible la fermentación alcohólica cuando se le somete a ciertas condiciones especiales.

La levadura para actuar necesita humedad, azúcares simples (levulosa y dextrosa), materiales nitrogenadas que lo toman de la proteína de la harina, minerales y temperatura adecuada, pero su actividad depende de su contenido de enzimas, coenzimas y activadores. (Bennion, 1970).

La fermentación en los alimentos es casi siempre una mezcla de carbohidratos, grasas, proteínas, etc. Los cuales sufren modificaciones simultáneas bajo la acción de diferentes tipos de fermentos.

3

La levadura es un fermento que produce una sustancia que rompe los almidones de la harina y los transforma en azúcar y éstos a su vez en alcohol y gas carbónico, que le dá al pan su carácter esponjoso.

La levadura está constituida por unos hongos microscópicos, sin color, en forma redonda u ovalada.

De las 500 especies de hongos que existen, la más importante en panificación es la *Saccharomyces cerevisiae*, la que es conocida simplemente como LEVADURA.

En nuestro medio encontramos levadura en dos presentaciones: -Levadura comprimida o en pasta.

-La levadura activa seca en forma granulada. (Bennion, 1970).

2.2.6.3 AGUA

El agua es uno de los ingredientes más importantes en la elaboración del pan, y su calidad tiene una importancia fundamental en la técnica de la panificación, en la excelencia del producto, en la estructura de costos y en la comercialización.

3

La cantidad de agua depende del tipo de pan, de la harina y su capacidad de absorción y de la maquinaria que tenemos en el taller.

Considera al agua como material de unión impartiendo tenacidad a la estructura e interviniendo en la formación del gluten, pudiendo la calidad del agua tener grandes efectos en los productos horneados, así como también la cantidad y tipo de minerales disueltos y presencia de sustancias orgánicas pueden afectar el sabor, color y atributos físicos de los productos finales. Calaveras (1996)

El agua hidrata los almidones de la harina, que junto con el gluten,

dan por resultado, una masa plástica, suave y elástica. Esta masa va crecer por acción del gas que se produce en la fermentación. La presencia del agua hace posible la porosidad y el buen sabor del pan. Una masa con poco agua da un producto seco y quebradizo.

El agua blanda no tiene minerales, cuando se trabaja con ella se forman masas pegajosas.

El agua dura tiene en solución, sales minerales y difícilmente disuelve el jabón. Produce masas compactas, retrasa la fermentación. En este caso tendrá que emplearse más tiempo en la producción y más levadura encareciéndola.

Lo más recomendable es utilizar el agua medianamente dura (de lluvia o potable). Esta tiene suficientes sales minerales que refuerzan el gluten y sirven como nutrientes para la levadura mejorando de esta forma la producción Quaglia (1991).

2.2.6.4 SAL

Es otro ingrediente básico que mejora el sabor del pan, sin ella el pan sería desabrido.

Se conoce como sal comestible o simplemente sal al cloruro sódico obtenido y conservado de forma que se pueda utilizar en la alimentación humana.

Funciones que cumple la sal:

- Da sabor al producto, además resalta los sabores de otros ingredientes como las masas dulces.
- Fortalece el gluten, permitiendo a la masa retener mejor el agua y gases.
- Contrae y estabiliza el gluten de la harina, facilitando así conseguir una pieza bien formada con miga que no se desmorone al cortar.

Coadyuva a mantener la humedad de la pieza una vez que esta ha salido del horno. Calaveras (1996),

2.2.6.5 AZUCAR

El azúcar funciona como ablandador al igual que la grasa vegetal, en los productos horneados. Además de dulzor, el azúcar también tiene la propiedad de retener humedad.

Permite conservar el pan por más tiempo por la propiedad higroscópica que permite absorber humedad.

Ayuda a una rápida formación de la corteza del pan, debido a la caramelización por una parte y a la reacción de Maillar entre azúcares reductores (maltosa, dextrosa y levulosa) y las proteínas de la harina; esto permite temperaturas de horno más bajas, rápida cocción y mayor cantidad de agua retenida en el producto final.

El azúcar es alimento para la levadura ayudándolo en el metabolismo, permitiendo la acción de las enzimas.

La levadura ataca a los azúcares fermentables (dextrosa y levulosa) que están presentes en la harina, como la maltosa formada en la hidrólisis del almidón, por eso su importancia en la disposición de azúcares para producir CO₂ que sirva para elevar la masa según la ecuación. (Quaglia 1991)

C ₂ H ₁₂ O ₆ + Levadura	2 CO ₂ +	2 C ₂ H ₅ OH

Glucosa	Anhídrido	Alcohol
(Dextrosa+Levulosa)	Carbónico	

2.2.6.6 GRASAS

En la elaboración del pan con frecuencia se añade grasas (manteca, margarina, mantequilla y en algunos casos aceite) con el objeto de mejorar la calidad panadera. La incorporación de la grasa como ingrediente reblandece la miga, por lo que el pan mejora su vida de anaquel.

Las grasas son sustancias que se emplean para la elaboración de productos horneados mejorando la característica de las masas, donde las grasas se reparten en finas capas entre los hilos del gluten de la masa, produciendo un efecto lubricante, da una masa suave y la uniformidad de la miga es más pronunciada. Además mejora la presentación del pan con buena coloración, suavidad y buen sabor al pan.

(Quaglia, 1991).

2.2.6.7 ADITIVOS PARA PAN

En la elaboración del pan de molde estará permitido el uso de los siguientes aditivos según la Norma ITINTEC 206.004 (1988), el mismo que será verificado por la autoridad sanitaria así como también la verificación de su pureza:

2.2.6.7.1 AGENTES OXIDANTES

Como Azodicarbomida (ADA en 45 mg/Kg), Yodato de K y Ca (75 mg/Kg), Cisterna y Cloruro (90 mg/Kg).

La oxidación establece una estructura estable en el sistema de la masa.

2.2.6.7.2 EMULSIFICANTES

Como los Glicéridos (etoxilados), Gliceridos (mono y di) de ácidos grasos dietéticos, Lecitina, Esteres poliglicerol, Esteres propilengicol de ácidos grasos, Compuestos sorbitan, Aceite

de soya, Esteres estearil, ácido dactílico-2-estearol y sus sales de Ca y Na, todas en proporción PCF (Prácticas correctas de fabricación).

Los emulsificantes favorecen la mezcla de las moléculas de agua y grasa en la formación de la masa.

2.2.5.7.3 ENRIQUECEDORES

Como Tiamina (Dosis mínima 4.4 mg/Kg), Riboflavina (Dosis mínima 2.6 mg/Kg), Niacina (Dosis mínima 35.0 mg/Kg) y Hierro(Dosis mínima 28.0 mg/Kg).

Son aditivos que permiten mejorar el nivel nutritivo del pan.

2.2.5.7.4 CONSERVADORES

Como ácido propiónico y sus sales de Ca y Na (4000 mg/kg), ácido sórbico y sus sales de Ca, K y Na (1500 mg/Kg). Estos aditivos prolongan el tiempo de vida útil del producto.

2.2.5.7.5 COLORANTES Y SABORIZANTES

Los saborizantes naturales y artificiales permitidos por la autoridad sanitaria y colorantes de acuerdo a la Norma NTN 209.134, 1988.

Sirven para dar color y aromatizar al producto y dar una mejor calidad al producto.

2.3 EVALUACIONES REOLOGICAS DE LAS MASAS

2.3.1 VISCOAMILOGRAFÍA

Para contestar esta pregunta, es mejor analizar lo que ocurre con el almidón en la prueba de la viscoamilografía.

a) Etapa de calentamiento.- con el aumento de la temperatura, los gránulos de almidón absorben agua y se hinchan más, los gránulos son transparentes y aumenta la viscosidad. A este se denomina punto de gelatinización o punto de gelificación. Al intervalo de temperatura en la que ocurre la gelatinización se denomina temperatura de gelatinización y al tiempo de inicio tiempo inicial de gelatinización.

Si se calienta suficientemente como para proporcionar la energía necesaria para romper los enlaces débiles establecidos entre las micelas cristalinas, los gránulos de almidón se hidratan y se hinchan, es el inicio de la gelatinización, en esta etapa los gránulos se hidratan y se hinchan y se produce un incremento de la viscosidad. El almidón, fundamentalmente la amilosa, se solubiliza, formando una matriz intergranular, lo que produce un incremento de la viscosidad. Los gránulos pierden birrefringencia.

En el cuadro 5, se aprecia el intervalo de gelatinización de algunos gránulos de almidón. Kent, (1971)

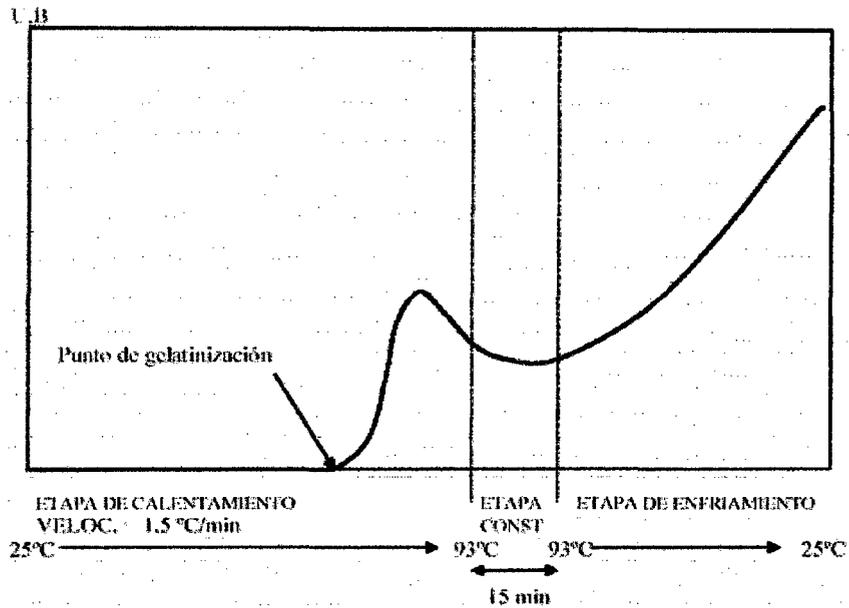


Figura 13: comportamiento del almidon en el viscoamilografo.

Cuando hay gelatinización el almidón pierde la birrefringencia. Después de la gelatinización, los gránulos continúan hinchando y la viscosidad aumenta marcadamente, hasta que los gránulos chocan con frecuencia entre si hasta que finalmente terminan de romperse y liberan las moléculas (amilosa y amilopectina). A pesar de que se sigue incrementando la temperatura, la viscosidad disminuye.

- Si la temperatura sigue aumentando continuamente los gránulos terminan colapsándose y rompiéndose. El grado de hidratación depende de la temperatura, el pH, la concentración y la fuerza cizallante aplicada. (Kent, 1971)

Cuadro 14: Temperatura de inicio de gelatinización del almidón de algunos alimentos.

Alimentos	°C
Maíz	62
Maíz céreo	63
Cebada	51.1
Arroz	68
Papa	58
Papa tratada con vapor	65
Tocosh de maíz	80.5

b) Etapa a temperatura constante.-

Durante el calentamiento en el viscoamilografo, la velocidad de calentamiento es de 1,5 °C/minuto, desde la temperatura ambiente hasta 93 ° C.

A 93 ° C la temperatura se mantiene por 15 minutos, en este periodo la viscosidad sigue disminuyendo o se mantiene constante Kent, (1971)

c) Etapa a temperatura enfriamiento.-

En el viscoamilografo las moléculas de amilopectina y amilosa dispersos en el medio acuoso, se agitan mientras se enfría, Las moléculas lineales se realinean, a través de puentes de hidrógeno, para formar un precipitado insoluble. En las disoluciones concentradas de almidón, el realineamiento es rápido y desordenado y la asociación de moléculas se produce sólo en determinadas zonas, quedando agua atrapada en los intersticios. A cada asociación de las moléculas lineales (amilosa), con la consiguiente disminución de la solubilidad, se le denomina habitualmente **retrogradación**. La viscosidad suele aumentar por la formación del gel; esto se debe a que la amilosa tiene tendencia a establecer enlaces intermoleculares y se reasocian

entre sí. La amilopectina por estar ramificado, se asocia relativamente despacio de enfriarse formando micelas de amilopectina más apretadas. Este proceso de cristalización continúa lentamente y es el principal responsable del envejecimiento del pan. Wong (1995),

Punto de gelatinización o temperatura de gelatinización.- Se produce en el momento en que desaparece la birrefringencia de los gránulos de almidón por acción del calor. Normalmente se produce dentro de un estrecho margen de temperatura, gelatinizando primero los gránulos y por último los más pequeños. Después del punto gelatinización las características del almidón pueden alterarse modificando los grupos funcionales de su molécula, a esto se le denomina almidón modificado. Wong (1995),

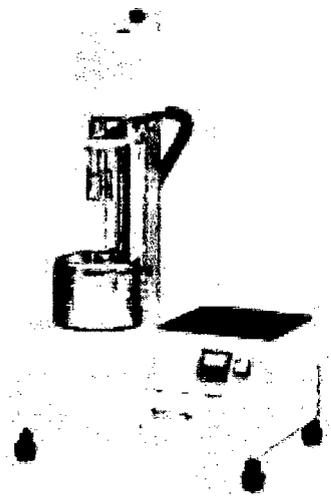


Figura 14: Viscoamilografo

2.3.2 FARINOGRÁFIA

Las principales propiedades físicas y mecánicas de la masa de harina que interesan en la prueba de panificación, son registradas gráficamente en el farinograma (Ver figura 15) y son las siguientes:

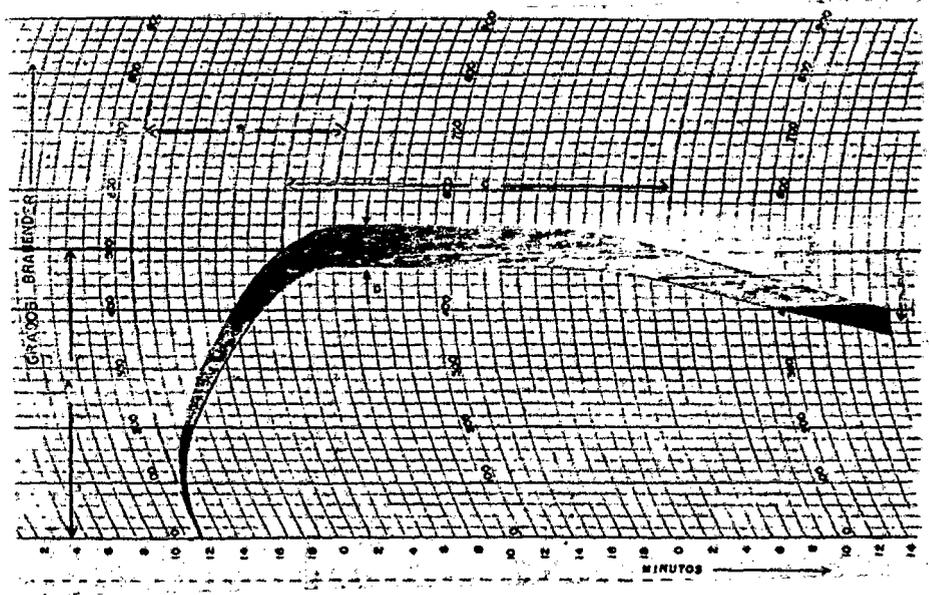


Figura 15: Representación de un farinograma

Capacidad de absorción de agua: Al elaborar la masa, esta requiere la adición de una cierta cantidad variable de agua según las diversas harinas, con el fin de obtener la consistencia óptima requerida para la elaboración del pan. en el farinógrafo se consigue, al ir agregando el agua, hasta que la aguja marque la cifra 500, que corresponde a la consistencia normal (A en la figura 15). Como se ha anotado, esta capacidad de absorción de agua, es un carácter distintivo de las harinas; por lo tanto, refleja en cierto modo la naturaleza de la estructura íntima de la harina, que determina sus cualidades plásticas. (Brabender, 2011).

Velocidad de desarrollo: Para que la masa llegue a adquirir sus condiciones óptimas en cuanto a estructura física y cualidades plásticas, es necesario que transcurra un cierto tiempo desde que comienza la fermentación. Este factor tan importante está determinado en el farinograma (B en la figura 15) por el tiempo que demora la curva para llegar a su punto más alto contando desde el comienzo de la operación. Este factor se expresa en minutos y puede variar con el tipo de harina.

Este carácter determina hasta cierto punto el método de panificación que debe adoptarse y permite clasificar a las harinas en dos tipos: de desarrollo rápido y de desarrollo lento. Las primeras exigen en la panificación un método de conducción corto y las últimas un método de conducción largo. (Brabender, 2011).

Estabilidad de la masa: También recibe el nombre de tolerancia de fermentación. Esta queda expresada en el farinograma por el tiempo durante el cual la curva, después de haber llegado a su altura máxima, se mantiene visiblemente horizontal. Se expresa en minutos y su valor es variable.

Una vez que la masa fermentada, ha adquirido sus cualidades plásticas óptimas, las conserva durante un tiempo más o menos largo, al cabo del cual pierde su tenacidad y extensibilidad, se torna incapaz de resistir la presión de gas carbónico producido en su interior, decae su volumen y proporciona un pan pequeño y de inferior calidad. (Brabender, 2011).

Elasticidad: Según el farinograma, el ancho de la curva determina la condición de elasticidad o extensibilidad de la masa. Mientras más ancha sea aquella, mayor será la extensibilidad y

por consiguiente, concurriendo los otros factores, será susceptible de proporcionar un pan de mayor volumen. Con el fin de adoptar un método estándar de medida, se aconseja medir el ancho del trazo un minuto después de haber alcanzado su punto máximo. Este factor se expresa en milímetros. (Brabender, 2011).

Decaimiento de la masa: Este factor llamado también relajamiento o cansancio, está determinado por el descenso experimentado por la curva, o sea, por la disminución de consistencia de la masa a causa del trabajo de amasado. Se acostumbra a medirla por la distancia vertical entre el punto medio de la parte más alta de la curva y el punto medio después de diez minutos de iniciada la operación (E en la figura 16). Se expresa en unidades o grados de consistencia.

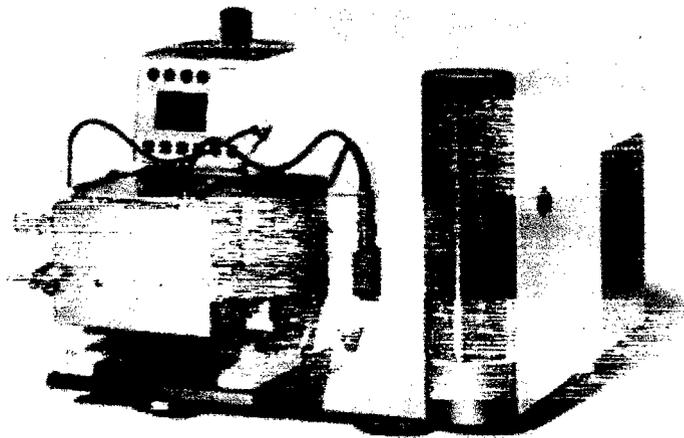


Figura 16: Extensografo

2.3.3 EXTENSÓGRAFIA

Determina las cualidades elásticas de la masa, su capacidad de estiramiento y su resistencia a la extensión. Indica el efecto de mezcla de diferentes calidades de harina y la influencia de aditivos como ácido ascórbico, enzimas o emulsificantes. Con estos datos permite preparar la harina óptima para cada producto específico.

Permite establecer el óptimo reológico.

Se han ideado, en base a los equipos mencionados anteriormente, basados en principios muy similares pero de todos ellos el que se destaca en forma análoga al Alveógrafo es el Extensografo. En él la masa no es una lámina que se extiende a consecuencia de aire insuflado sino que es una tira que se alarga mediante una presión en su parte media. Investiga la capacidad de estiramiento de la masa obtenida con la harina de un trigo y por lo tanto su resistencia a la extensibilidad y el límite de ruptura. (Brabender, 2011).

Se prepara una masa con la harina, agua y sal y se la coloca en un molde en la cámara de reposos. Luego de un tiempo determinado se coloca en el aparato y se procede a su estiramiento, registrándose la curva en un gráfico.

Esta operación se repite varias veces y se procede a evaluar la figura obtenida. Nos dará la absorción de agua, la energía o sea el área de la figura, la resistencia o sea la altura máxima de la curva a los 50 mm, la extensibilidad o ancho de la base y la relación entre la resistencia y la extensibilidad. (Brabender, 2011).

Cuanto mayor sean estos índices, más fuerte o duro será el trigo y en cuanto a la relación debe oscilar entre 3,5 a 5. Se pueden también hacer observaciones con masas fermentadas, tratadas con productos químicos y con trigos calentados. (Brabender, 2011).

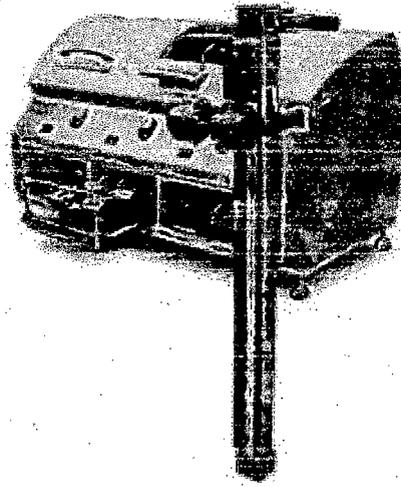


Figura 17: Extensografo

III. MATERIAL Y MÉTODO

3.1. CARACTERIZACION DEL AREA DE ESTUDIO

- Laboratorio de Investigación y Desarrollo de Productos Agroindustriales de la E.A.P Ingeniería Agroindustrial- Universidad Nacional del Santa.
- Instituto de Investigación Tecnológico Agroindustrial-Universidad Nacional del Santa.
- Laboratorio de Análisis y composición de Productos Agroindustriales de la Escuela de Agroindustrias – Universidad Nacional Del Santa.
- Planta piloto Agroindustrial de la Universidad Nacional del Santa
- Laboratorio COLECBI S. A. C.

3.2. MATERIALES Y EQUIPOS

3.2.1. MATERIAS PRIMAS E INSUMOS

3.2.1.1. MATERIA PRIMA

- **Harina de trigo:** Harina especial "Inca".
- **Harina de Quinua de las variedades de la zona de la sierra:**
 - INIA 415 PASANKALLA (Roja)
Lugar de cultivo Arequipa
 - NIA 431 – ALTIPLANO (Blanca).
Lugar de cultivo Puno
 - INIA 420 COLLANA (Negra)
Lugar de cultivo Arequipa
- **Harina Quinua de las variedades de la zona de la costa:**
 - INIA 415 PASANKALLA (Roja).
Lugar de cultivo Ancash – Tangay
 - NIA 431 – ALTIPLANO (Blanca).
Lugar de cultivo Ancash - Tangay
 - INIA 420 COLLANA (Negra)
Lugar de cultivo Arequipa

3.2.1.2. INSUMOS

- Agua
- Sal yodada (ENSAL)
- Azúcar rubia (CARTAVIO)
- Mejorador de masa (FLEISCHMAN)
- Antimoho
- Levadura (FLEISCHMAN)
- Manteca
- Emulsionante

3.2.1.3. REACTIVOS

Proteínas:

- Ácido sulfúrico 37% al 0.1N
- Hidróxido de Sodio 50% al 0.1N
- Sulfato de cobre (Q. puro)
- Sulfato de potasio (Q. puro)

Grasas:

- Hexano o Eter (Q. puro)

3.2.1.4. MATERIALES DE VIDRIO

- Probetas (100 y 500ml)
- Placas Petri
- Vasos precipitados (500 y 1000ml)
- Matraces Erlenmeyer (500 ml)
- Tubos de ensayo
- Pipeta de (1, 2, 5, 10)ml

Otros materiales

- Pinzas de metal.
- Jarras plásticas.
- Paletas de plástico.
- Termómetro.
- Gradilla de tubos de ensayo para (24,48) tubos.
- Tamices: Mallas N°: 10,18, 60 y 120.

3.2.2. INSTRUMENTOS Y EQUIPOS PARA LA INVESTIGACION

- **Balanza Analítica**
Marca : ADAM.
Modelo: PW-254.
- **Estufa**
Marca : Blue-M.
Modelo: SW-17TC-1.
Serie : SW-1990.
- **Mufla**
Marca : Thermolyne.
Serie : 34703484.
- **pH metro digital**
Marca : Hach.
Modelo: EC20.
- **Amasadora o sobadora**
Marca : Nova
Modelo : K23
- **Cámara de fermentación**
Marca : Nova
Modelo : Max 100

- **Horno Rotatorio por convección**

Marca : Nova

Modelo : Max 100

- **Rebanadora o Cortadora de pan**

Marca : Nova

Modelo : Estandar

Otros materiales utilizados:

- Mesas de acero inoxidable.
- Balanzas de plataforma y digital.
- Jarras plásticas, recipientes y paletas de plástico

3.3. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL DE LA INVESTIGACION

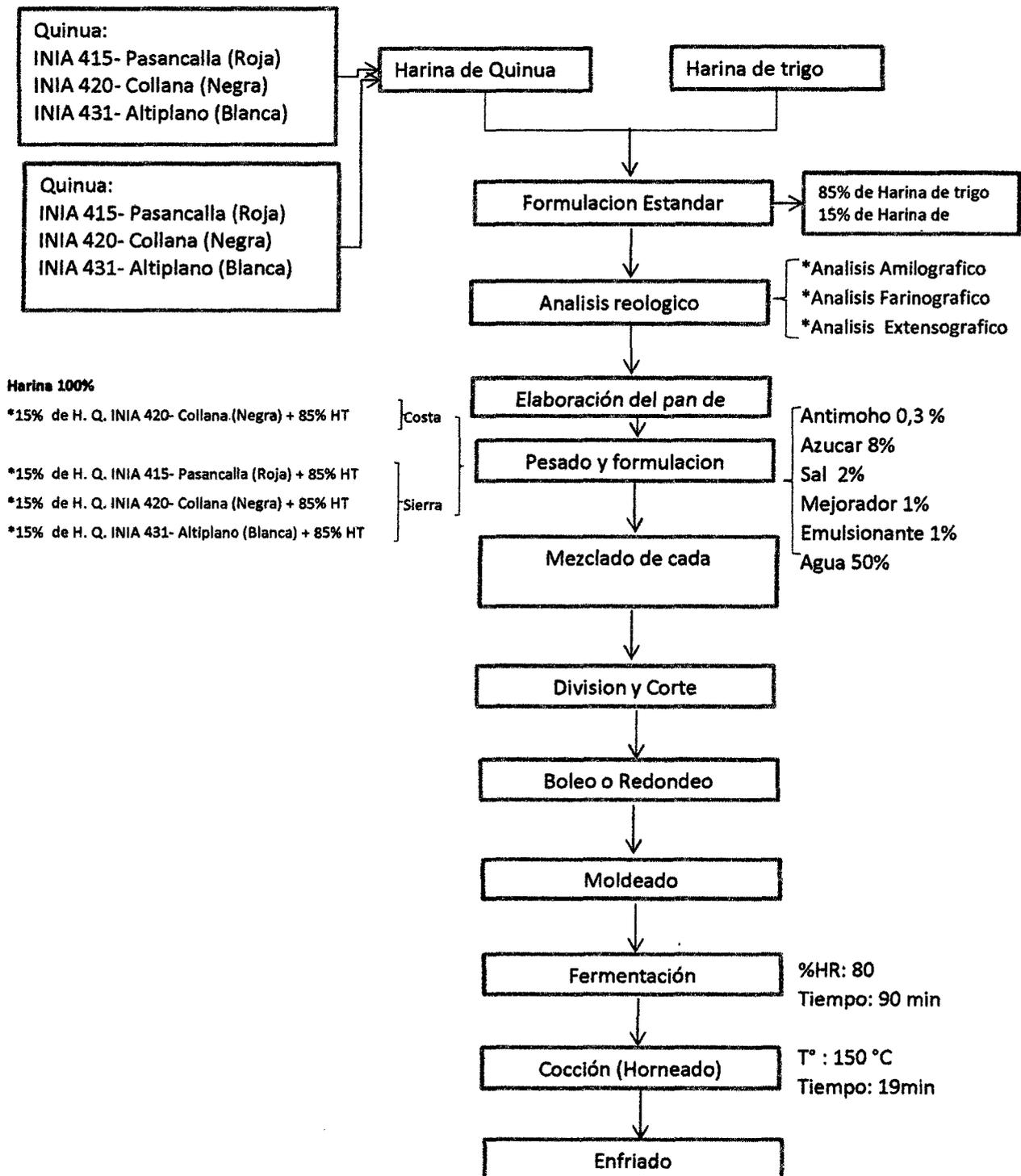
En la figura 18 se muestra el esquema experimental que se siguió en el trabajo de investigación. Se realizó la caracterización físico químico de la harina de trigo y harina de quinua, se pesaron y mezclaron en diferentes mezclas de cada variedad de las quinuas cultivadas en la Costa y Sierra del Perú a una sustitución de 15%. Esta etapa se realizó a temperatura ambiente.

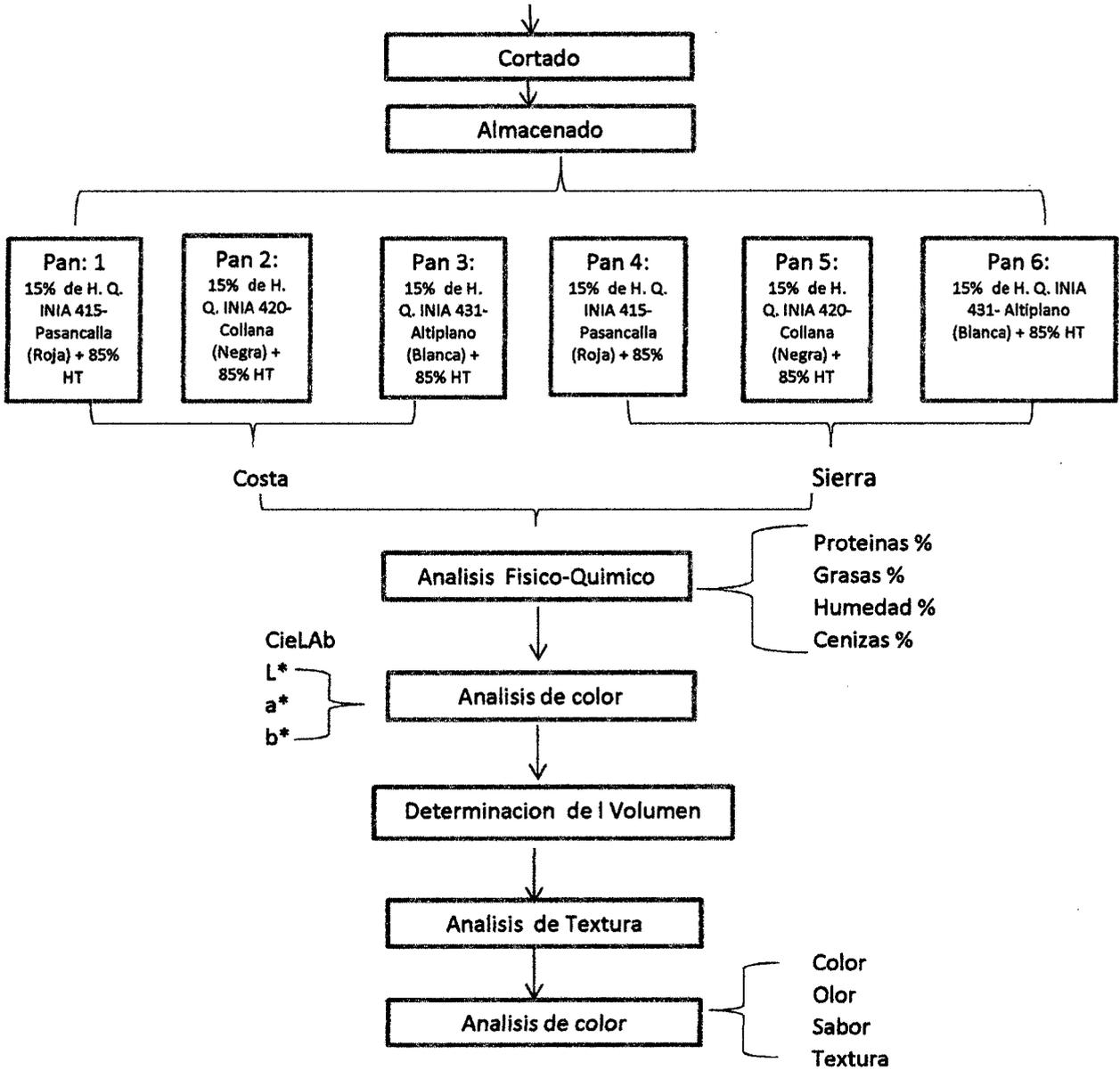
Se realizaron los análisis reológicas de las mezclas, para determinar las propiedades reológicas de las masas, es decir, su capacidad de tolerar el estiramiento durante el proceso de amasado para la elaboración de pan de molde.

Para la elaboración de pan de molde se trabajó en la planta piloto a temperatura ambiente después de pesar los ingredientes, mezclado, boleado, cortado, horneado, envasado y almacenado.

A estos panes de molde se hicieron los siguientes análisis: Físico-químico, sensorial; los valores obtenidos son las variables de respuesta para el diseño Estadístico.

5.4 Esquema Experimental





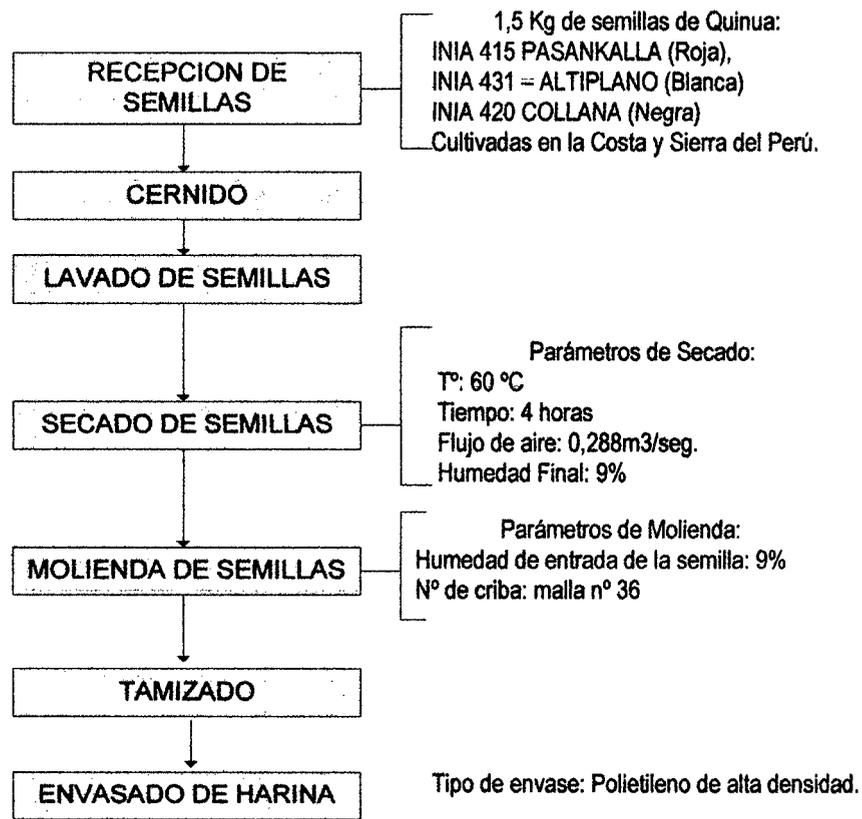
3.3.1. Obtención de la harina de quinua

La obtención de la harina de quinua se basó en la metodología de Días (2006). El flujo para la elaboración de la harina de quinua se presenta en la figura 18, cuya descripción se presenta a continuación:

- **Recepción semillas:** La quínoa pulida de la Costa y Sierra del Perú es recepcionada y almacenada en un lugar fresco y seco hasta su uso.
- **Lavado semillas:** Se pesan entre 1 kg y 2 kg en una balanza granataria y son depositados en un recipiente. Se realiza un lavado manual como primera instancia con agua fría para eliminar las saponinas presentes en la semilla, luego se enjuagan hasta que ya no salga espuma en el agua, elimina el agua y se colocan las semillas en el agitador mecánico con agua fría para ayudar al lavado y a la eliminación de las saponinas. Este proceso de lavado manual y luego lavado mecánico se desarrolla hasta que no exista presencia de espuma en el agua de limpieza.
- **Secado semillas:** Las semillas son colocadas en bandejas metálicas o en bandejas de malla metálicas y colocadas en la estufa de aire forzado con extracción de aire a una temperatura de 50°C por un período aproximado de 3 horas para alcanzar una humedad de 15%.
- **Molienda semillas:** Posterior al secado, las semillas son sacadas de la estufa, colocadas en un recipiente donde se espera el enfriamiento de éstas y llevarlas al molino. El molino a utilizar es un modelo mixto de martillo/cuchillo utilizando una malla de 60 mallas para la formación de la harina.
- **Tamizado:** El proceso de tamizado consiste en la separación de partículas, basado explosivamente en el tamaño de las mismas en el tamizado industrial los sólidos se sitúan sobre la superficie del tamiz los de menor tamaño a finos pasan sobre la superficial del tamiz de 120

mm mientras los de mayor tamaño no pasan. En esta etapa se separan los tipos de harina.

- **Almacenamiento de harina:** La harina de quínoa es almacenada en bolsas de papel de envolver y ubicados en un lugar fresco y seco para su posterior utilización.(Díaz, 2006)



Fuente: (Díaz, 2006)

Fig. 18: Diagrama de flujo para la elaboración de harina de quinua.

3.3.2. CARACTERIZACION DE LAS HARINAS DE QUINUA Y TRIGO

La caracterización se realizó individualmente a la harina de trigo, harina de quinua de cada variedad Inia - 415 Pasankalla (Roja), Inia

- 431 Altiplano (Blanca) y Inia - 420 Collana (Negra); cultivadas en la Costa y Sierra del Perú. También a las mezclas de cada variedad a una formulación de 15% se realizó Individualmente. Los análisis se realizaron en el laboratorio de Análisis y composición de Productos Agroindustriales de la Escuela de Agroindustrias – Universidad Nacional Del Santa. Los análisis que se realizaron fueron los siguientes:

- 3.3.2.1 Determinación del % Humedad:** Se determinó según la N. T. P. 205. 037: 1975 (Revisada el 2011): harinas. Determinación del contenido de Humedad. (anexo 02)
- 3.3.2.2 Determinación del % Grasas:** Se utilizó el equipo Soxhlet, usando hexano como solvente. Metodología de la Asociación Oficial de Químicos Analistas (AOAC) 963.15 2005, método Soxhlet. (anexo 02)
- 3.3.2.3 Determinación de % de Cenizas:** Se realizó por la incineración de la materia orgánica en una mufla; siguiendo la metodología por la NTP 205.038:1975 (Revisada en el 2011): Harinas. Determinación de cenizas. (anexo 02)
- 3.3.2.4 Determinación de % de proteínas:** La determinación de la proteína total se realizó según el método AOAC 2001.11 2012. Determinación de proteínas totales (método de kjeldahl), utilizando 6.25 como factor para la mayoría de los cereales y 5.70 como factor para el trigo. (anexo 02)
- 3.3.2.5 Determinación de carbohidratos:** Se obtuvo por diferencia restando del 100% la suma de los porcentajes de humedad (H), ceniza (C), grasa (G) y proteínas (P). Metodología para carbohidratos, por diferencia de materia seca (MS – INN) señalada

por Collazos et al (1993).

Usando la Fórmula: % Carbohidratos = $100 - (H+C+G+P)$

3.3.3. DETERMINACION DEL PORCENTAJE MAS ADECUADO DE SUSTITUCIÓN

De acuerdo a los análisis físico químicos, reológicos y microbiológicos, efectuados a las mezclas de harina de trigo y harina de quinua, realizados anteriormente, se determina que el porcentaje más adecuado es el del tratamiento 2, es decir el que tiene solo el 15 % de sustitución de quinua, debido a que este fue el que presento unas mejores condiciones para la realización de productos de panificación (pan tipo molde), su incremento proteico no fue el más alto pero fue significativo frente a un pan comercial.

Aunque el tratamiento que tenía una sustitución de 70% de harina de trigo y 30 % de Harina de quinua tenía mayor incremento de proteína, es importante tener en cuenta todas las características para una buena panificación, es decir que el pan tenga buen volumen, textura de la miga, grano de miga, entre otras. (ARROYAVE 2006)

3.3.4. ANALISIS REOLOGICOS DE LAS MEZCLAS

3.3.4.1. Análisis Amilográfico

Los métodos estándares para los test con el Amylograph están basados en una muestra con el 14% de Humedad. No obstante como la humedad de la muestra real puede apartarse ligeramente de este valor, es necesario medir el contenido de humedad de la muestra real para determinar el peso correcto de la muestra y la cantidad de agua para el test. Los parámetros a evaluar fueron: Tiempo de gelatinización. (Anexo 03)

3.3.4.2. Análisis Extensográfico

La capacidad de absorción de agua y las propiedades de la mezcla a base de harina de trigo se determina por Brabender farinógrafo, el segundo método en la AACC 54-21 (1995). Los parámetros a evaluar a partir de farinograma: Son absorción de agua, tiempo de ruptura y consistencia. (Anexo 03)

3.3.4.3. Análisis Farinográfico

Las propiedades de las mezclas a base de harina de trigo se determinaron de acuerdo con el método de la AACC 54-10 (1995), utilizando el extensografo Brabender. Los parámetros a evaluar fueron: resistencia de la extensión y extensibilidad. (Anexo 03)

3.3.5. ELABORACION DE PAN DE MOLDE

Para la elaboración del pan de molde se siguió la metodología del cuadro 14. En la figura 25 se muestra el flujo de operaciones para la elaboración de los panes. En la tabla se muestra las formulaciones para la elaboración de los panes.

Cuadro 14: Formulación final del pan de molde con sustitución parcial de harina de quinua de las variedades INIA 415 Pasankalla (Roja), INIA 431 Altiplano (Blanca) y INIA 420 Collana (Negra) cultivadas en la costa y sierra del Perú.

MATERIA PRIMA	FORMULACIÓN (%)	CANTIDAD (g.)
Harina de trigo	85	680
Harina de quinua	15	120
INSUMOS	FORMULACIÓN (%)	CANTIDAD (g.)
Antimoho	0.3	2.4
Sal	2	16
Azúcar	8	64
Agua	50	400
Levadura	2	16
Emulsionante	1	8
Manteca	10	80
Mejorador	0.5	8

3.3.5.1. RECEPCION

- **Harina de trigo:**

Se empleó harina de trigo, la cual es expendida en sacos de 50kg; es ideal para la producción de todo tipo de pastas. Esta harina cumple con los requisitos y condiciones para consumo doméstico y uso industrial según la Norma Técnica Peruana 205.027:1998. El porcentaje utilizado, según formulación del cuadro 14.

- **Harina de quinua:**

Nuestra harina de quinua obtenida después de la molienda de los granos de cada variedad INIA 415 Pasankalla (Roja), INIA 431 Altiplano (Blanca) y INIA 420 Collana (Negra) cultivadas en la costa y sierra del Perú, cumple con los requisitos

establecidos por la Norma Técnica Peruana NTP 011.451:2013 destinada al consumo humano, lista para la venta y/o para su procesamiento posterior. El porcentaje utilizado, según formulación del cuadro 14.

- **Sal:**

La sal cumplió con los requisitos de la Norma Técnica Peruana 209.015 2006: Sal para consumo humano. La sal actuó principalmente sobre la formulación de gluten y para la obtención de una masa más compactada. La sal usada fue yodada de cocina, comercializada en bolsas de 1kg. El porcentaje utilizado fue del 2%.

- **Agua:**

El agua que se utilizó fue según la Norma Técnica Peruana ISO 24512:2011: actividades relacionadas con los servicios de agua para consumo humano y agua residual. El agua es uno de los ingredientes fundamentales en la elaboración del pan de molde, su calidad tiene influencia notable en la tecnología de la panificación y en los productos derivados de ella. El porcentaje de agua empleado es del 50%.

3.3.5.2. PESADO

Los ingredientes son pesados cuidadosamente en balanzas de reloj de 10 Kg., la que es utilizada para pesos mayores (Harinas) y la de 2 Kg., para pesos menores (Emulsificante, levadura, sal, azúcar, etc.).

3.3.5.3. MEZCLADO Y AMASADO

Los ingredientes son mezclados para la obtención de la masa. Primero se colocaron en la amasadora los productos secos (Harinas, mejorador, levadura, Antimoho, etc.) a los cuales se les procedió a mezclar a primera velocidad por un espacio de 10 minutos, para de esta manera tener un mejor control de la temperatura de la masa, evitando que ésta se caliente y manteniendo intacto el gluten.

Una vez mezclados los ingredientes secos se agregaron el agua, sal y el azúcar. Finalmente se añadió el Emulsificante y la manteca con lo cual se procedió a aumentar la velocidad de la amasadora a dos, para poder así lograr una distribución uniforme de los ingredientes. Al termino de este procedimiento, se obtuvo una masa elástica, extensible y suave, a la cual se le denomina "punto liga o gluten".

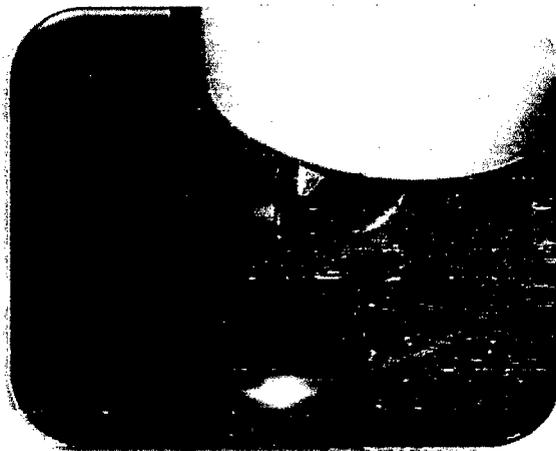


Figura 19: Amasado

3.3.5.4 REPOSO

Una vez obtenida la masa deseada, se procedió a dividir la masa y pesarla en porciones de 650 gr., para luego bolearla. Este procedimiento se realizó en balanzas reloj de 1 Kg. La división tiene la finalidad de obtener una mayor superficie de contacto con la temperatura ambiente, lo cual facilitará el enfriamiento de la masa.

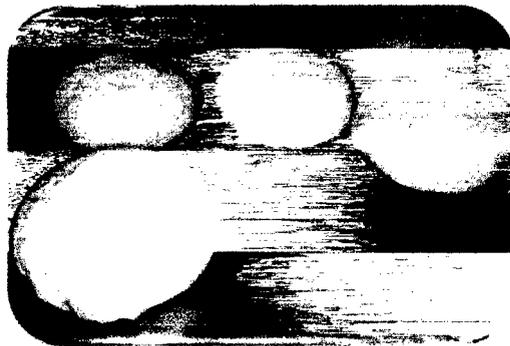


Figura 20: Boleado

3.3.5.5 DIVISION, BOLEADO Y PESAJE

La masa boleada es extendida con las manos tratando de darle una forma entre cilíndrica y rectangular. Posteriormente, se procede a colocar la masa en moldes rectangulares previamente engrasados con manteca.

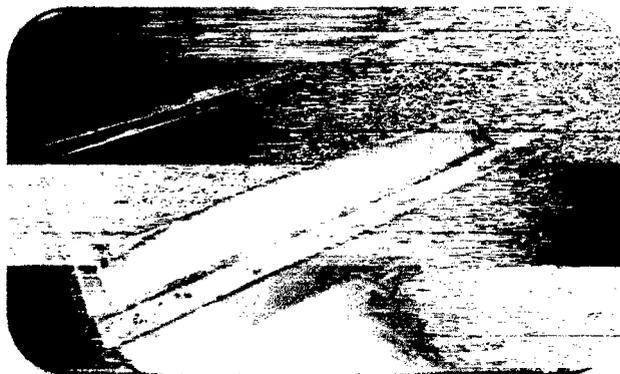


Figura 21: Moldeado

3.3.5.6 FERMENTACION

En esta operación los carritos conteniendo los moldes fueron colocados dentro de la cámara de fermentación, para así lograr el volumen deseado a la masa, el cual debe ser las $\frac{3}{4}$ partes del molde, pues en el horneado crece un poco más. Esta cámara debe estar entre los 28°C a 33 °C a una humedad relativa del 65% al 75%.

3.3.5.7 HORNEADO

Aquí la masa fermentada es llevada al horno para su respectiva cocción en el horno rotatorio a una temperatura de 150 °C durante 40 minutos.



Figura 22: Horneado

3.3.5.8 ENFRIAMIENTO

Una vez sometidas las piezas a cocción, los panes son retirados de los moldes y colocados en una zona fresca y libre de contaminación durante 3 horas para que a la hora del cortado no sufran desmoronamiento alguno.

3.3.5.9 CORTADO

Las piezas ya enfriadas pasan a ser cortadas a la rebanadora, de las cuales se obtuvieron 25 hojas iguales con un espesor de 14 mm.

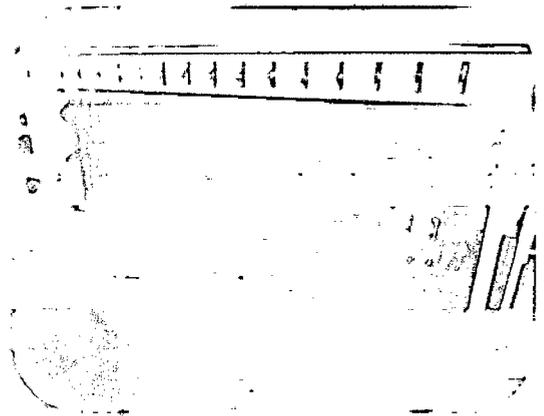


Figura 23: Cortado

3.3.5.10 ENVASADO

El pan de molde ya cortado es colocado en bolsas de polipropileno litografiadas, previamente rociadas con una solución de alcohol Antimoho y saborizante, para poder prevenir la contaminación final del producto.



Figura 24: Envasado

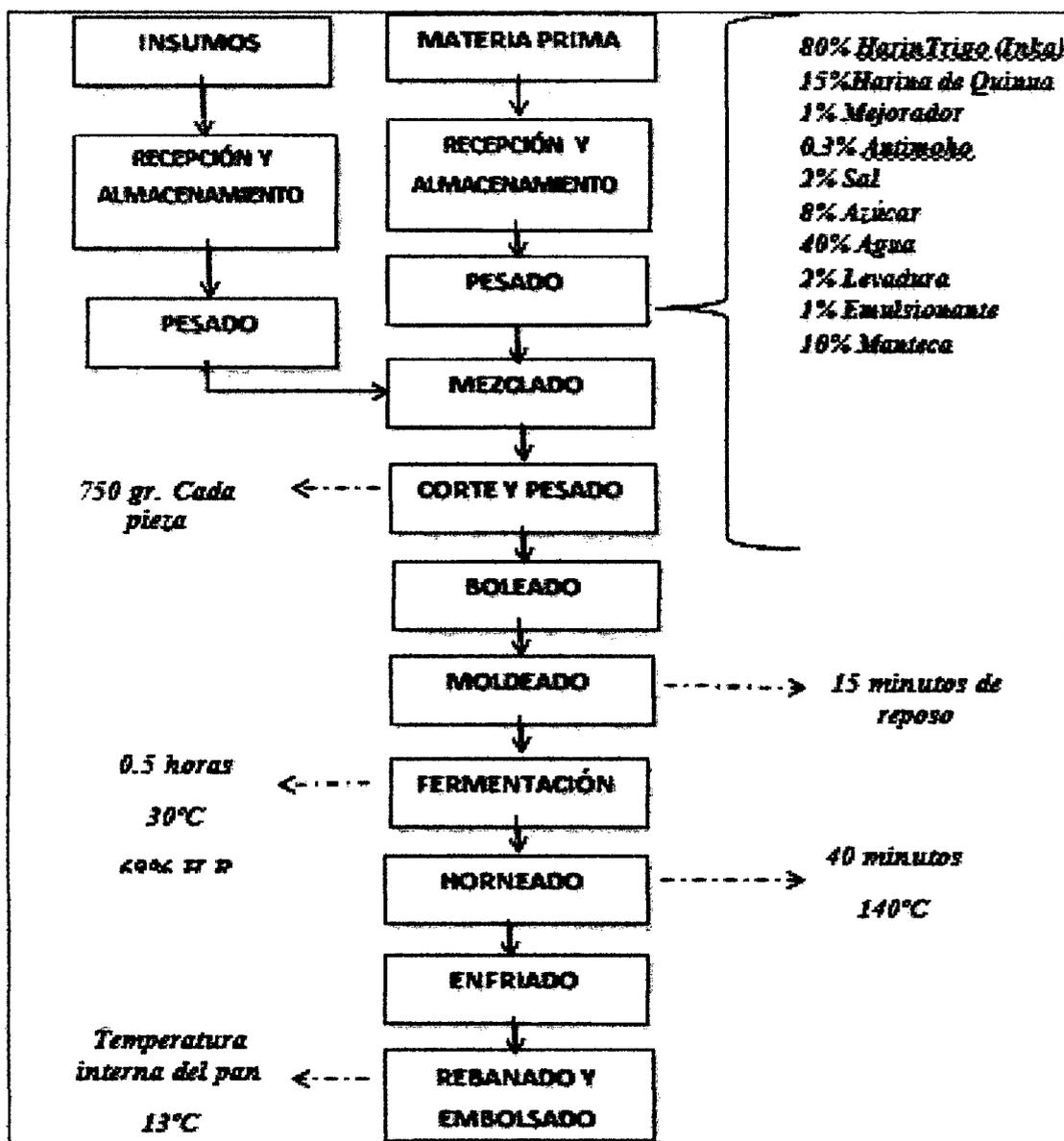


Figura 25 : Diagrama de flujo para la elaboración de pan de molde con sustitución parcial de harina de quinua de las variedades INIA 415 Pasancalla (Roja), INIA 431 Altiplano (Blanca) y INIA 420 Collana (Negra) cultivadas en la costa y sierra del Perú.

Fuente: (SENA) SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE. Manual sobre el Proceso de panificación (1985)

3.3.6. EVALUACION DEL PAN DE MOLDE

3.3.6.1. ANALISIS FISICO QUIMICO DEL PAN DE MOLDE

La caracterización se realizó individualmente a cada pan de molde con sustitución parcial de 15% de harina de quinua de cada variedad Inia - 415 Pasankalla (Roja), Inia - 431 Altiplano (Blanca) y Inia - 420 Collana (Negra); cultivadas en la Costa y Sierra del Perú. Los análisis se realizaron en el laboratorio de Análisis y composición de Productos Agroindustriales de la Escuela de Agroindustrias – Universidad Nacional Del Santa. Los análisis que se realizaron fueron los siguientes:

3.3.6.1.1. Proteínas:

La determinación de la proteína total se realizó según el método AOAC 2001.11 2012. Determinación de proteínas totales (método de kjeldahl), utilizando 6.25 como factor para la mayoría de los cereales y 5.70 como factor para el trigo. (anexo 02)

3.3.6.1.2. Cenizas:

Se realizó siguiendo la metodología por la N. T. P. 206.012:1981 (Revisada el 2011): bizcochos, panes, pastas y fideos; determinación del contenido de cenizas; en la cual se trata de la incineración de la materia orgánica en una mufia. (anexo 02)

3.3.6.1.3. Grasas:

Se empleó el aparato soxhlet, usando hexano como solvente. Metodología de la Asociación Oficial de Químicos Analistas (AOAC) 963.15 2005, método soxhlet. (anexo 02)

3.3.6.1.4. Humedad:

Se empleó una estufa a la temperatura (105°C +/- 2°C) por dos horas, para este análisis se siguió el método sugerido por la N. T. P. 206.011:1981(Revisada el 2011): bizcocho, galletas, pastas y fideos; determinación de humedad. (anexo 02)

3.3.6.1.5. Carbohidratos:

Se obtuvo por diferencia restando del 100% la suma de los porcentajes de humedad (H), ceniza (C), grasa (G) y proteínas (P). Metodología para carbohidratos, por diferencia de materia seca (MS – INN) señalada por Collazos et al (1993).

Usando la Fórmula: $\% \text{ Carbohidratos} = 100 - (H+C+G+P)$

3.3.6.1.6. Volumen:

Se determinó con la finalidad de conocer el incremento de volumen entre los tratamientos para el pan precocido y pan final; para lo cual se empleó el método de "Desplazamiento de Semillas", mismo que consistió en colocar en un recipiente cierta cantidad de semillas y el pan cuyo volumen debía determinarse, se recubrió con las semillas restantes, hasta volver al nivel que ocupó dicho alimento sólo, luego se midió el volumen de las semillas desplazadas

o no utilizadas por medio de una probeta, siendo ése el volumen del pan, para promediar el volumen del pan se utilizó todas las repeticiones de dicho tratamiento. (anexo 02)

3.3.6.1.7. Color:

Para la determinación del color de pan de molde fue utilizado el colorímetro (Marca. KONICA MINOLTA) siguiendo el sistema CIE-lab, determinándose los valores de L* luminosidad (Negro 0/Blanco 100), a* (verde-/rojo+) y b* (azul-/amarillo+). La cromacidad (C*) y el ángulo de tonalidad (h*), fue calculado según minolta (1993).

El color de la miga fue realizado en el centro de la rebanada de pan, por triplicado y el color de la corteza en la parte superior del pan, en el punto medio. (anexo 02)

La cromacidad fue determinado utilizando la siguiente ecuación:

$$\text{Cromacidad (C*)} = ((a^*)^2 + (b^*)^2)^{1/2}$$

El ángulo de tonalidad h fue determinado por:

$$h = \tan^{-1} (b^*/a^*)$$

3.3.6.1.8. Textura

Para este análisis se utilizó el Texturometro de marca BROOKFIELD. (anexo 02)

3.3.6.2. ANALISIS SENSORIAL

Fue realizado el análisis sensorial de todas las mezclas de pan de molde incluyendo el pan patrón.

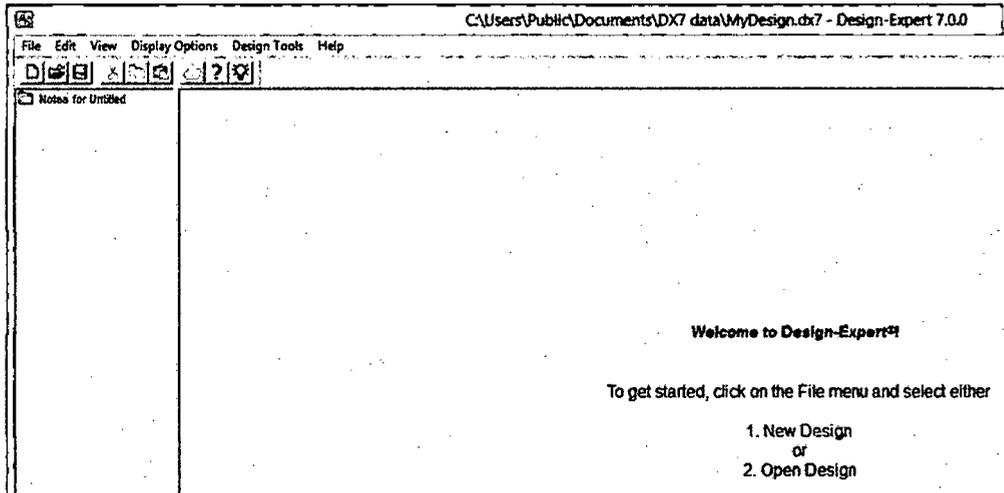
Los panes fueron evaluados por 30 panelistas no entrenados de ambos sexos y diferentes grupos de edad. Las características evaluadas fueron: Apariencia miga, color, olor, sabor y textura.

Las muestras fueron codificadas con números de cuatro cifras. Por otro lado las fichas de evaluación sensorial fueron realizadas teniendo en cuenta una escala hedónica de 5 puntos (1= muy desagradable a 5= muy agradable). La ficha utilizada para la evaluación se encuentra en el (anexo 09).

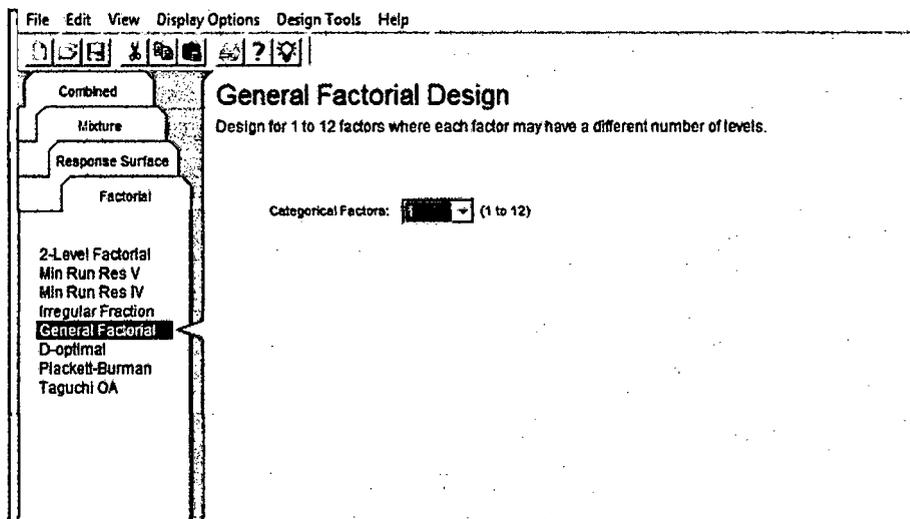
3.3.6.3. ANALISIS ESTADISTICO

Para el análisis estadístico se utilizó el programa Design - expert 7.0.0. El procedimiento a seguir es el que se menciona a continuación.

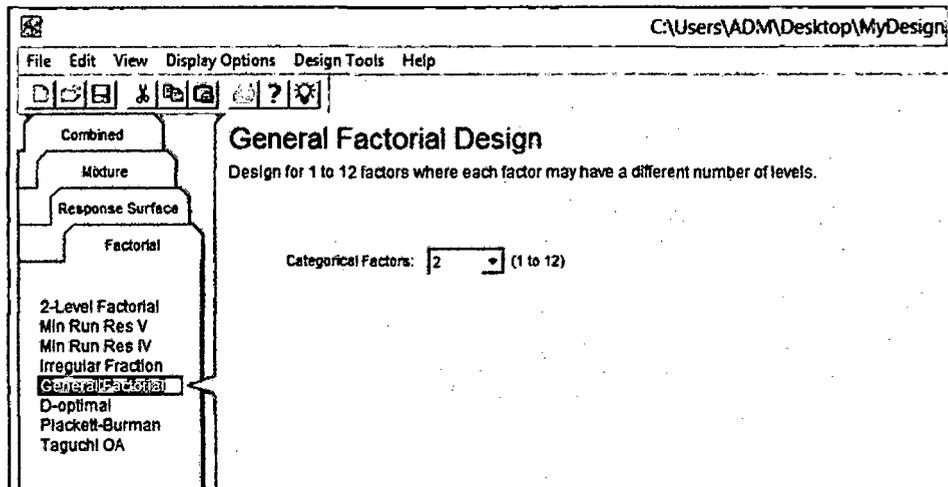
- Se abrió el programa



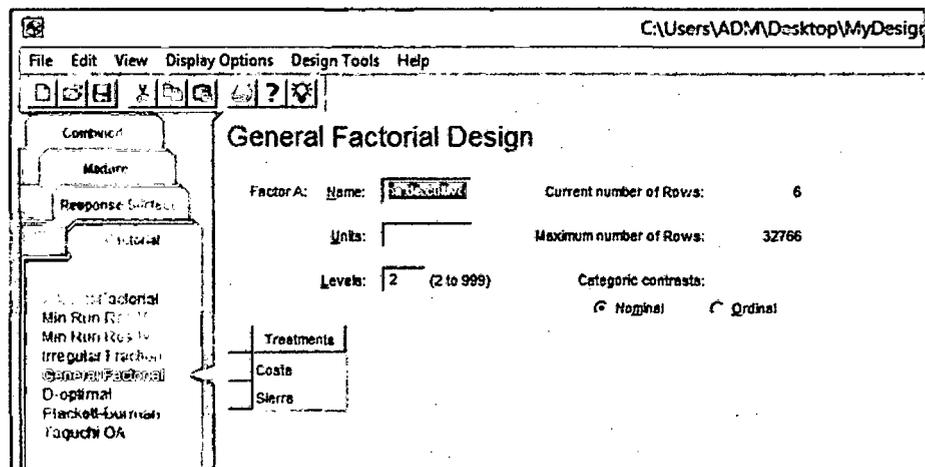
- Se procedió a seleccionar el comando GENERAL FACTORIAL



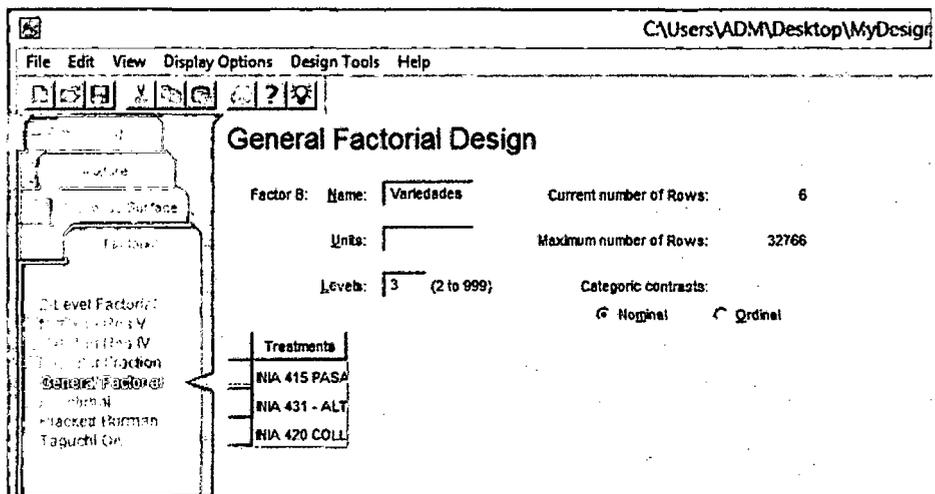
- Se procede a colocar la cantidad de factores que sería 2 Zonas de Cultivo y las variedades de quinua.



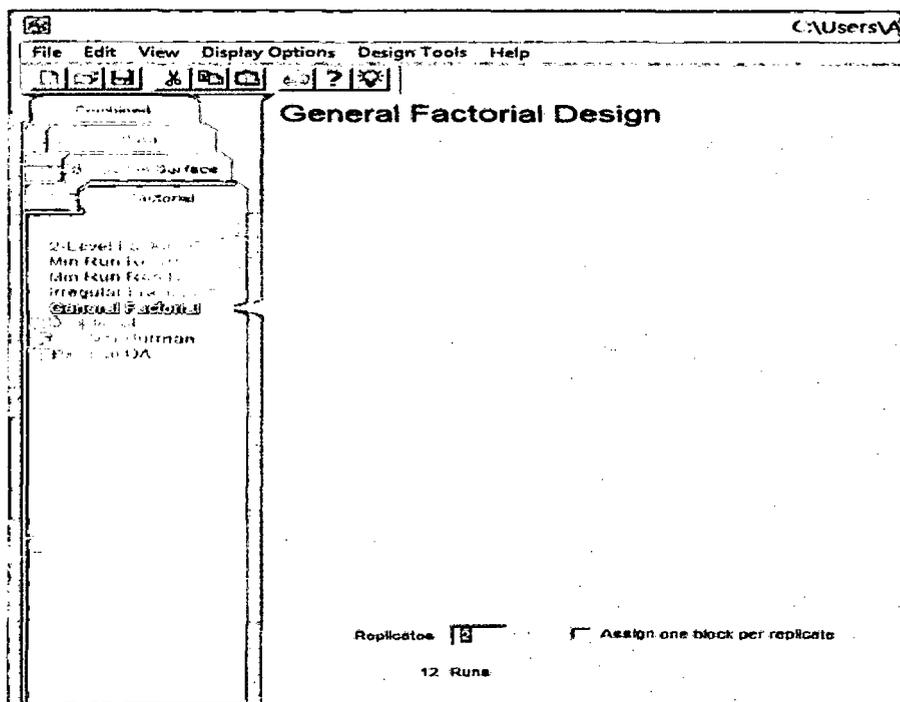
- Se procedió a colocar los factores A: zonas de Cultivo con 2 niveles COSTA Y SIERRA.



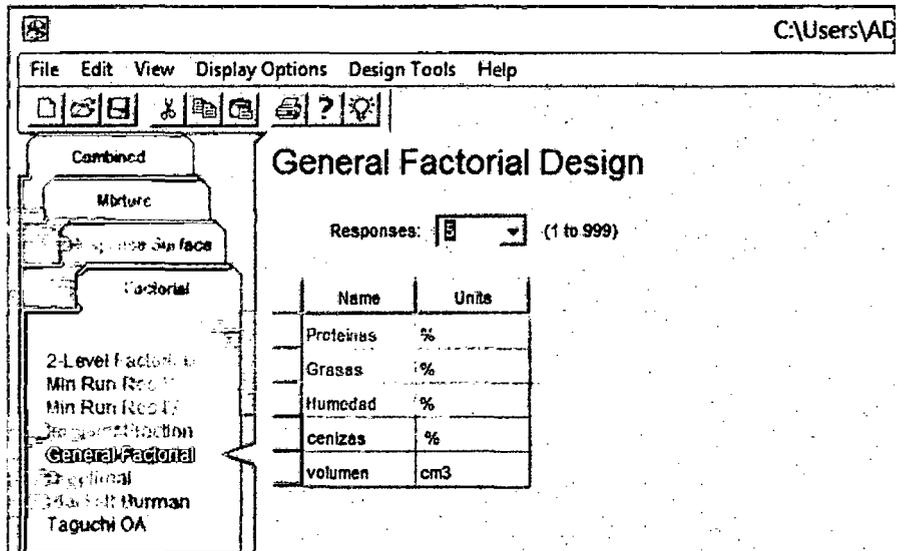
- Se procedió a colocar los factores B: Variedades de Quinoa, con 3 niveles INIA 415 PASANKALLA (Roja), INIA 420 COLLANA (Negra) y INIA 431 ALTIPLANO (Blanca).



- Se procedió a colocar la cantidad de réplicas que serán 2.



- Se procedió a colocar los análisis que se realizarán al pan de molde sustituido con harina de quinua de las diferentes variedades.



- Finalmente obtenemos nuestra matriz el cual nos permitirá evaluar Las propiedades reológicas de la masa que juegan un papel importante en la calidad del producto y es necesario su determinación para poder prever el comportamiento de los diferentes tratamientos durante el proceso de panificación (Ver anexo 3).

- Finalmente obtenemos nuestra matriz el cual nos permitirá evaluar estadísticamente la calidad del pan de molde sustituida con las diferentes variedades de quinua cultivadas en la costa y sierra del Perú.

C:\Users\ADM\Desktop\MyDesign.dx7 - Design-Expert 7.0.0

File Edit View Display Options Design Tools Help

Std	Run	Block	Factor 1 A: zona de cultivo	Factor 2 B: Variedades	Response 1 Proteínas %	Response 2 Grasas %	Response 3 Humedad %	Response 4 cenizas %	Response 5 volumen cm3
6	1	Block 1	Costa	NIA 431 - ALTIPLANO (Blanca)					
9	2	Block 1	Costa	NIA 420 COLLANA (Negra)					
3	3	Block 1	Sierra	NIA 415 PASANKALLA (Roja)					
4	4	Block 1	Sierra	NIA 415 PASANKALLA (Roja)					
12	5	Block 1	Sierra	NIA 420 COLLANA (Negra)					
8	6	Block 1	Sierra	NIA 431 - ALTIPLANO (Blanca)					
2	7	Block 1	Costa	NIA 415 PASANKALLA (Roja)					
5	8	Block 1	Costa	NIA 431 - ALTIPLANO (Blanca)					
1	9	Block 1	Costa	NIA 415 PASANKALLA (Roja)					
10	10	Block 1	Costa	NIA 420 COLLANA (Negra)					
7	11	Block 1	Sierra	NIA 431 - ALTIPLANO (Blanca)					
11	12	Block 1	Sierra	NIA 420 COLLANA (Negra)					

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 OBTENCIÓN DE LAS HARINAS DE QUINUA

La obtención de la harina de quinua de la cada variedad se basó en la metodología de Días (2006). El balance de materia para esta operación se encuentra en el anexo 5.

El flujo para la elaboración de la harina de quinua se presenta en la figura 26, cuya descripción se presenta a continuación:

4.1.1. Eliminación de impurezas

El grano de quinua trae consigo impurezas propias de la cosecha entre las que se cuentan: restos de hojas, piedras, insectos, vidrio, trozos de metales, lo que es necesario eliminarlo, esta etapa se realizó de forma manual los materiales extraños presentaron alrededor de 0.5% de los 2 kg. De materia prima, ingresando 1.99 kg (1.95%) a la siguiente etapa. (anexo 01)

4.1.2. Lavado semillas

Se lavó los granos con agua a temperatura ambiente con el propósito de eliminar las saponinas, aproximadamente unos 40min. El primer enjuague se realizó para eliminar los restos de perigonio que aún permanecen unidos al grano. Se lavó sucesivas veces una cierta cantidad de granos (aprox. ½ kg) con agua, hasta que ésta no produjo espuma, el agua que se agregó fue en la proporción de Quinua: Agua/ 1:2. El lavado sucesivo con agua asegura que se ha eliminado prácticamente el 100% del contenido de saponina de los granos. El rendimiento de esta etapa es 94.95% (1.889 kg) (anexo 01)

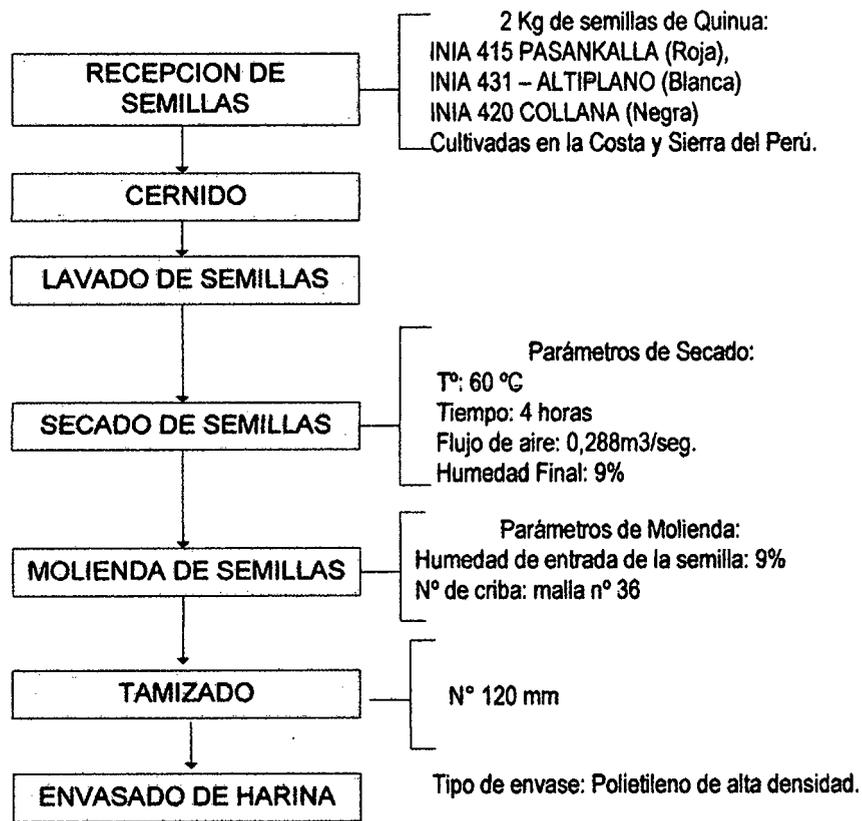
4.1.3. Secado semillas

El secado se realizó en el secador de bandejas del IITA; el grano húmeda se colocó en la bandeja con un espesor no superior a 2cm para optimizar el secado, el cual se realizó aproximadamente por 4.5 horas a una temperatura de 60°C hasta alcanzar una humedad del 12%. La humedad eliminada del grano en esta etapa representa el 15.17%, que asciende a 1.43kg. (anexo 01)

4.1.4. Molienda y tamizado

En esta etapa el grano que entro fue de 84.83% (1.7kg). Esta etapa se realizó en el módulo de molienda y tamizado del IITA. Para así ser reducir el tamaño de los granos a partículas que correspondan a la de harina. El tamiz que se utilizó fue de numero 120. Se obtuvo 1.6 kg de harina al finalizar esta etapa.

La harina se colocó en bolsas de polietileno de alta densidad y se almaceno a temperatura ambiente hasta su utilización. (anexo 01)



Fuente: (Díaz, 2006)

Fig. 26: Diagrama de flujo para la elaboración de harina de quinua.

4.2 CARACTERIZACION DE LAS HARINAS DE TRIGO Y QUINUA

4.2.1 COMPOSICION QUIMICO PROXIMAL DE LA HARINA DE TRIGO.

En el cuadro 15 se muestran los resultados del análisis de la composición porcentual de la harina de trigo.

Cuadro 15: Composición porcentual (%) de la harina de trigo.

Componentes	(%)
Humedad	10.8
Proteína	12.23
cenizas	0.51
grasas	1.72
Carbohidratos	74.74

Fuente: Murga I. 2013

La humedad es una determinación importante ya que de ella dependen otras evaluaciones como las reológicas. Las harinas húmedas con un contenido de humedad mayor del 15% están expuestas al ataque de microorganismos (Ramírez, 2007). La humedad asciende a los 10.8%, valor que es inferior al 15% de humedad, que es el máximo permitido por la N.T.P. 205.027:1986, para clasificar como harina de trigo especial.

El contenido de proteína de la harina es de 12.23 el cual se encuentra dentro de los parámetros de la harina de trigo para panificación, según Ramírez (2007), quien afirma que la cantidad y calidad de proteína es muy importante en la calidad del pan de molde.

Con respecto al contenido de cenizas se obtuvo 0.51%, este valor es inferior al 0.64% de cenizas, que es máximo permitido por la

N. T. P. 205.027:1986, para clasificar como harina de trigo especial. Además el bajo contenido de ceniza en la harina de trigo indica que tiene un bajo porcentaje de extracción, este contenido oscila entre 0.4 – 1.7%, el cual indica que tiene un grado de extracción de menor a mayor, respectivamente; este es útil para determinar el grado de pureza y la tasa de rendimiento de la harina de trigo. Belitz y Grosch (1997).

Belitz y Grosch (1997), mencionan que el contenido de grasa en una harina de trigo oscila entre 1-2.3%, según el grado de extracción. La harina de trigo usada en la presente investigación contiene 1.72% de grasa, un valor bajo, pero no determinante para elaborar pan de molde.

La harina trabajada reporta 74.74% de carbohidratos, lo cual es un valor adecuado para elaborar fideos secos. Bilbao (2007) menciona que la harina de trigo tiene alrededor de 70% de carbohidratos, valor cercano a nuestros resultados.

4.2.2 COMPOSICION QUIMICO PROXIMAL DE LA HARINA DE QUINUA

En el cuadro 16, se muestran los resultados del análisis de la composición porcentual de la harina de quinua (*Chenopodium quinoa wild*).

Cuadro 16: Composición porcentual (%) de la harina de quinua de cada variedad cultivada en la costa y sierra del Perú.

VARIETADES DE QUINUA CULTIVADAS EN LA COSTA Y SIERRA DEL PERU	CENIZAS (%)	HUMEDAD (%)	GRASA (%)	PROTEINAS (%)	CARBOHIDRATOS (%)
INIA 420 COLLANA (Negra)-Sierra	2.40	13.07	6.79	14.00	63.74
INIA 415 PASANCALLA (Roja)-Sierra	2.97	13.04	5.65	12.83	65.51
INIA 415 PASANCALLA (Roja)-Costa	2.55	13.99	5.08	15.40	62.98
INIA 431 ALTILANO (Blanca)-Sierra	3.08	13.95	5.66	14.70	62.61
INIA 420 COLLANA (Negra)-Costa	2.12	13.96	3.71	14.31	65.90
INIA 431 ALTILANO (Blanca)-Costa	1.88	13.94	1.42	12.91	69.85
PROMEDIO	2.50	13.66	4.72	14.03	65.10

Los resultados mostrados en cuadro 16, nos indican que la harina de quinua de cada variedad tenía un porcentaje promedio de 13.66% de humedad, los cuales se encuentran dentro de los límites máximos permisibles por la Norma Técnica Peruana 011.415:2013, ya que la humedad no debe exceder del 15%.

Según REYES E. (2006), el primer factor a analizar es la humedad que contenga el grano, ya que se sabe que el grano de quinua es higroscópico, por la presencia de cristales de oxalato de sodio lo que le permite absorber humedad del medio y retenerlo, lo que genera un

problema para el grano ya que ésta facilita el crecimiento de hongos y por lo tanto no sirve para el consumo humano. Como se puede observar en el cuadro 16 el porcentaje más bajo de humedad es del 7 % correspondiente a quinua pito boliviana, y el más alto es del 13.1% correspondiente a la quinua ecuatoriana.

La humedad de la harina de quinua obtenida experimentalmente de cada variedad son inferiores a los datos obtenidos en las tablas peruanas de composición de alimentos – MINSa (2009).

Las tablas peruanas de composición de alimentos – Minsa (2009), reportan un valor 9.1% de proteínas para la harina de quinua, en la investigación se halló un valor promedio de 14.03% de proteína, la proteína de la quinua es muy parecida a la del huevo y la leche, siendo un alimento vegetal, ofrece una proteína de alto valor como los alimentos de origen animal. (Apaza, 2005)

La harina de quinua obtenida experimentalmente de cada variedad contiene un promedio de 2.50% de cenizas, valor muy cercano al encontrado por las tablas peruanas de composición de alimentos- MINSa (2009), que reportan un valor de 2.5% de cenizas en la harina de quinua. El valor de cenizas encontrados, se encuentra dentro de los límites máximos permisibles por la Norma Técnica Peruana 011.415:2013. El contenido de grasa obtenido en este trabajo de investigación fue de un promedio de 4.72% la cual se encuentra dentro del rango 1.8% a 9.3% reportado por Mujica & Jacobsen (2006), quienes indican que el contenido de grasa de la quinua tiene un alto valor debido a su porcentaje de ácidos grasos insaturados.

Es importante recalcar la cantidad relativamente alta de aceite en la quinua, aspecto que ha sido muy poco estudiado, pero que la convierte en una fuente potencial de omega 3 y omega 6, ayudando a reducir el colesterol LDL (o colesterol malo) del organismo y elevar el colesterol HDL(o colesterol bueno).

Las tablas peruanas de composición de alimentos- MINSA (2009), reportan un valor de 72.1% de carbohidratos, que es un valor cercano al encontrado en la investigación, donde se reportan un promedio de 65.10% de carbohidratos. Los carbohidratos de la quinua contienen entre 58 y 68% de almidón y un 5% de azúcares, lo que la convierte en una fuente óptima de energía que se libera en el organismo de forma lenta por su importante cantidad de fibra (Cerón R. 2002)

4.2.3 COMPARACION DE LOS ANALISIS FISICOQUIMICO DE LAS HARINAS DE QUINUA DE LAS VARIEDADES INIA – 415 PASANKALLA (ROJA), INIA – 431 ALTIPLANO (BLANCA) Y INIA 420 – COLLANA (NEGRA), CULTIVADAS EN LA COSTA Y SIERRA DEL PERU

PROTEINAS

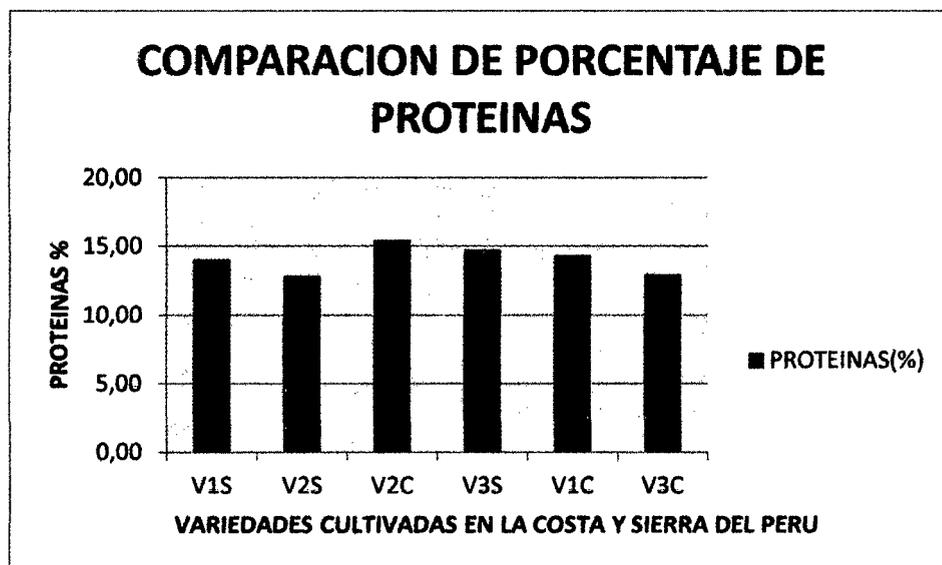
El análisis de proteínas de la harina de quinua se muestra en la Tabla 8, donde la variedad INIA 415 PASANCALLA (Roja) cultivada en la Costa tiene **15,40%**, teniendo el mayor contenido en porcentaje de proteínas.(Anexo 08)

Cuadro 17: Resultados de % proteínas para cada variedad en diferente zona de cultivo.

VARIEDADES DE QUINUA CULTIVADAS EN LA COSTA Y SIERRA DEL PERU	VARIEDADES	PROTEINAS (%)
INIA 420 COLLANA (Negra)-Sierra	V1S	14.00
INIA 415 PASANCALLA (Roja)-Sierra	V2S	12.83
INIA 415 PASANCALLA (Roja)-Costa	V2C	15.40
INIA 431 ALTIPLANO (Blanca)-Sierra	V3S	14.70
INIA 420 COLLANA (Negra)-Costa	V1C	14.31
INIA 431 ALTIPLANO (Blanca)-Costa	V3C	12.91

V1S= INIA 420 COLLANA (Negra)-Sierra; V2S= INIA 415 PASANCALLA (Roja)-Sierra; V2C= INIA 415 PASANCALLA (Roja)-Costa; V3S= INIA 431 ALTIPLANO (Blanca)-Sierra; V1C= INIA 420 COLLANA (Negra)-Costa; V3C= INIA 431 ALTIPLANO (Blanca)-Costa

Grafica 01: Porcentaje de Proteínas Vs Variedades cultivadas en la costa y Sierra.



Como se puede observar en la gráfica las variedades cultivadas en la sierra INIA 415 PASANCALLA (Roja) tiene **12.83%** y INIA 431 ALTILANO (Blanca) tiene **14.70 %**, tienen menor porcentaje que las variedades cultivadas en la costa, INIA 415 PASANCALLA (Roja) tiene **15.40 %** y INIA 431 ALTILANO (Blanca) tiene **12.91%**. Pero en la variedad INIA 420 COLLANA (Negra) tiene **14 %** cultivada en la Costa es menor porcentaje de proteína que la variedad INIA 420 COLLANA (Negra) tiene **14.31%** cultivada en la sierra.

GRASAS

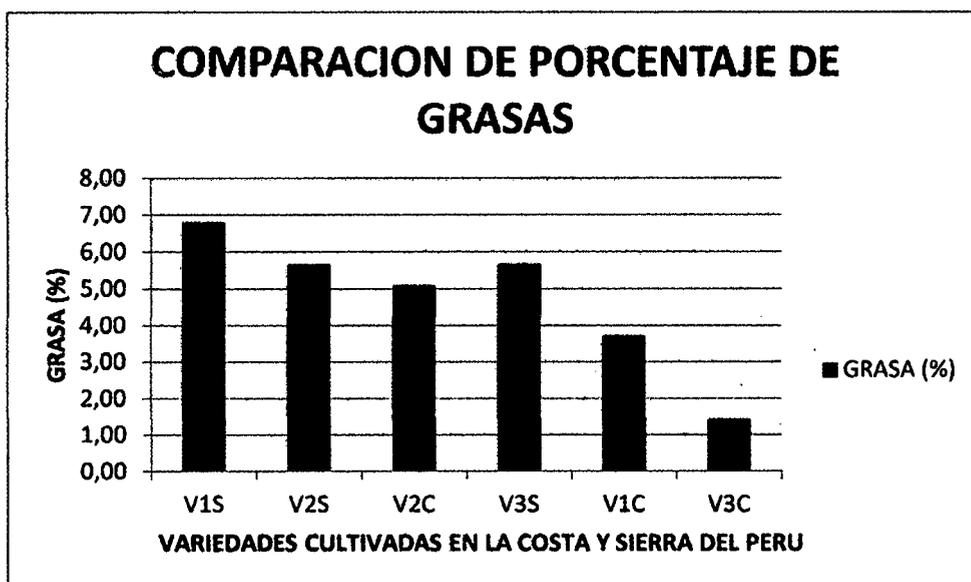
El análisis de grasa de la harina de quinua se muestra en la Tabla 8, donde la variedad INIA 420 COLLANA (Negra) cultivada en la sierra tiene **6.79%**, teniendo el mayor contenido en porcentaje de grasas.

Cuadro 17: Resultados de % grasa para cada variedad en diferente zona de cultivo.

VARIETADES DE QUINUA CULTIVADAS EN LA COSTA Y SIERRA DEL PERU	VARIETADES	GRASA (%)
INIA 420 COLLANA (Negra)-Sierra	V1S	6.79
INIA 415 PASANCALLA (Roja)-Sierra	V2S	5.65
INIA 415 PASANCALLA (Roja)-Costa	V2C	5.08
INIA 431 ALTIPLANO (Blanca)-Sierra	V3S	5.66
INIA 420 COLLANA (Negra)-Costa	V1C	3.71
INIA 431 ALTIPLANO (Blanca)-Costa	V3C	1.42

V1S= INIA 420 COLLANA (Negra)-Sierra; V2S= INIA 415 PASANCALLA (Roja)-Sierra; V2C= INIA 415 PASANCALLA (Roja)-Costa; V3S= INIA 431 ALTIPLANO (Blanca)-Sierra; V1C= INIA 420 COLLANA (Negra)-Costa; V3C= INIA 431 ALTIPLANO (Blanca)-Costa

Gráfica 02: Porcentaje de grasa Vs Variedades cultivadas en la costa y Sierra.



Como se puede observar en la gráfica las tres variedades cultivadas en la sierra INIA 420 COLLANA (Negra) tiene 6.79 %, INIA 415 PASANCALLA (Roja) tiene 5.65 % y INIA 431 ALTIPLANO (Blanca) tiene 5.66 %, tienen mayor porcentaje que las variedades

cultivadas en la costa INIA 420 COLLANA (Negra) tiene 3.71% , INIA 415 PASANCALLA (Roja) tiene 5.08% y INIA 431 ALTILANO (Blanca) tiene 1.42%.

CENIZAS

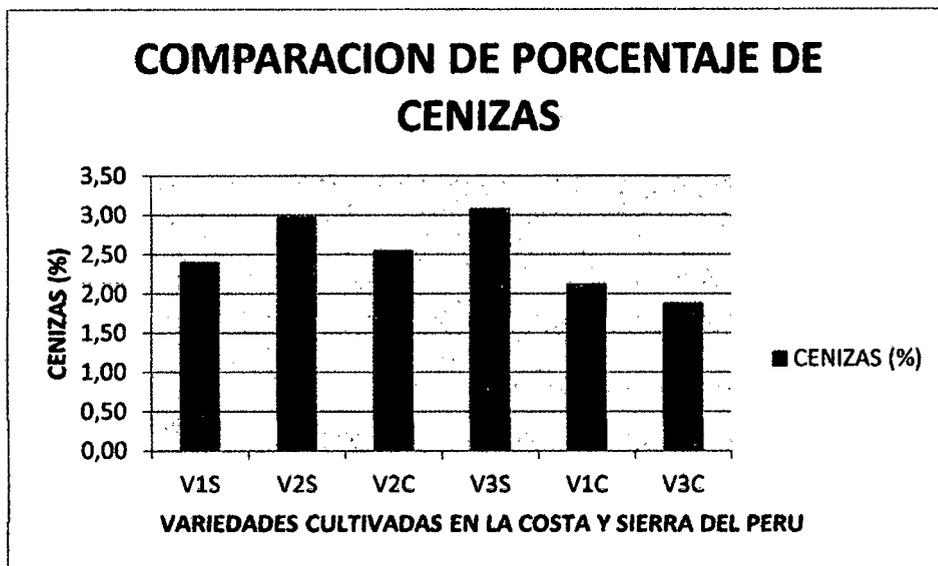
Se observa en el cuadro 18, el contenido de cenizas el más alto es en la harina de quinua de la variedad INIA 431 ALTILANO (Blanca) cultivada en la sierra del Perú debido a que ésta presenta en porcentaje 3.08%.

Cuadro 18: Resultados de % grasa para cada variedad en diferente zona de cultivo.

VARIEDADES DE QUINUA CULTIVADAS EN LA COSTA Y SIERRA DEL PERU	VARIEDADES	CENIZAS (%)
INIA 420 COLLANA (Negra)-Sierra	V1S	2.40
INIA 415 PASANCALLA (Roja)-Sierra	V2S	2.97
INIA 415 PASANCALLA (Roja)-Costa	V2C	2.55
INIA 431 ALTILANO (Blanca)-Sierra	V3S	3.08
INIA 420 COLLANA (Negra)-Costa	V1C	2.12
INIA 431 ALTILANO (Blanca)-Costa	V3C	1.88

V1S= INIA 420 COLLANA (Negra)-Sierra; V2S= INIA 415 PASANCALLA (Roja)-Sierra; V2C= INIA 415 PASANCALLA (Roja)-Costa; V3S= INIA 431 ALTIPLANO (Blanca)-Sierra; V1C= INIA 420 COLLANA (Negra)-Costa; V3C= INIA 431 ALTIPLANO (Blanca)-Costa

Grafica 03: Porcentaje de Cenizas Vs Variedades cultivadas en la costa y Sierra.



Como se puede observar en la gráfica las tres variedades cultivadas en la sierra INIA 420 COLLANA (Negra) tiene 2.40 %, INIA 415 PASANCALLA (Roja) tiene 2.97% y INIA 431 ALTILANO (Blanca) tiene 3.08%, tienen mayor porcentaje que las variedades cultivadas en la costa INIA 420 COLLANA (Negra) tiene 2.12% , INIA 415 PASANCALLA (Roja) tiene 2.55% y INIA 431 ALTILANO (Blanca) tiene 1.88%.

HUMEDAD

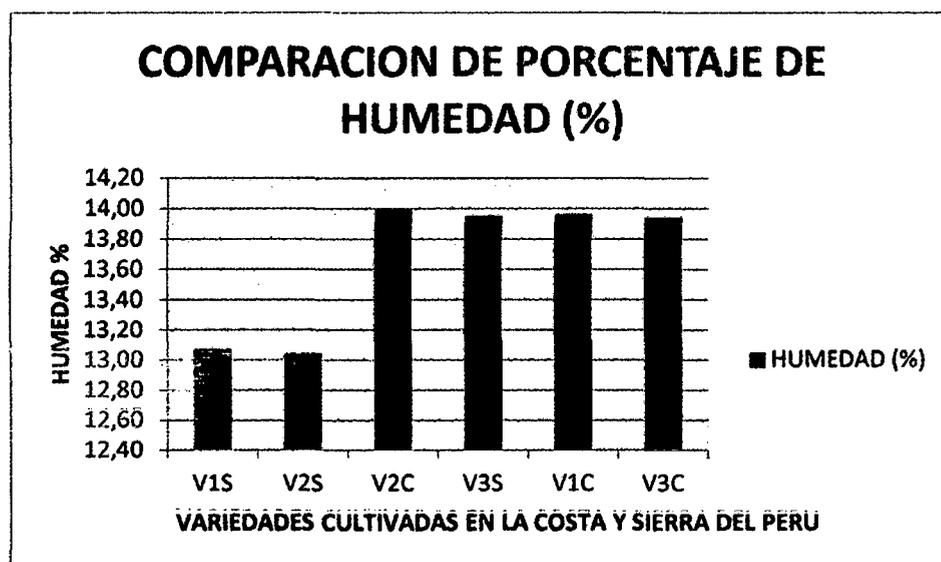
El análisis de humedad de la harina de quinua de las variedades cultivadas en la costa y sierra del Perú se muestra en el cuadro 19, donde se ve que esta cumple con los parámetros establecidos en la Norma Técnica Peruana, ya que esta exige como máximo una humedad 15.5 %, y el valor arrojado en el análisis es de promedio 13.66%. Se usó la misma legislación empleada para la harina de trigo.

Cuadro 19: Resultados de % Humedad para cada variedad en diferente zona de cultivo

VARIETADES DE QUINUA CULTIVADAS EN LA COSTA Y SIERRA DEL PERU	VARIETADES	HUMEDAD (%)
INIA 420 COLLANA (Negra)-Sierra	V1S	13.07
INIA 415 PASANCALLA (Roja)-Sierra	V2S	13.04
INIA 415 PASANCALLA (Roja)-Costa	V2C	13.99
INIA 431 ALTILANO (Blanca)-Sierra	V3S	13.95
INIA 420 COLLANA (Negra)-Costa	V1C	13.96
INIA 431 ALTILANO (Blanca)-Costa	V3C	13.94

V1S= INIA 420 COLLANA (Negra)-Sierra; V2S= INIA 415 PASANCALLA (Roja)-Sierra; V2C= INIA 415 PASANCALLA (Roja)-Costa; V3S= INIA 431 ALTIPLANO (Blanca)-Sierra; V1C= INIA 420 COLLANA (Negra)-Costa; V3C= INIA 431 ALTIPLANO (Blanca)-Costa

Grafica 04: Porcentaje de Humedad Vs Variedades cultivadas en la costa y Sierra.



Como se puede observar en la gráfica 3 las tres variedades cultivadas en la sierra INIA 420 COLLANA (Negra) tiene 13,07 % , INIA 415 PASANCALLA (Roja) tiene 13,04 % y INIA 431 ALTILANO (Blanca) tiene 13,95%, tienen menor porcentaje de

humedad que las variedades cultivadas en la costa INIA 420 COLLANA (Negra) tiene 13.96 % , INIA 415 PASANCALLA (Roja) tiene 13.99 % y INIA 431 ALTILANO (Blanca) tiene 13.94 %.

CARBOHIDRATOS

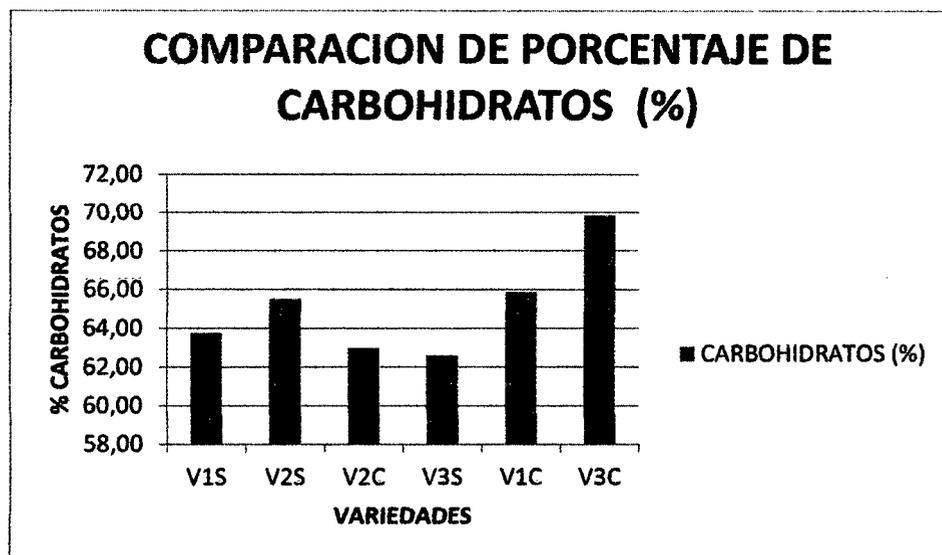
Se observa en el cuadro 20 que la harina de quinua de la variedad INIA 431 ALTIPLANO (Blanca) cultivada en la costa tiene mayor porcentaje en carbohidratos con un 69.85%.

Cuadro 20: Resultados de % Carbohidratos para cada variedad en diferente zona de cultivo

VARIETADES DE QUINUA CULTIVADAS EN LA COSTA Y SIERRA DEL PERU	VARIETADES	CARBOHIDRATOS (%)
INIA 420 COLLANA (Negra)-Sierra	V1S	63.74
INIA 415 PASANCALLA (Roja)-Sierra	V2S	65.51
INIA 415 PASANCALLA (Roja)-Costa	V2C	62.98
INIA 431 ALTILANO (Blanca)-Sierra	V3S	62.61
INIA 420 COLLANA (Negra)-Costa	V1C	65.90
INIA 431 ALTILANO (Blanca)-Costa	V3C	69.85

V1S= INIA 420 COLLANA (Negra)-Sierra; V2S= INIA 415 PASANCALLA (Roja)-Sierra; V2C= INIA 415 PASANCALLA (Roja)-Costa; V3S= INIA 431 ALTIPLANO (Blanca)-Sierra; V1C= INIA 420 COLLANA (Negra)-Costa; V3C= INIA 431 ALTIPLANO (Blanca)-Costa

Grafica 05: Porcentaje de Carbohidratos Vs Variedades cultivadas en la costa y Sierra.



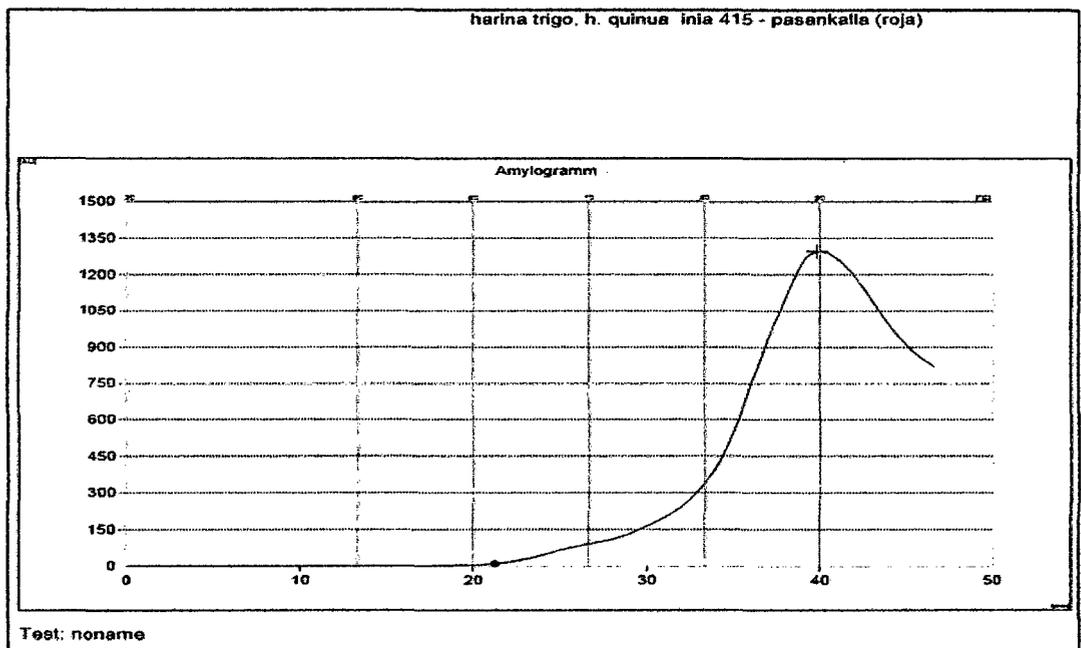
Como se puede observar en la gráfica 3 las tres variedades cultivadas en la sierra INIA 420 COLLANA (Negra) tiene **63.74 %**, INIA 415 PASANCALLA (Roja) tiene **65.51 %** y INIA 431 ALTILANO (Blanca) tiene **62.61%**, tienen menor porcentaje de Carbohidratos que las variedades cultivadas en la costa INIA 420 COLLANA (Negra) tiene **65.90 %** , INIA 415 PASANCALLA (Roja) tiene **62.98 %** y INIA 431 ALTILANO (Blanca) tiene **69.85 %**.

4.3. ANALISIS REOLOGICOS DE LAS MEZCLAS CON LAS VARIEDADES DE QUINUA INIA – 415 PASANKALLA (ROJA), INIA – 431 ALTIPLANO (BLANCA) Y INIA 420 – COLLANA (NEGRA), CULTIVADAS EN LA COSTA Y SIERRA DEL PERU

4.3.1. ANALISIS AMILOGRAFO

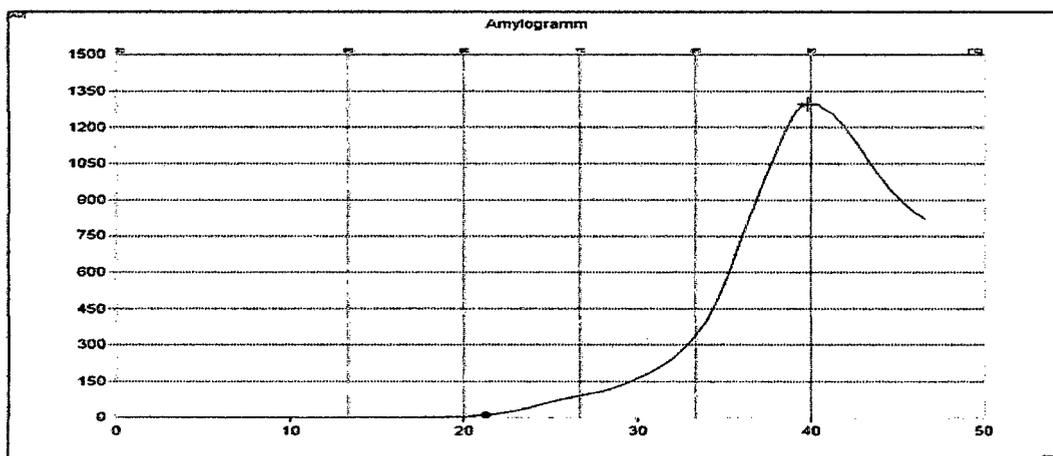
Del amilógrafo se obtiene la altura de la curva, la cual indica el grado de gelatinización. Una curva baja indica mala gelatinización la cual quiere decir que el almidón no se une con el agua y esto permanece libre. Una curva elevada demuestra un alto grado de gelatinización y buena capacidad para mantener el agua, de modo que no quede libre. En las gráficas se observa el comienzo de la gelatinización, un pico máximo de gelatinización llegando a la temperatura de gelatinización.

4.3.1.1. Gráficas de los análisis amilografos de las mezclas



**Grafica 06: 85 % Trigo y 15 % Quinoa INIA 415 Pasancalla (Roja)-
Costa**

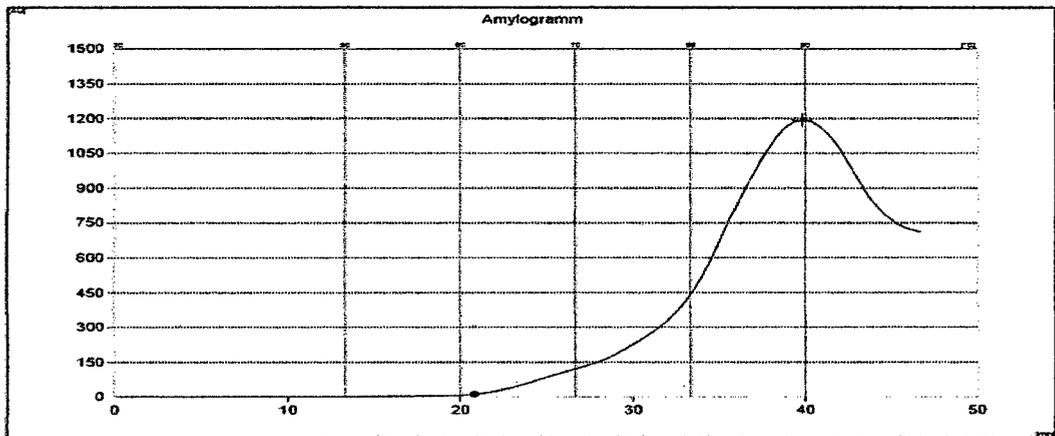
En la figura 06, se observa el inicio de la temperatura de gelatinización la cual se dio a 61.9 °C llegando a un pico máximo de gelatinización de 1296 AU (unidades amilograficas) a una temperatura de 89.8 °C.



Test: noname

**Grafica 07: 85 % Trigo y 15 % Quinoa INIA 415 Pasancalla (Roja)-
Sierra**

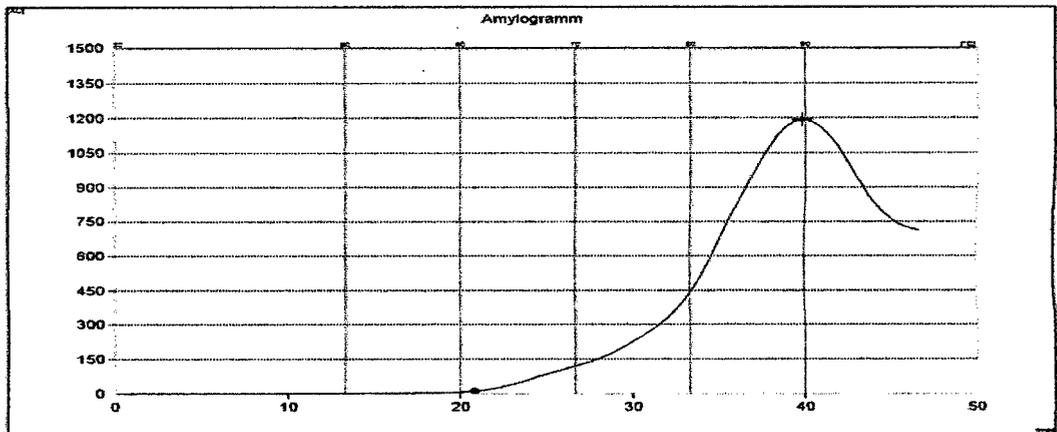
En la figura 07, se observa el inicio de la temperatura de gelatinización la cual se dio a 52°C llegando a un pico máximo de gelatinización de 1098 AU (unidades amilograficas) a una temperatura de 76 °C.



Test: noname

Grafica 08: 85 % Trigo y 15 % Quinoa INIA 420 Collana (Negra)- Costa

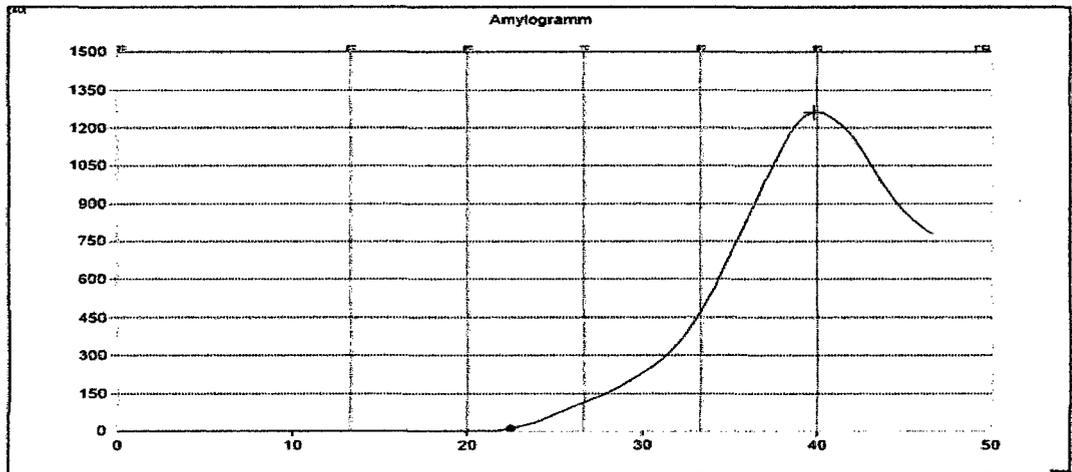
En la figura 08, se observa el inicio de la temperatura de gelatinización la cual se dio a 61.3 °C llegando a un pico máximo de gelatinización de 1192 AU (unidades amilograficas) a una temperatura de 89.8 °C.



Test: noname

Grafica 09: 85 % Trigo y 15 % Quinoa INIA 420 Collana (Negra)- Sierra

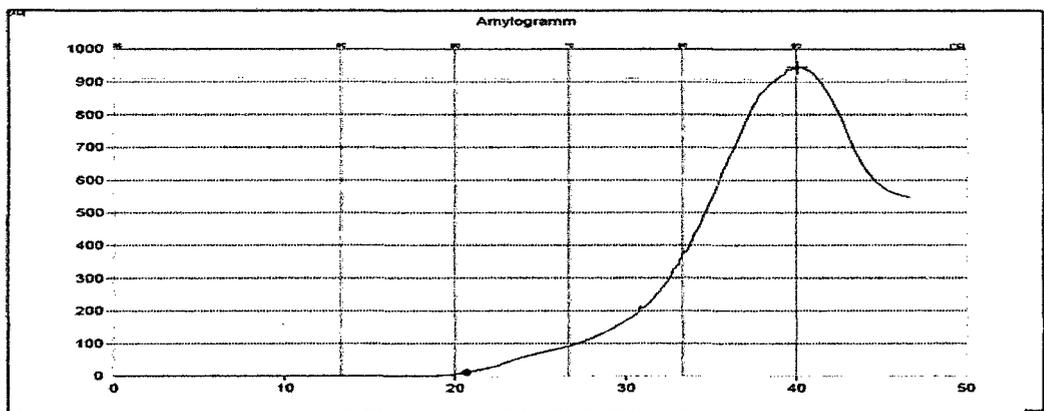
En la grafica 09, se observa el inicio de la temperatura de gelatinización la cual se dio a 60.6 °C llegando a un pico máximo de gelatinización de 1267.9 AU (unidades amilograficas) a una temperatura de 87.9 °C.



Test: noname

Grafica 10: 85 % Trigo y 15 % Quinoa INIA 431 Altiplano (Blanca) Costa

En la grafica 10, se observa el inicio de la temperatura de gelatinización la cual se dio a 63.8 °C llegando a un pico máximo de gelatinización de 1261 AU (unidades amilograficas) a una temperatura de 89.8 °C.



Test: noname

**Grafica 11: 85 % Trigo y 15 % Quinoa INIA Altiplano 431 (Blanca)-
Costa**

En la grafica 11, se observa el inicio de la temperatura de gelatinización la cual se dio a 61 °C llegando a un pico máximo de gelatinización de 945 AU (unidades amilograficas) a una temperatura de 90.1°C.

Cuadro 20: Datos de amilografía

Corridas	A: zona de cultivo	B: Mezcla de harina de trigo con las variedades de Quinua	T° de inicio de gelatinización	T° máxima de gelatinización	Máximo de gelatinización
			°C	°C	AU
1	Costa	M3	61.9	89.8	1296
2	Costa	M3	61.9	89.8	1296
3	Sierra	M5	60.6	87.9	1267.9
4	Costa	M1	63.8	89.8	1261
5	Sierra	M4	52	76	1098
6	Costa	M6	61.3	89.8	1192
7	Sierra	M5	60.6	87.9	1267.9
8	Sierra	M2	61	90.1	945
9	Sierra	M2	61	90.1	945
10	Costa	M1	63.8	89.8	1261
11	Costa	M6	61.3	89.8	1192
12	Sierra	M4	52	76	1098

M1=H. Trigo 15 % + H. de Quinua INIA 431 - ALTIPLANO (Blanca) - Costa; M2= H. Trigo 15 % + H. de Quinua INIA 431 - ALTIPLANO (Blanca) - Sierra; M3= H. Trigo 15 % + H. de Quinua INIA 415 PASANKALLA (Roja)- Costa; M4= H. Trigo 15 % + H. de Quinua INIA 415 PASANKALLA (Roja) - Sierra; M5= H. Trigo 15 % + H. de Quinua INIA 420 COLLANA (Negra) - Sierra; M6= H. Trigo 15 % + H. de Quinua INIA 420 COLLANA (Negra) - Costa

Las Gráficas 06, 07, 08, 09, 10 y 11 muestran los puntos de evaluación: Comienzo de la gelatinización (punto azul), temperatura de gelatinización (+ azul) y máxima gelatinización (eje y). La temperatura de gelatinización es un índice de ordenamiento (asociación) intragranular, por lo que mayor sea este valor, mayor será el grado de asociación entre las macromoléculas en el interior del granulo de almidón (Calcaño. 1991). La Mezcla M3 y M1 Tiene una temperatura de gelatinización ligeramente mayor que las mezclas M2, M4, M5 y M6. Cabe mencionar que la estructura de la amilopectina del almidón de la

quinua es similar a la de cereales, pero su bajo contenido de almidón hace que el pan de molde de quinua sea menos viscosa que la del trigo (Herencia, 1998). El punto máximo de gelatinización fue observada en la mezcla M3 con 1296 AU, mientras que la mezcla M1, M2, M4, M5, y M6 han obtenido 1261 AU, 945 AU, 1098, 1267, y 1192 respectivamente; lo que hace suponer que cuanto mayor sea el valor de AU menor es la actividad enzimática de la harina. De acuerdo a los resultados, se puede concluir que los gránulos de la suspensión de almidón de la quinua con trigo donde predomina el trigo, tiene mayor capacidad de absorción de agua obtenida y por ende una mayor alteración granular, dando una mayor viscosidad en la masa formada (Calcáneo, 1991). El gránulo de almidón es completamente insoluble en agua fría. Sin embargo, cuando se calienta progresivamente una suspensión de almidón los gránulos empiezan a gelatinizar. A los 60 °C los débiles enlaces son disociados, los gránulos empiezan a hincharse y la estructura interna inicia sus cambios. Si se continúa calentando se produce una penetración del agua en el interior y el gránulo continúa hinchando y gelificando, hasta formar una pasta más o menos espesa y clara. Este fenómeno es primordial para que las enzimas puedan ejercer su acción. En efecto, el gran tamaño de la amilasa le hace incapaz de penetrar por los finos micro poros del gránulo. Por efecto de la gelatinización se abre el gránulo y la amilasa puede atacar las fracciones del almidón. Bernabé (2005)

4.3.2.1. Análisis estadístico de máximo gelatinización (AU) y la temperatura de gelatinización (°C)

Cuadro 21: ANOVA de Temperatura de inicio de gelatinización.

	Suma de cuadrados	GI	Media Cuadrática	F	Prob>F	
Model	150.54	5.00	30.11	836	< 0.0001	significativo
A-zona de cultivo	38.00	1.00	38.00	1056	< 0.0001	
B-Mezcla de harina de trigo con las variedades de Quinua	65.90	2.00	32.95	915	< 0.0001	
AB	29.75	2.00	14.87	413	< 0.0001	
Error	0.18	5.00	0.04			
Total	150.72	10.00				

El modelo F-valor de 836,34 implica el modelo es significativo. Sólo hay una oportunidad 0,01% de que un "Modelo F-Valor" esta amplia podría ocurrir debido a la mezcla. Los valores de "Prob> F" menos de 0,0500 indican los términos del modelo son significativas. En este caso A, B, AB son los términos del modelo significativos.

Se ha establecido que si existe diferencia significativa entre las mezclas aplicadas en la elaboración de pan de molde, con respecto a la temperatura de inicio de gelatinización del análisis amilografico, al 5% de significancia.

Mediante la prueba de significación del Design expert se puede concluir que estadísticamente las M1, M2, M3, M4, M5 y M6 tienen diferencias significativas al 5%. (Anexo 06)

Cuadro 21: ANOVA de Temperatura máxima de gelatinización.

	Suma de cuadrados	Gl	Media Cuadratica	F	Prob>F	
Model	297.66	5.00	59.53	63660000	< 0.0001	significativo
A-zona de cultivo	43.20	1.00	43.20	63660000	< 0.0001	
B-Mezcla de harina de trigo con las variedades de Quinoa	141.09	2.00	70.55	63660000	< 0.0001	
AB	85.63	2.00	42.81	63660000	< 0.0001	
Error	0.00	5.00	0.00			
Total	297.66	10.00				

El Valor de f Modelo de 63660000.00 implica que el modelo es significativo. Hay sólo una posibilidad del 0.01 % que " un Valor de f Modelo " este amplia pudiera ocurrir debido a las mezclas. Los valores " de Prob> la F " menos de 0.0500 indica que términos modelos son significativos. En este caso A, la B, AB es términos significativos modelos.

Se ha establecido que si existe diferencia significativa entre las mezclas aplicadas en la elaboración de pan de molde, con respecto a la temperatura máximo de gelatinización del análisis amilografico, al 5% de significancia. Mediante la prueba de significación del Design expert se puede concluir que estadísticamente las M1, M2, M3, M4, M5 y M6 tienen diferencias significativas al 5%. (Anexo 06)

Cuadro 22: ANOVA de máximo de gelatinización.

	Suma de cuadrados	Gl	Media Cuadratica	F	Prob>F	
Model	147400.00	5.00	29480.96	28	0.00	significativo
A-zona de cultivo	67003.23	1.00	67003.23	65	0.00	
B-Mezcla de harina de trigo con las variedades de Quinúa	23520.72	2.00	11760.36	11	0.01	
AB	59539.64	2.00	29769.82	29	0.00	
Error	5181.62	5.00	1036.32			
Total	152600.00	10.00				

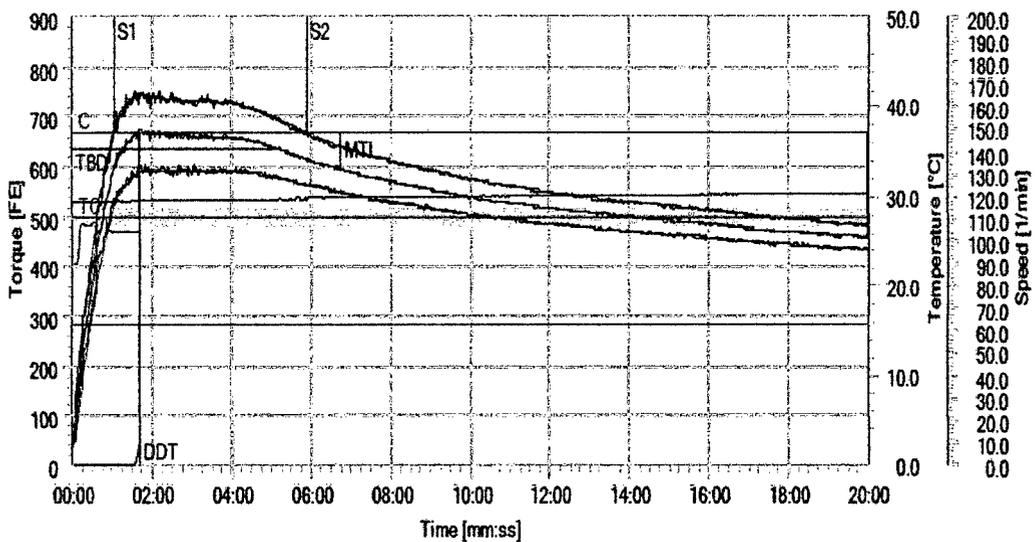
El Valor de f Modelo de 28.45 implica que el modelo es significativo. Hay sólo una posibilidad del 0.11 % que " un Valor de F Modelo " este amplia pudiera ocurrir debido a las mezclas. Los valores " de Prob> la F " menos de 0.0500 indica que términos modelos son significativos. En este caso A, la B, AB es términos significativos modelos.

Se ha establecido que si existe diferencia significativa entre las mezclas aplicadas en la elaboración de pan de molde, con respecto al máximo de gelatinización del análisis amilografico, al 5% de significancia. Mediante la prueba de significación del Design expert se puede concluir que estadísticamente las M1, M2, M3, M4, M5 y M6 tienen diferencias significativas al 5%. (Anexo 06)

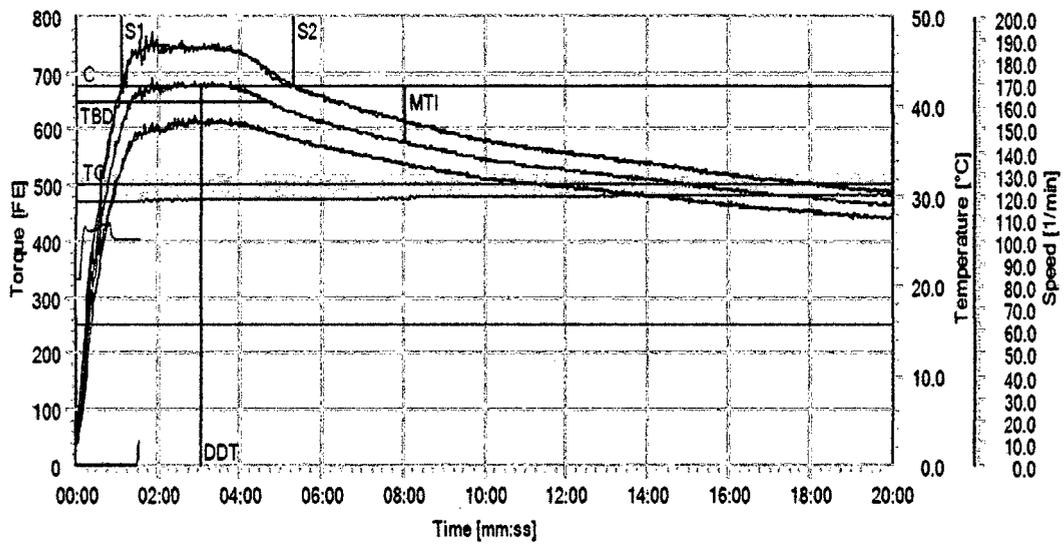
4.3.1 ANALISIS FARINOGRAFICO

El farinograma mide la consistencia de la masa mediante la fuerza necesaria para mezclarla a una velocidad constante y también mide la absorción de agua necesaria para alcanzar dicha consistencia. Para realizar el análisis se toma una pequeña cantidad de harina, de mezcla con agua y se permite que la masa se desarrolle a la vez que se mide la estabilidad y tolerancia al amasado. Como una nota parte hay que decir que este porcentaje es ligeramente superior al real debido a que los otros ingredientes influyen en la absorción final de la harina (Bravo 1999).

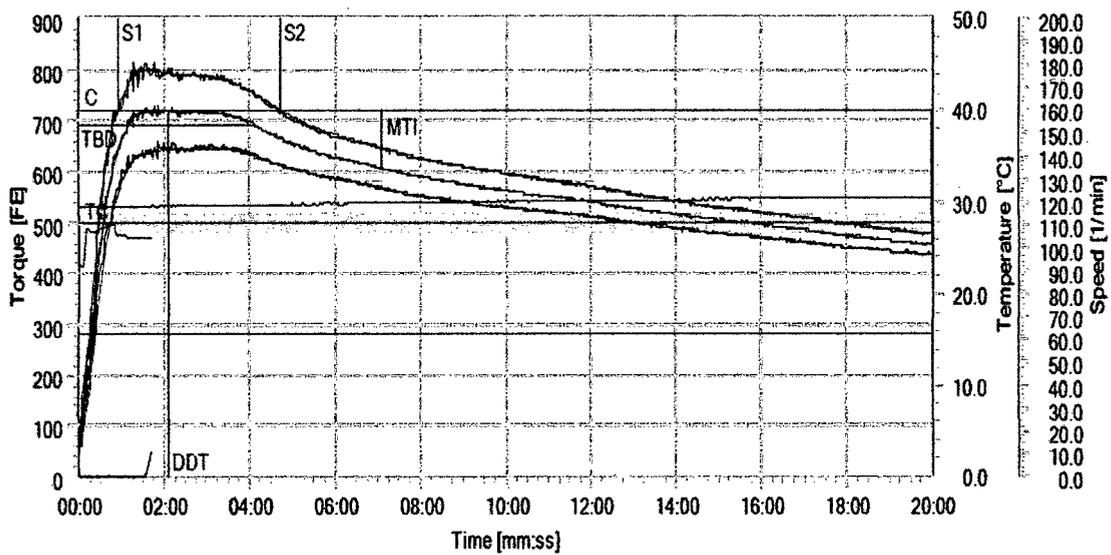
4.3.1.1 Grafica de los análisis farinográficos de las mezclas



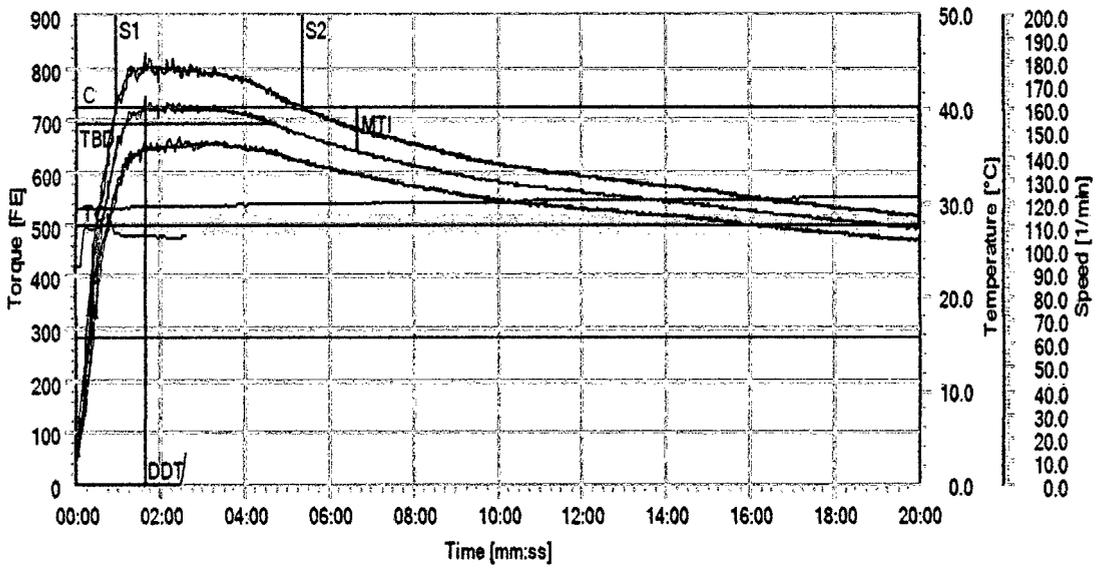
Grafica 12: (85 % Trigo y 15 % Quinua INIA 431 Altiplano (Blanca)-Costa)



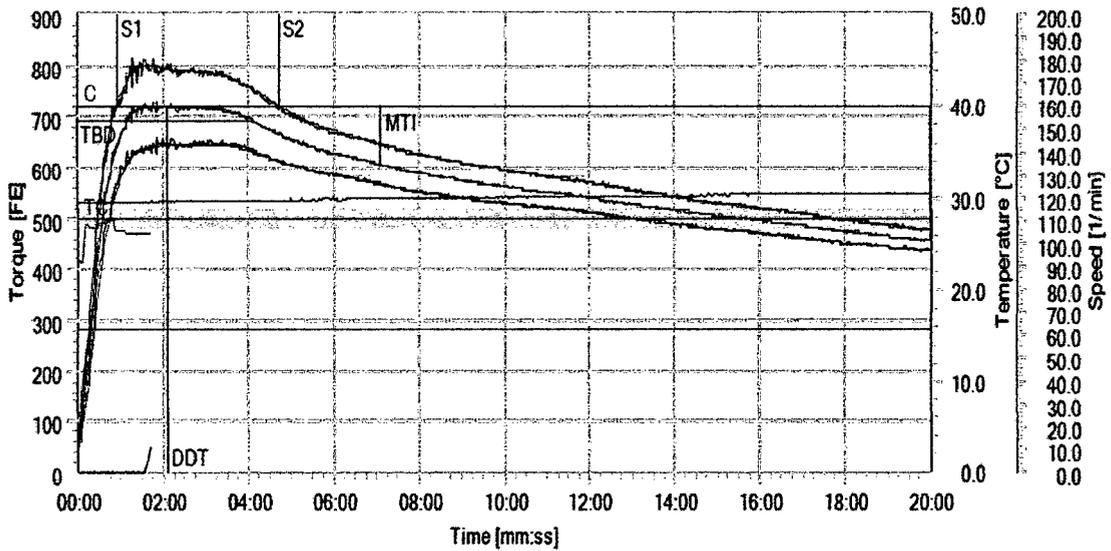
Grafica 13: (85% Trigo y 15 % Quinoa INIA 420 Collana (Negra)- Costa)



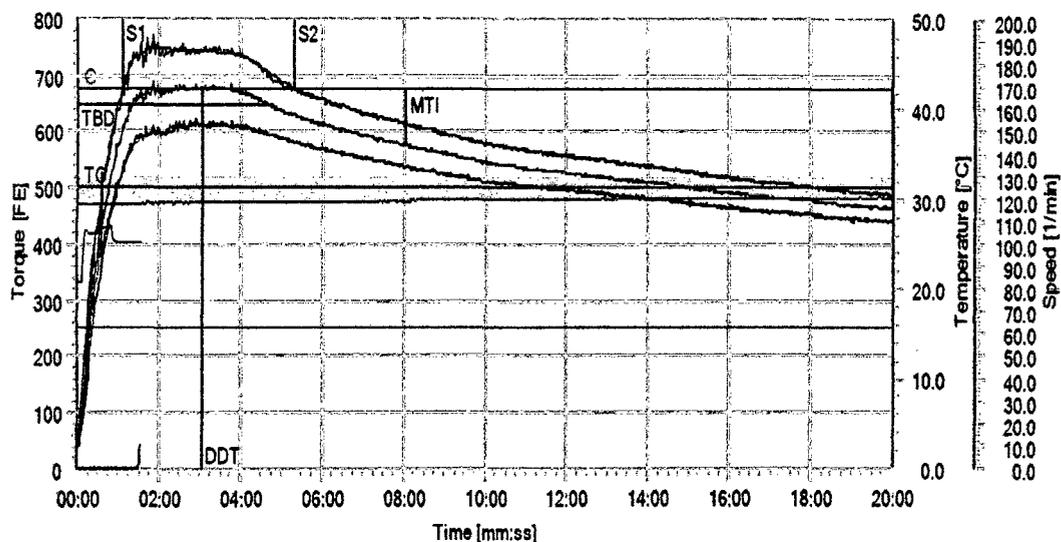
Grafica 14: (85 % Trigo y 15 % Quinoa INIA 415 Pasancalla (Roja)- Costa)



Grafica 15: (85 % Trigo y 15 % Quinoa INIA 431 Altiplano (Blanca)- Sierra)



Grafica 16:(85 % Trigo y 15 % Quinoa INIA 415 Pasancalla (Roja)- Sierra)



**Grafica 17: (85 % Trigo y 15 % Quinoa INIA 420 Collana (Negra)-
Costa)**

De las figuras 12, 13, 14, 15, 16 y 17 muestran que la consistencia predeterminada para la evaluación ACC para Brabender® /ICC/BIPEA es de 500 FU mostrado en la línea rojo horizontal (TC), la curva verde representa la línea media calculada, la línea verde horizontal (C) es la consistencia realmente alcanzada con el agua añadida (Máximo de la línea media)

Cuadro 23: Resumen de las mezclas analizadas por el farinograma

Corridas	A:zona de cultivo	B:Mezcla de harina de trigo con las variedades de Quinua	C	AAH	AAC	E	TDE	TR
			FE	%	%	mm:ss	min	min
1	Costa	M3	721	61.7	61.5	03:48	02:07	04:06
2	Costa	M3	721	61.7	61.5	03:48	02:07	04:06
3	Sierra	M5	705.4	60.4	60.2	4	3	5
4	Costa	M1	668	60,1	60,2	04:51	01:43	05:06
5	Sierra	M4	611	52	52	3	2	3
6	Costa	M6	679	61	60.5	04:14	03:03	04:42
7	Sierra	M5	705.4	60.4	60.2	4	3	5
8	Sierra	M2	724	61.5	61.6	04:21	01:39	04:42
9	Sierra	M2	724	61.5	61.6	04:21	01:39	04:42
10	Costa	M1	668	60,1	60,2	04:51	01:43	05:06
11	Costa	M6	679	61	60.5	04:14	03:03	04:42
12	Sierra	M4	611	52	52	3	2	3

C= Consistencia, AAH=Absorción de Agua con respecto a la humedad, AAC= Absorción de Agua con respecto a la Consistencia, E= Estabilidad, TDE=Tiempo de desenvolvimiento y estabilidad, TR= Tiempo de rotura

M1=H. Trigo 15 % + H. de Quinua INIA 431 - ALTIPLANO (Blanca) - Costa; M2= H. Trigo 15 % + H. de Quinua INIA 431 - ALTIPLANO (Blanca) - Sierra; M3= H. Trigo 15 % + H. de Quinua INIA 415 PASANKALLA (Roja)- Costa; M4= H. Trigo 15 % + H. de Quinua INIA 415 PASANKALLA (Roja) - Sierra; M5= H. Trigo 15 % + H. de Quinua INIA 420 COLLANA (Negra) - Sierra; M6= H. Trigo 15 % + H. de Quinua INIA 420 COLLANA (Negra) - Costa

De las gráficas 12, 13, 14, 15, 16 y 17 se observa que la consistencia (set Point) 500 FE (línea verde horizontal), por lo que la variable respuesta de consistencia, según mezcla en un punto DDT (Development Time) tiende a llegar al set point establecido, así para las mezclas M2, M1, M4 y M3 tienen los TDE más cortos (01:39, 01:43, 2:00, y 2:07) en llegar a la consistencia establecida, a diferencia de las mezclas M5 y M6 con (3:00 y 03:03), estos

TDE dependen de la mezcla a evaluar. El tiempo de llegada o tiempo de desenvolvimiento de la masa, es el tiempo que tarda en formarse la masa y en llegar a los 500 UB. Después de 30 segundos de haber adicionado el agua, es la velocidad con la que harina absorbe el agua y forma el gluten. Es el tiempo necesario para alcanzar la máxima consistencia. En una harina fuerte, este periodo puede ser notablemente largo y es posible que este hecho este en relación con la alta calidad del gluten o también con la velocidad de absorción de agua por parte de la misma. (Sierra et al., 2006)

De las graficas 12, 13, 14, 15, 16 y 17 se observa que la mezcla M3, M2 y M1 tiene mayor consistencia y mayor absorción de agua que las mezclas M4, M5 y M6, pero el M3 y M4 estos tienen menor tiempo de rotura. El tiempo de rotura representa la resistencia de la masa al amasado y mientras más alto sea este valor, más débil es la masa (Sierra et al., 2006).

Los datos de consistencia entre mezclas muestran diferencias por mezclas, esto es debido a que cada mezcla tiene un contenido diferente de harina, en el cuadro 23, se observa que la mezcla M2 Y M3 tiene mayor consistencia que las demás mezclas M4, M5, M6, y M1 por ende a mayor consistencia menor tiempo de rotura, esto quiere decir que la red del gluten se corrobora que es buena, es decir la mezcla M3 (85% de harina de trigo y 15% de harina de quinua INIA 415 PASANKALLA (Roja) cultivada en la Costa del Perú, influye de una manera positiva en la red del gluten esto hace de que posteriormente podamos tener una masa manejable al momento de pasar por la etapa del laminado para así obtener pastas alimenticias. (Astaíza et al., 2010). Los datos de las formulaciones difieren a diversos factores que influyen en la consistencia de las harinas: Uno de ellos es que una harina con baja proteína y calidad pobre, presenta un tiempo de resistencia al mezclado menor que un harina con alta proteína y calidad buena. La proteína es el compuesto que más afecta la funcionalidad y calidad de los productos de trigo; esto es debido a que importantes factores como la absorción de agua el tiempo de amasado y la estabilidad dependen de la cantidad de proteína (Sierra et al., 2006)

Al elaborar la masa, esta requiere la adición de una cierta cantidad variable de agua según las diversas harinas, con el fin de obtener la consistencia optima requerida para la elaboración del pan de molde, en el farinografo se consigue, al ir agregando el agua, hasta que la aguja marque la cifra 500, que corresponde a la consistencia normal. Como se ha anotado, esta capacidad de absorción de agua, es un carácter distintivo de las harinas; por lo tanto, refleja en cierto modo la naturaleza de la estructura intima de la harina, que determina sus cualidades plásticas. (Sierra et al., 2006).

El índice de tolerancia es la cantidad de Unidades farinograficas que logra obtener la masa en la gráfica por encima de las 500 FE, y de acuerdo a las formulaciones es que hubo una oscilación de 72 a 115 FE. El índice de tolerancia o grados de ablandamientos elevados indican que la red del gluten es mala o que la harina posee mucho almidón dañado; este almidón se rompe en el proceso de molienda y es capaz de absorber el doble de agua que un almidón intacto (Bravo, 1999). En el cuadro 23 se puede observar que la mezcla M3 produjo mayor ablandamiento, puesto que tiene un elevado índice de tolerancia pero si analizamos los % de su formulación todas las mezclas tienen la misma cantidad de harina de trigo, pero puede que haya mucho daño en el almidón que posee la harina de quinua de las demás variedades cultivadas en la Costa y Sierra del Perú, tras pasar por la etapa de molienda y tamizado.

La edad de las harinas influye en los resultados farinograficos, ya que en la misma hay una oxidación natural de las grasas, provocando cambio en el farinograma. Los animales de almidón dañado en la molienda afectan la absorción de agua en el farinografo. La calidad de la proteína afecta la absorción de agua.

Y la granulometría altera la absorción de agua. Pues todo lo mencionado producen cambios en el perfil farinografico de la harina que conducen a variaciones en el índice de estabilidad y tolerancia de la masa (Bravo, 1999).

El otro parámetro a medir con un farinografo es la estabilidad que no es más que el tiempo expresado en minutos, en que la masa mantiene su máxima

consistencia (esto se ve en el pico de las curvas; de las gráficas. Este valor refleja cuan fuerte es la harina para soportar el amasado y en este caso todas las mezclas tuvieron similar tiempo de estabilidad. Se considera una masa de buena calidad panadera aquella con una estabilidad de 10 a 15 min (Peña et al., 2008).

Los valores de estabilidad de las harinas evaluadas mostradas en el cuadro 23 menores a 10min, estas son las mezclas M1, M2, M3, M4, M5, M6 con 4.51, 4.21, 3.48, 3, 4, 4.14 min respectivamente, por lo que según Peña et al., (2008), se relacionan con harinas de masas débiles, las cuales corresponden a las obtenidas de trigos suaves, lo que se podría relacionar con su alto contenido de gluten seco.

Se decidió analizar la influencia de la consistencia y la absorción de agua en las formulaciones trabajadas durante la investigación para lograr saber cómo se ve afectada las masas de las harinas al ser mezcladas, saber cuánto es la cantidad de agua necesaria a trabajar y así se puede ver qué tanto de significancia tiene las mezclas.

4.3.1.2 Análisis estadístico de consistencia (FE), absorción de agua (%) y el tiempo de ruptura. (mm:ss)

Cuadro 24: ANOVA de absorción de agua con respecto a la consistencia en las mezclas

	Suma de cuadrados	Gl	Media Cuadrática	F	Prob>F	
Model	122.27	5	24.45	6113.36	< 0.0001	significativo
A-zona de cultivo	8.52	1	8.52	2130.1	< 0.0001	
B-Mezcla de harina de trigo con las variedades de Quinoa	52.99	2	26.49	6623.14	< 0.0001	
AB	52.96	2	26.48	6619.53	< 0.0001	
Error	0.02	5	4.00E-03			
Total	122.29	10				

El Valor de F Modelo de 6113.36 implica que el modelo es significativo. Hay sólo una posibilidad del 0.01 % que " un Valor de F Modelo " este amplia pudiera ocurrir debido a la mezclas. Los valores " de Prob> la F " menos de 0.0500 indica que términos modelos son significativos. En este caso A, la B, AB es términos significativos modelos.

Se ha establecido que si existe diferencia significativa entre las mezclas aplicadas en la elaboración de pan de molde, con respecto a la consistencia del análisis farinografico, al 5% de significancia.

Mediante la prueba de significación del Design expert se puede concluir que estadísticamente las M1, M2, M3, M4, M5 y M6 tienen diferencias significativas al 5%. (Anexo 3).

Cuadro 25: ANOVA de absorción de agua con respecto a la Humedad en las mezclas

	Suma de cuadrados	Gl	Media Cuadratica	F	Prob>F	
Model	121.79	5	24.36	1522.34	< 0.0001	significativo
A-zona de cultivo	11.62	1	11.62	726.28	< 0.0001	
B-Mezcla de harina de trigo con las variedades de Quinoa	51.14	2	25.57	1597.99	< 0.0001	
AB	50.18	2	25.09	1568.01	< 0.0001	
Error	0.08	5	0.016			
Total	121.87	10				

El Valor de F Modelo de 1522.34 implica que el modelo es significativo. Hay sólo una posibilidad del 0.01 % que " un Valor de f Modelo " este grande pudiera ocurrir debido a las mezclas. Los valores " de Prob> la F " menos de 0.0500 indica que términos modelos son significativos. En este caso A, la B, AB es términos significativos modelos.

Se ha establecido que si existe diferencia significativa entre las mezclas aplicadas en la elaboración de pan de molde, con respecto a la absorción de agua con respecto a la humedad del análisis farinografico, al 5% de significancia.

Mediante la prueba de significación del Design expert se puede concluir que estadísticamente las M1, M2, M3, M4, M5 y M6 tienen diferencias significativas al 5%. (Anexo 06)

Cuadro 26: ANVA Consistencia en las mezclas

	Suma de cuadrados	Gl	Media Cuadratica	F	Prob>F	
Model	15353.86	5	3070.77	18.18	0.0032	significativo
A-zona de cultivo	49.45	1	49.45	0.29	0.6117	
B-Mezcla de harina de trigo con las variedades de Quinoa	3908.92	2	1954.46	11.57	0.0133	
AB	11187.44	2	5593.72	33.11	0.0013	
Error	844.61	5	168.92			
Total	16198.46	10				

El Valor de F Modelo de 18.18 implica que el modelo es significativo. Hay sólo una posibilidad del 0.32 % que " un Valor de f Modelo " este pudiera ocurrir debido a las mezclas. Los valores " de Prob> la F " menos de 0.0500 indica que términos modelos son significativos. En este caso la B, AB es términos significativos modelos. Los valores mayor que 0.1000 indican que los términos modelos no son significativos.

Se ha establecido que si existe diferencia significativa entre las mezclas aplicadas en la elaboración de pan de molde, con respecto a la consistencia del análisis amilografico, al 5% de significancia. Mediante la prueba de significación del Design expert se puede concluir que estadísticamente las M1, M4, M5 y M6 tienen diferencias significativas al 5% y las mezclas M2 y M3 son iguales. (Anexo 06)

Cuadro 27: ANVA de la Estabilidad de las mezclas

	Suma de cuadrado s	Gl	Media Cuadratic a	F	Prob>F	
Model	4.91	5.00	0.98	63660000	< 0.0001	significativo
A-zona de cultivo	0.38	1.00	0.38	63660000	< 0.0001	
B-Mezcla de harina de trigo con las variedades de Quinua	3.51	2.00	1.75	63660000	< 0.0001	
AB	0.63	2.00	0.31	63660000	< 0.0001	
Error	0.00	5.00	0.00			
Total	4.91	10.00				

El Valor de f Modelo de 63660000.00 implica que el modelo es significativo. Hay sólo una posibilidad del 0.01 % que " un Valor de f Modelo " este amplia pudiera ocurrir debido a las mezclas. Los valores " de Prob> la F " menos de 0.0500 indica que términos modelos son significativos. En este caso A, la B, AB es términos significativos modelos.

Se ha establecido que si existe diferencia significativa entre las mezclas aplicadas en la elaboración de pan de molde, con respecto a la estabilidad del análisis farinográfico, al 5% de significancia. Mediante la prueba de significación del Design expert se puede concluir que estadísticamente las M1, M2, M3, M4, M5 y M6 tienen diferencias significativas al 5%. (Anexo 06)

Cuadro 28: ANOVA respecto al tiempo de desenvolvimiento y estabilidad de las mezclas

	Suma de cuadrados	GI	Media Cuadratica	F	Prob>F	
Model	8.00	5.00	1.60	63660000	< 0.0001	significativo
A-zona de cultivo	0.00	1.00	0.00			
B-Mezcla de harina de trigo con las variedades de Quinoa	8.00	2.00	4.00	63660000	< 0.0001	
AB	0.00	2.00	0.00			
Pure Error	0.00	5.00	0.00			
Cor Total	8.00	10.00				

El Valor de f Modelo de 63660000.00 implica que el modelo es significativo. Hay sólo una posibilidad del 0.01 % que " un Valor de f Modelo " este grande pudiera ocurrir debido a las mezclas. Los valores " de Prob> la F " menos de 0.0500 indica que términos modelos son significativos. En este caso A, la B, AB es términos significativos modelos.

Se ha establecido que si existe diferencia significativa entre las mezclas aplicadas en la elaboración de pan de molde, con respecto al tiempo de desenvolvimiento y estabilidad del análisis amilografico, al 5% de significancia. Mediante la prueba de significación del Design expert se puede concluir que estadísticamente las mesclas M1, M2, M3, M4, M5 y M6 tienen diferencias significativas al 5%. (Anexo 06)

Cuadro 29: ANVA respecto al tiempo de rotura de las mezclas

	Suma de cuadrado s	Gl	Media Cuadratica	F	Prob>F	
Model	5.64	5.00	1.13	63660000	< 0.0001	significativo
A-zona de cultivo	0.17	1.00	0.17	63660000	< 0.0001	
B-Mezcla de harina de trigo con las variedades de Quinoa	2.70	2.00	1.35	63660000	< 0.0001	
AB	2.50	2.00	1.25	63660000	< 0.0001	
Error	0.00	5.00	0.00			
Total	5.64	10.00				

El Valor de f Modelo de 63660000.00 implica que el modelo es significativo. Hay sólo una posibilidad del 0.01 % que " un Valor de f Modelo " este amplia pudiera ocurrir debido a las mezclas. Los valores " de Prob> la F " menos de 0.0500 indica que términos modelos son significativos. En este caso A, la B, AB es términos significativos modelos.

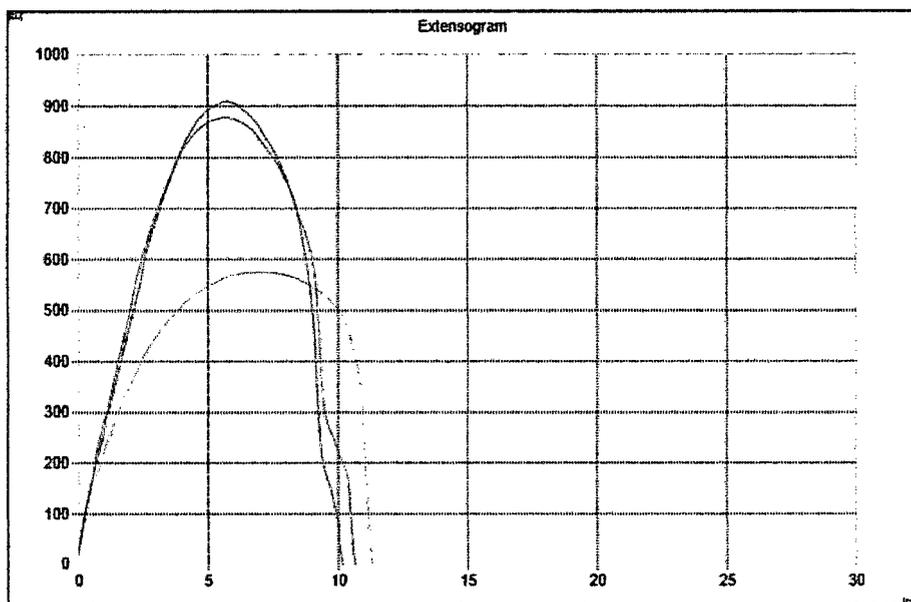
Se ha establecido que si existe diferencia significativa entre las mezclas aplicadas en la elaboración de pan de molde, con respecto al tiempo de rotura y estabilidad del análisis farinografico, al 5% de significancia.

Mediante la prueba de significación del Design expert se puede concluir que estadísticamente las mesclas M1, M2, M3, M4, M5 y M6 tienen diferencias significativas al 5%. (Anexo 06)

4.3.2 ANALISIS EXTENSOGRAFO

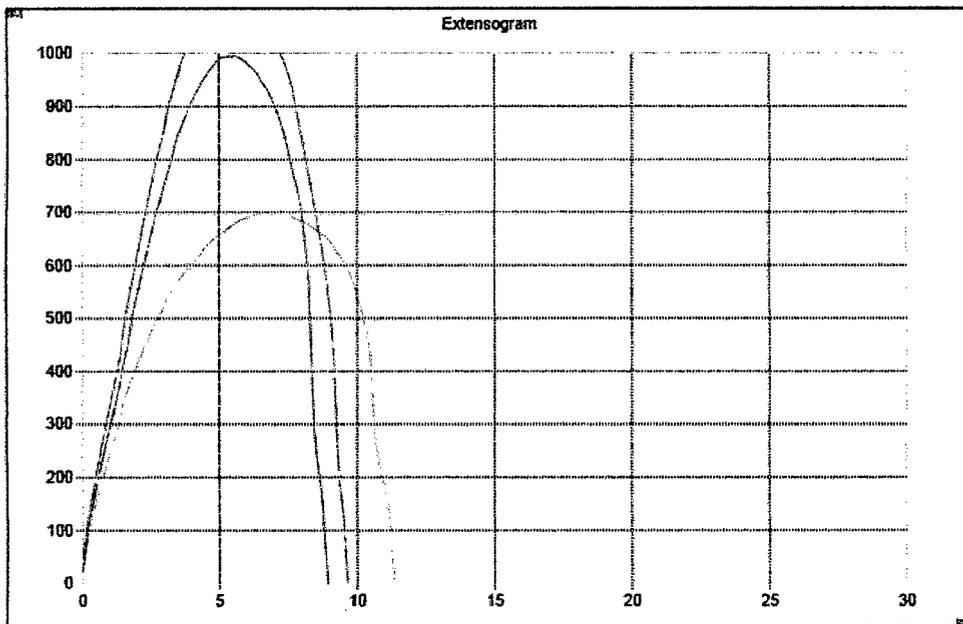
El análisis del extensógrafo determina los cambios en la tenacidad y elasticidad de la masa con respecto al tiempo, principalmente en la etapa de fermentación. Se basa en el grado de fermentación que resiste una harina la que decide la calidad de este. Es la estabilidad más que la fuerza lo que una harina necesita puesto que debe formarse una masa suficientemente estable para conservar su forma después de ser moldeada. (Stanly, 1998)

4.3.2.1 Grafica de los análisis extensograficos de las mezclas



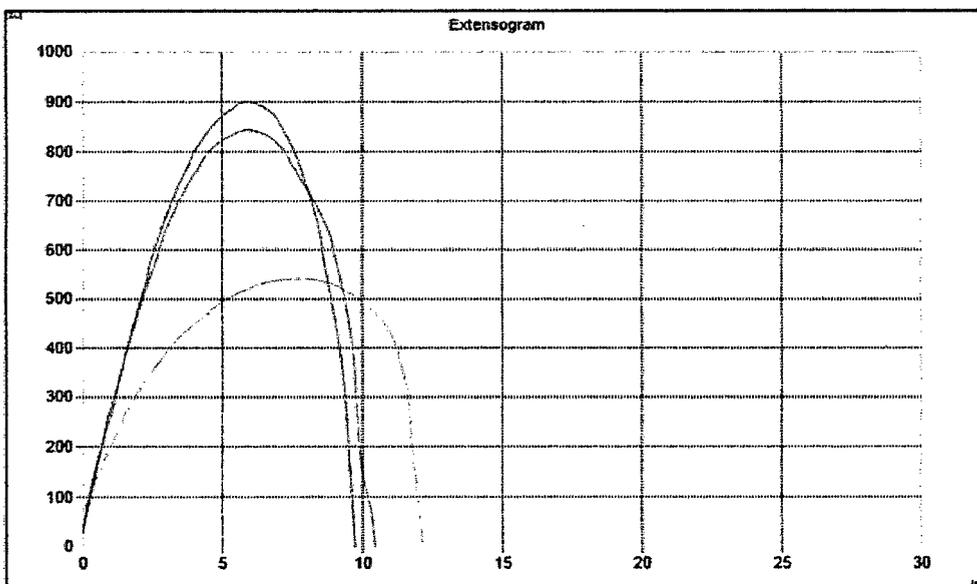
Test: C:\Users\UNS-01\Desktop\datos charo\h.t , h. quinoa inia 431-altiplano (blanca) costa.EXD

Grafica 18: Extensografo de la mezcla M1 (85 % Trigo y 15 % Quinoa INIA 431 Altiplano (Blanca)- Costa).



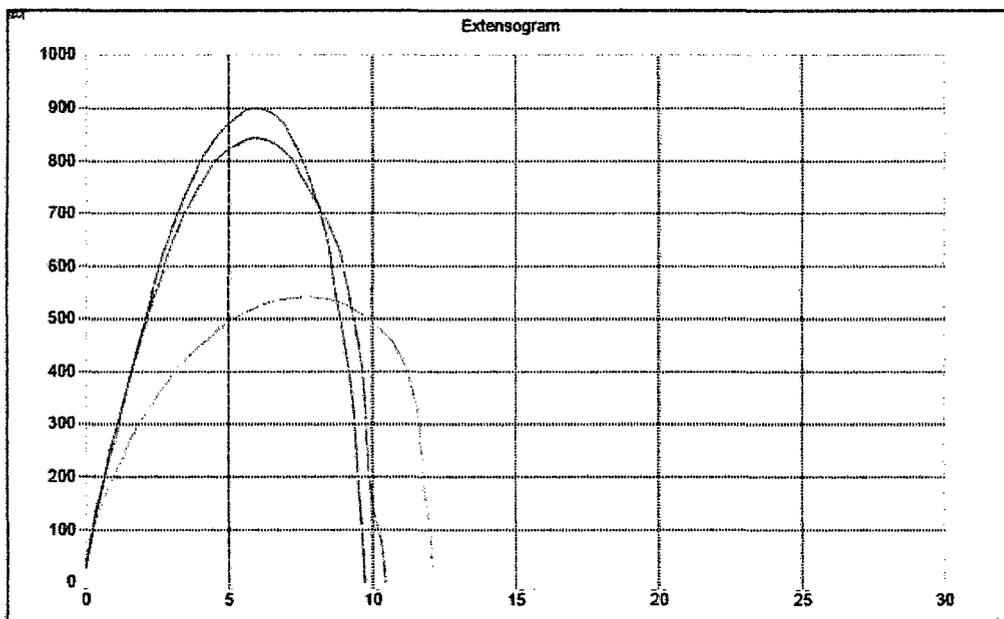
Test: C:\Users\UNS-01\Desktop\datos charo\h.t , h.quinoa inia 431-altiplano (blanca) sierra.EXD

Grafica 19: Extensografo de la mezcla M2 (85 % Trigo y 15 % Quinoa INIA 431 Altiplano (Blanca)- Sierra)

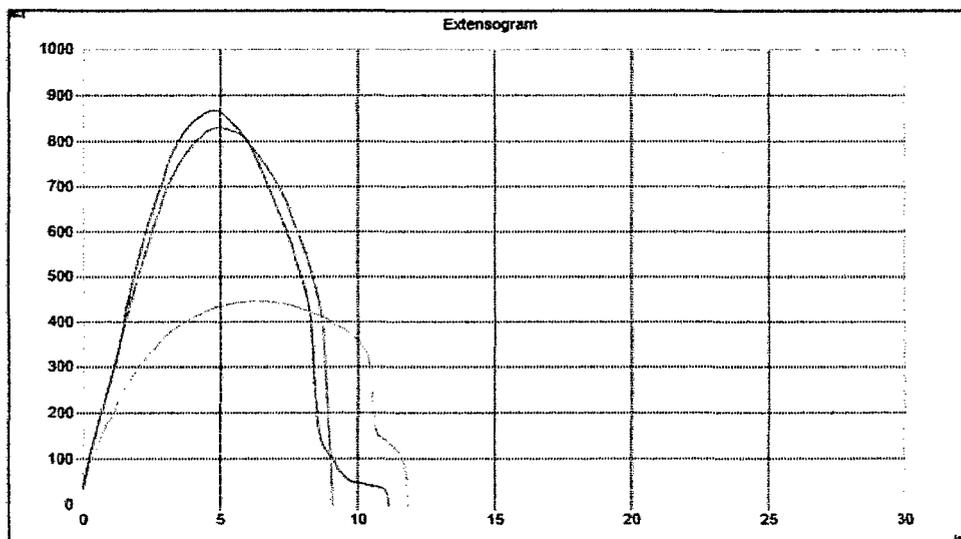


Test: C:\Users\UNS-01\Desktop\datos charo\h.t , h.quinoa inia 415-pasankalla (roja) costa.EXD

Grafica 20: Extensografo de la mezcla M3 (85 % Trigo y 15 % Quinoa INIA 415 Pasankalla (Roja)- Costa)

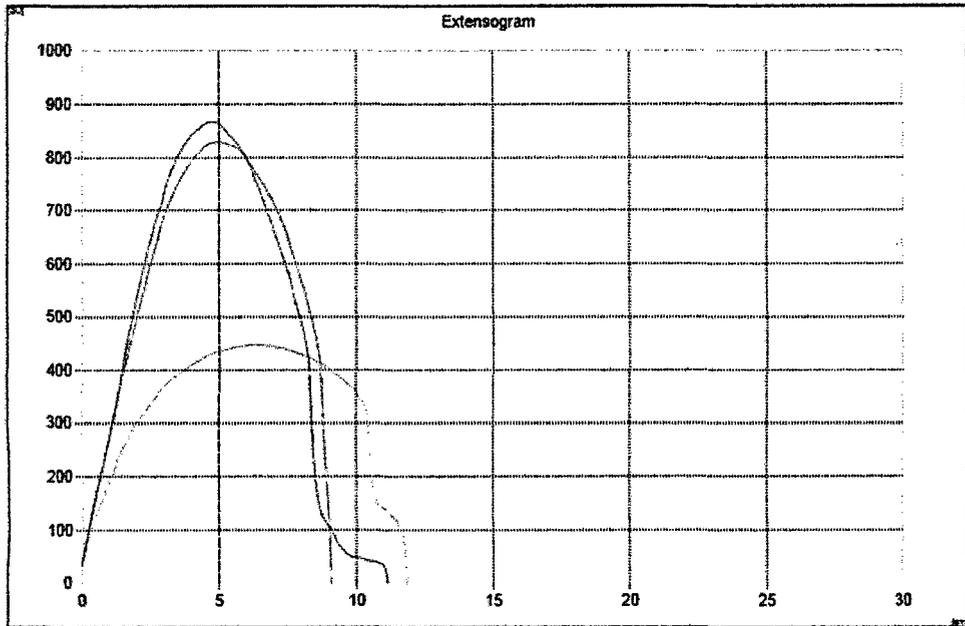


Gráfica 21: Extensografo de la mezcla M4 (85 % Trigo y 15 % Quinoa INIA 415 Pasankalla (Roja)- Sierra)



Test: C:\Users\UNS-01\Desktop\datos charo\h.t , h.quinoa inia 420-collana (negra) costa.EXD

Gráfica 22: Extensografo de la mezcla M6 (85 % Trigo y 15 % Quinoa INIA 420 Collana (Negra)- Costa)



Grafica 23: Extensografo de la mezcla M6 (85 % Trigo y 15 % Quinoa
 INIA 420 Collana (Negra)- Sierra)

Cuadro 30: Datos del extensografo

Corridas	A:zona de cultivo	B:Mezcla de harina de trigo con las variedades de Quinua	Energía	Resistencia a la extensión	Extensibilidad
			cm ²	BU	mm
1	Costa	M3	110	824	104
2	Costa	M3	110	824	104
3	Sierra	M5	107.6	806.1	105
4	Costa	M1	114	870	107
5	Sierra	M4	93	698	88
6	Costa	M6	65.5	709	107
7	Sierra	M5	107.6	806.1	105
8	Sierra	M2	133	1125	97
9	Sierra	M2	133	1125	97
10	Costa	M1	114	870	107
11	Costa	M6	65.5	829	91
12	Sierra	M4	93	698	88

M1=H. Trigo 15 % + H. de Quinua INIA 431 - ALTIPLANO (Blanca) - Costa; M2= H. Trigo 15 % + H. de Quinua INIA 431 - ALTIPLANO (Blanca) - Sierra; M3= H. Trigo 15 % + H. de Quinua INIA 415 PASANKALLA (Roja)- Costa; M4= H. Trigo 15 % + H. de Quinua INIA 415 PASANKALLA (Roja) - Sierra; M5= H. Trigo 15 % + H. de Quinua INIA 420 COLLANA (Negra) - Sierra; M6= H. Trigo 15 % + H. de Quinua INIA 420 COLLANA (Negra) – Costa

En el cuadro 30 muestran los valores de medición para cada mezcla: Energía que es medida como la superficie bajo la curva en cm² , la cual nos demuestra la calidad de la masa; la resistencia a la extensión está medida como el alto de la curva, 5 cm luego del inicio de la elevación de la curva en BU, lo que demuestra la fuerza que se le opone a la elasticidad de la masa; La elasticidad medida como el largo de la curva en (mm) desde inicio de la elevación de la curva en hasta el máximo (=rotura de la muestra) lo que demuestra las propiedades del gluten, máximo que es el

punto más alto en la curva en (BU), este valor puede alcanzar máximo 1000 BU lo que significa la fuerza en el punto de rotura.

De acuerdo al cuadro 30 observando las mezclas evaluadas en el extensografo, quien obtuvieron mayor resistencia a la extensión, energía y extensibilidad fueron las mezclas M1, M2 Y M3, a los 60 min con 870, 1125 y 824 BU, puesto que un valor alto de energía unido a gran extensibilidad, indica que es una harina fuerte (Stanley, 1998)

4.3.2.2 Análisis estadístico de la resistencia a la extensión (BU), extensibilidad (mm) y Energía cm²

Cuadro 31: ANOVA resistencia a la Extensión

	Suma de cuadrados	Gl	Media Cuadratica	F	Prob>F	
Model	2.42E+05	5	48334.06	6.37E+07	< 0.0001	significativo
A-zona de cultivo	17138.49	1	17138.49	6.37E+07	< 0.0001	
B-Mezcla de harina de trigo con las variedades de Quinoa	1.51E+05	2	75674.17	6.37E+07	< 0.0001	
AB	73183.46	2	36591.73	6.37E+07	< 0.0001	
Error	0	6	0			
Total	2.42E+05	11				

El modelo F-valor de 63.660.000,00 implica el modelo es significativo. Sólo hay una oportunidad 0,01% de que un "Modelo F-Valor" este grande podría ocurrir debido al ruido. Los valores de "Prob> F" menos de 0,0500 indican los términos del modelo son significativas. En este caso A, B, AB son los términos del modelo significativos.

Se ha establecido que si existe diferencia significativa entre las mezclas y el tiempo de fermentación aplicadas en la elaboración

del pan de molde, con respecto a la resistencia a la extensión del análisis extensografico al 5% de significancia, con respecto al máximo de gelatinización del análisis amilografico, al 5% de significancia. Mediante la prueba de significación del Design expert se puede concluir que estadísticamente las M1, M2, M3, M4, M5 y M6 tienen diferencias significativas en un tiempo de fermentación de 60 min. (anexo 06)

Cuadro 32: ANOVA de extensibilidad

	Suma de cuadrado s	Gl	Media Cuadratic a	F	Prob>F	
Model	590.37	5	118.07	6.37E+07	< 0.0001	significan t
A-zona de cultivo	16.24	1	16.24	6.37E+07	< 0.0001	
B-Mezcla de harina de trigo con las variedades de Quinoa	113.18	2	56.59	6.37E+07	< 0.0001	
AB	447.67	2	223.83	6.37E+07	< 0.0001	
Error	0	5	0			
Total	590.37	10				

El modelo F-valor de 63.660.000,00 implica el modelo es significativo. Sólo hay una oportunidad 0,01% de que un "Modelo F-Valor" este grande podría ocurrir debido al ruido. Los valores de "Prob> F" menos de 0,0500 indican los términos del modelo son significativas. En este caso A, B, AB son los términos del modelo significativos.

Se ha establecido que si existe diferencia significativa entre las mezclas y el tiempo de fermentación aplicadas en la elaboración del pan de molde, con respecto a la extensibilidad del análisis extensografico al 5% de significancia.

Mediante la prueba de significación del Design expert se puede concluir que estadísticamente las M1, M2, M3, M4, M5 y M6 tienen diferencias significativas en un tiempo de fermentación de 60 min. (anexo 06)

Cuadro 33: ANOVA de Energía

	Suma de cuadrados	Gl	Media Cuadratica	F	Prob>F	
Model	5136.72	5	1027.34	6.37E+07	< 0.0001	significativo
A-zona de cultivo	933.75	1	933.75	6.37E+07	< 0.0001	
B-Mezcla de harina de trigo con las variedades de Quinoa	2916.86	2	1458.43	6.37E+07	< 0.0001	
AB	1387.82	2	693.91	6.37E+07	< 0.0001	
Error	0	5	0			
Total	5136.72	10				

El modelo F-valor de 63.660.000,00 implica el modelo es significativo. Sólo hay una oportunidad 0,01% de que un "Modelo F-Valor" este grande podría ocurrir debido al ruido. Los valores de "Prob> F" menos de 0,0500 indican los términos del modelo son significativas. En este caso A, B, AB son los términos del modelo significativos.

Se ha establecido que si existe diferencia significativa entre las mezclas y el tiempo de fermentación aplicadas en la elaboración del pan de molde, con respecto a la energía del análisis extensografico al 5% de significancia.

Mediante la prueba de significación del Design expert se puede concluir que estadísticamente las M1, M2, M3, M4, M5 y M6 tienen diferencias significativas en un tiempo de fermentación de 60 min. (anexo 06)

4.4 ELABORACIÓN DEL PAN DE MOLDE CON SUSTITUCION PARCIAL DE LAS VARIEDADES DE QUINUA, INIA – 415 PASANKALLA (ROJA), INIA – 431 ALTIPLANO (BLANCA) Y INIA 420 – COLLANA (NEGRA), CULTIVADAS EN LA COSTA Y SIERRA DEL PERU

Los panes de molde Fueron elaborados según el flujo de operaciones en la figura 27 y la formulación descrita en el cuadro 34. En cada tratamiento o formulación se utilizó 800g de harina como peso base. Cada tratamiento o Mezcla fue realizada por duplicado.

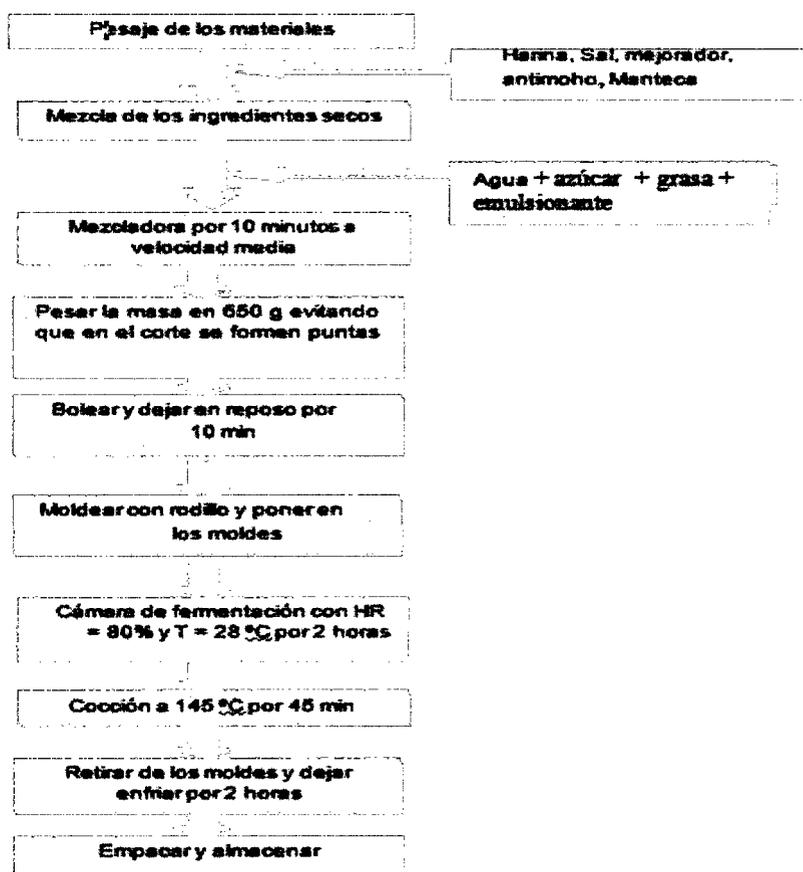


Figura 27: Proceso de panificación

Se elabora el pan por el método directo:

Para determinar la cantidad de insumos que se debe manejar es necesario conocer el molde que se va a utilizar para la panificación, en este caso se utilizan moldes de 166 g con un volumen de 13 cm de largo, 5 cm de ancho y 6 cm de profundidad. Se utilizan 14 moldes para cada porcentaje de harinas con la misma metodología para 800 g de mezclas de harinas.

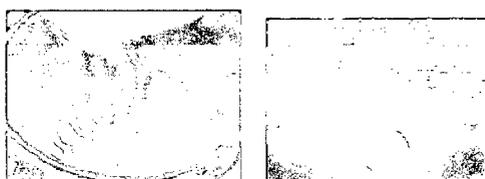
Cuadro 34: Formulación final del pan de molde con sustitución parcial de harina de quinua de las variedades INIA 415 Pasankalla (Roja), INIA 431 Altiplano (Blanca) y INIA 420 Collana (Negra) cultivadas en la costa y sierra del Perú.

MATERIA PRIMA	FORMULACIÓN (%)	CANTIDAD (g.)
Harina de trigo	85	680
Harina de quinua	15	120
INSUMOS	FORMULACIÓN (%)	CANTIDAD (g.)
Antimoho	0.3	2.4
Sal	2	16
Azúcar	8	64
Agua	50	400
Levadura	2	16
Emulsionante	1	8
Manteca	10	80
Mejorador	0.5	8

Figura 28: Pesaje de los materiales



Figura 29: Mezcla de los ingredientes



Para el mezclado es importante saber si se va a utilizar el aspa o el gancho como se observa en la primera figura, así que se debe determinar según la textura de la masa y el desarrollo del gluten, para esto se mezcla durante 10 minutos a velocidad 2 de la mezcladora.

Figura 30: Desarrollo del gluten



La figura 30 Muestra el punto donde el gluten ya se ha desarrollado haciendo la prueba del “guante de cirugía o del punto de seda” que consiste en estirar la masa hasta que esta se vea traslúcida sin que se rasgue.

Figura 31: Pesaje y boleado de la masa



Después del amasado, se pesa la masa y se divide en la cantidad necesaria para cada molde (en este caso 650 g), luego se bolea y se deja en reposo durante 10 minutos aproximadamente, esto se realiza para que la masa no presente grumos indeseados a la hora de obtener el producto final y para que se relaje la masa después del amasado.

Figura 32: Moldeado



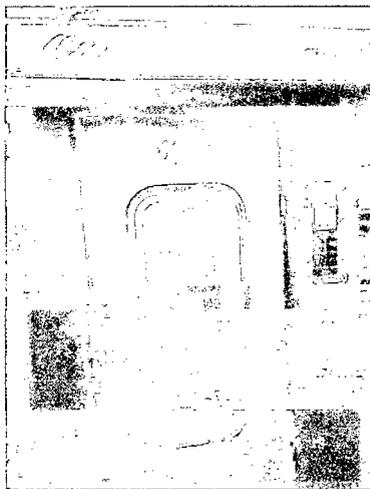
Se moldea para que la masa tome la forma deseada en el molde y para que se mezcle con aire y eliminar el gas que está dentro de esta después del reposo del proceso de boleado para obtener una forma alveolar adecuada en el producto final.

Figura 33: Fermentación



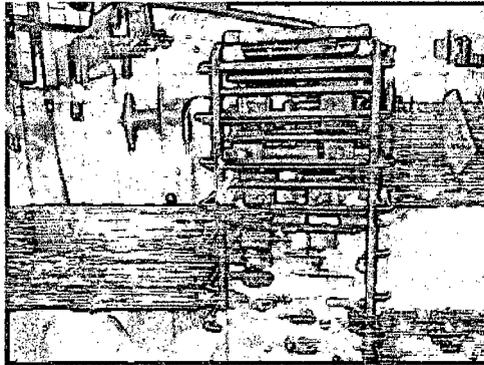
Se lleva al cuarto de fermentación el cual tiene una humedad relativa >80% y una temperatura de aproximadamente 30°C para que la levadura cumpla su función de fermentar la masa a estas condiciones ideales para su buen desarrollo y crecimiento de la masa de acuerdo a la producción de gas CO₂ producto del proceso fermentativo.

Figura 34. Cocción



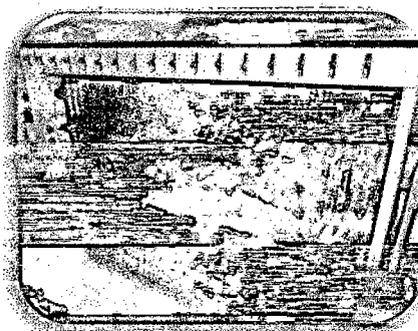
Se realiza a 145°C por el tiempo que requiera cada masa.

Figura 35: Enfriamiento



Después de la cocción, el pan se debe dejar enfriar para luego empacar y cortar, en la fotografía 11 se observan los panes que tienen sustitución parcial de harina de quinua con las variedades INIA 415 Pasankalla (Roja), INIA 420 Collana (Negra) y INIA 431 Altiplano (Blanca); cultivadas en la Costa y Sierra del Perú.

Figura 36: Corte



En la primera imagen de izquierda a derecha de la figura 12, Se observa una mezcla de harinas de 30% y 0% respectivamente.

4.5 EVALUACION DE LOS PANES DE MOLDE CON SUSTITUCION PARCIAL DE LAS VARIEDADES DE QUINUA, INIA – 415 PASANKALLA (ROJA), INIA – 431 ALTIPLANO (BLANCA) Y INIA 420 – COLLANA (NEGRA), CULTIVADAS EN LA COSTA Y SIERRA DEL PERU

4.5.1 ANALISIS FISICO-QUIMICO

4.5.1.1 Proteínas

En el cuadro 35 y grafica 24, se muestran los resultados donde se observa claramente que hubo diferencia en el contenido de proteína de acuerdo a los Mezclas de sustitución con las variedades de quinua cultivadas en la Costa y Sierra del Perú. Esto es debido que las harinas de quinua de las variedades contienen diferente porcentaje de proteína.

Comparando los datos obtenidos con valores reportados en los panes comerciales (integrales), se demuestra que se alcanza un incremento de hasta el 2% más de proteína que en los panes comerciales, teniendo en cuenta que estos tienen 7.44 % de proteína por cada gramo de producto, mientras que el pan tipo molde desarrollado en esta investigación alcanza valores de hasta 8.79%.

Según (Rutger, 2006), hace referencia que la variedad de quinua INIA 415 – Pasankalla contiene 17.4% de proteínas.

Según (Vidal, 2013), hace referencia que la variedad de quinua INIA 431- ALTIPLANO su nivel de proteína es de 16,19%.

Según (Vidal, 2013), hace referencia que la variedad de quinua (Zanabria, 2013), Variedad INIA 420 - NEGRA COLLANA: los reportes indican que posee un valor proteico de 12 - 23%.

Según (Badui et al., 2006). La aplicación de calor es uno de los agentes desnaturalizantes que se utilizan con mayor frecuencia en alimentos ya que facilita la digestión de las proteínas, y logra desnaturalizar los inhibidores de proteasas que frecuentemente se hallan en alimentos basados en proteínas de leguminosas.

Cuadro 35. % de Proteína de los panes de moldes con sustitución parcial de las variedades de quinua cultivadas en la costa y sierra del Perú

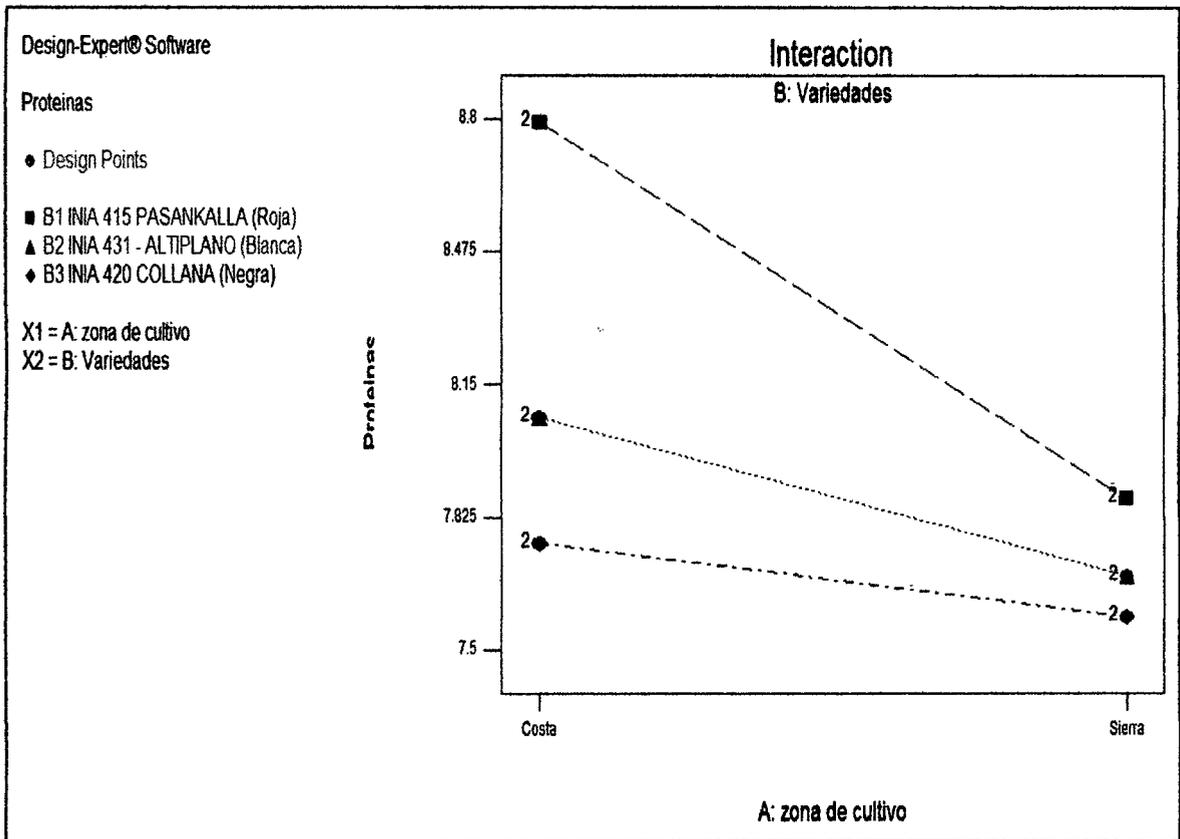
	MEZCLAS	PROTEINAS (%)
TESTIGO (Harina de trigo 100%)	M7	7.44
H. trigo 85% y H. quinua INIA 431 ALTIPLANO (Blanca)-Sierra 15%	M2	7.68
H. trigo 85% y H. quinua INIA 415 PASANCALLA (Roja)-Costa 15%	M3	8.79
H. trigo 85% y H. quinua INIA 415 PASANCALLA (Roja)-Sierra 15%	M4	7.87
H. trigo 85% y H. quinua INIA 420 COLLANA (Negra)-Sierra 15%	M5	7.58
H. trigo 85% y H. quinua INIA 420 COLLANA (Negra)-Costa 15%	M6	7.76
H. trigo 85% y H. quinua INIA 431 ALTIPLANO (Blanca)-Costa 15 %	M1	8.07

Fuente: los autores

Cuadro 36: Datos estadísticos de % Proteínas

Corridas	A:zona de cultivo	B:Mezcla de harina de trigo con las variedades de Quinua	Proteínas (%)
1	Costa	INIA 415 PASANKALLA (Roja)	8.79
2	Costa	INIA 415 PASANKALLA (Roja)	8.79
3	Sierra	INIA 420 COLLANA (Negra)	7.58
4	Costa	INIA 431 - ALTIPLANO (Blanca)	8.07
5	Sierra	INIA 415 PASANKALLA (Roja)	7.87
6	Costa	INIA 420 COLLANA (Negra)	7.76
7	Sierra	INIA 420 COLLANA (Negra)	7.58
8	Sierra	INIA 431 - ALTIPLANO (Blanca)	7.68
9	Sierra	INIA 431 - ALTIPLANO (Blanca)	7.68
10	Costa	INIA 431 - ALTIPLANO (Blanca)	8.07
11	Costa	INIA 420 COLLANA (Negra)	7.76
12	Sierra	INIA 415 PASANKALLA (Roja)	7.87

Grafica 24: Variación del contenido de % de proteínas de los panes de moldes con sustitución parcial de las variedades de quinua cultivadas en la costa y sierra del Perú.



Como se observa en la gráfica 24, el pan de molde que obtuvo mayor porcentaje de proteína es el pan que está con sustitución parcial de harina de quinua de la variedad INIA 415 PASANKALLA (Roja), cultivada en la Costa del Perú que tiene **8.79%**.

4.5.1.1.1 Análisis Estadístico

Cuadro 37: ANOVA. Proteína (%)

	Suma de cuadrados	Gl	Media Cuadratica	F	Prob>F	
Modelo	6.12	5.00	1.22	63660000	< 0.0001	significativo
A-zona de cultivo	0.23	1.00	0.23	63660000	< 0.0001	
B-Mezcla de harina de trigo con las variedades de Quinua	0.18	2.00	0.09	63660000	< 0.0001	
AB	5.72	2.00	2.86	63660000	< 0.0001	
Error	0.00	6.00	0.00			
Total	6.12	11.00				

El Valor de f Modelo de 63660000.00 implica que el modelo es significativo. Hay sólo una posibilidad del 0.01 % que " un Valor de f Modelo " este modelo pudiera ocurrir debido a la mezcla. Los valores " de Prob> la F " menos de 0.0500 indica que términos modelos son significativos. En este caso A, la B, AB es términos significativos modelos.

Se ha establecido que si existe diferencia significativa entre las sustituciones de harinas de quinua de las variedades cultivadas en la Costa y sierra del Perú, aplicadas en la elaboración de pan de molde, con respecto al contenido de Proteínas, al 5% de significancia.

Mediante la prueba de significación del Design expert se puede concluir que estadísticamente los panes de moldes de las mezclas M1, M2, M3, M4, M5 y M6 tienen diferencias significativas al 5%. (Anexo 07)

4.5.1.2 Cenizas

En el cuadro 37 y la gráfica 25, se muestran los resultados de los análisis realizados a los panes de molde con harina de quinua de las variedades cultivados en la Costa y Sierra del Perú, se observa que hay aumento de cenizas a comparación de un pan de molde realizado solo con harina de trigo.

Comparando los datos obtenidos con valores reportados en los panes comerciales (integrales), se demuestra que se alcanza un incremento de hasta el 1.09% más de cenizas que en los panes comerciales.

Se observa que el contenido de cenizas en los resultados de análisis de cenizas es variado como se ve en la cuadro 37 y en la Gráfica 25, Según (ARROYABE M. 2006), este problema se presenta por que al momento de realizar la molienda, esta se lleva a cabo de forma inadecuada, obteniendo así un tamaño de partícula inadecuado, y la harina puede quedar con residuos de pericarpio. También se tiene en cuenta que las variedades de quinua posee diferente contenido de minerales.

Cuadro 38. % de Cenizas de los panes de moldes con sustitución parcial de las variedades de quinua cultivadas en la costa y sierra del Perú

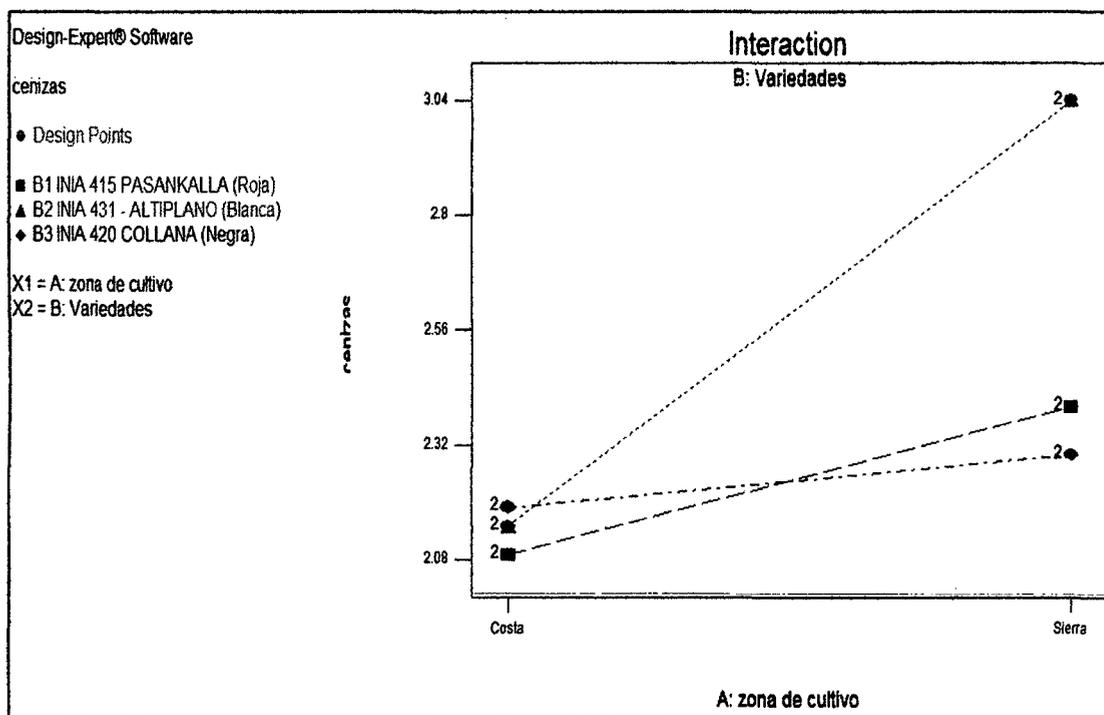
	MEZCLAS	Cenizas (%)
TESTIGO (Harina de trigo 100%)	M7	1.95
H. trigo 85% y H. quinua INIA 431 ALTIPLANO (Blanca)-Sierra 15%	M2	3.04
H. trigo 85% y H. quinua INIA 415 PASANCALLA (Roja)-Costa 15%	M3	2.09
H. trigo 85% y H. quinua INIA 415 PASANCALLA (Roja)-Sierra 15%	M4	2.40
H. trigo 85% y H. quinua INIA 420 COLLANA (Negra)-Sierra 15%	M5	2.30
H. trigo 85% y H. quinua INIA 420 COLLANA (Negra)-Costa 15%	M6	2.19
H. trigo 85% y H. quinua INIA 431 ALTIPLANO (Blanca)-Costa 15 %	M1	2.15

Fuente: las autoras

Cuadro 39 : Datos estadísticos de % Cenizas

Corridas	A:zona de cultivo	B:Mezcla de harina de trigo con las variedades de Quinua	Cenizas (%)
1	Costa	INIA 415 PASANKALLA (Roja)	2.09
2	Costa	INIA 415 PASANKALLA (Roja)	2.09
3	Sierra	INIA 420 COLLANA (Negra)	2.3
4	Costa	INIA 431 - ALTIPLANO (Blanca)	2.15
5	Sierra	INIA 415 PASANKALLA (Roja)	2.4
6	Costa	INIA 420 COLLANA (Negra)	2.19
7	Sierra	INIA 420 COLLANA (Negra)	2.3
8	Sierra	INIA 431 - ALTIPLANO (Blanca)	3.04
9	Sierra	INIA 431 - ALTIPLANO (Blanca)	3.04
10	Costa	INIA 431 - ALTIPLANO (Blanca)	2.15
11	Costa	INIA 420 COLLANA (Negra)	2.19
12	Sierra	INIA 415 PASANKALLA (Roja)	2.4

Grafica 25: Variación del contenido de % cenizas de los panes de moldes con sustitución parcial de las variedades de quinua cultivadas en la costa y sierra del Perú.



Como se observa en la gráfica 25, el pan de molde que obtuvo mayor porcentaje de proteína es el pan que está con sustitución parcial de harina de quinua de la variedad INIA 431 ALTIPLANO (Blanca), cultivada en la Sierra del Perú que tiene **3.04 %**.

4.5.1.2.1 Análisis estadísticos

Cuadro 40: ANOVA. Cenizas (%)

	Suma de cuadrados	Gl	Media Cuadratica	F	Prob>F	
Model	1.23	5	0.25	6.37E+07	< 0.0001	significativo
A-zona de cultivo	0.57	1	0.57	6.37E+07	< 0.0001	
B-Mezcla de harina de trigo con las variedades de Quinua	0.33	2	0.16	6.37E+07	< 0.0001	
AB	0.33	2	0.16	6.37E+07	< 0.0001	
Error	0	6	0			
Total	1.23	11				

El modelo F-valor de 63.660.000,00 implica el modelo es significativo. Sólo hay una oportunidad 0,01% de que un "Modelo F-Valor" este grande podría ocurrir debido al ruido. Los valores de "Prób> F" menos de 0,0500 indican los términos del modelo son significativas. En este caso A, B, AB son los términos del modelo significativos.

Se ha establecido que si existe diferencia significativa entre las sustituciones de harinas de quinua de las variedades cultivadas en la Costa y sierra del Perú, aplicadas en la elaboración de pan de molde, con respecto al contenido de cenizas, al 5% de significancia.

Mediante la prueba de significación del Design expert se puede concluir que estadísticamente los panes de moldes de las mezclas M1, M2, M3, M4, M5 y M6 tienen diferencias significativas al 5%. (Anexo 07)

4.5.1.3 Grasa

En el cuadro 39 y la gráfica 26, se muestran los resultados de los análisis realizados a los panes de molde con harina de quinua de las variedades cultivados en la Costa y Sierra del Perú, se observa que hay diferencia en el contenido de grasas, así mismo a comparación de un pan de molde realizado solo con harina de trigo.

Según Badui (2006), sostiene que los aceites sufren transformaciones químicas, conocidas comúnmente como rancidez, que además de reducir su valor nutritivo, producen compuesto volátiles que imparten olores y sabores desagradables; estas transformaciones se han dividido en dos grupos: la lipólisis o rancidez hidrolítica y la autoxidación o rancidez oxidativa; sin embargo existe una tercera, la rancidez que tiene menor relevancia que las anteriores.

Según REYES E. (2006), la quinua contiene entre 1.3g de grasa/100g porción comestible (cocida) y 10.7g de grasa/100 g (sémola de quinua), con un promedio ponderado de 5.4g de grasa/100g.

Cardozo cita a (Tapia et al., 1979) y comenta que esta grasa es una mezcla de aceites que contiene 48.0% de ácido oleico (C18:1n-9), 50.7% de ácido linoleico (C18:2n-6), 0.8% de ácido linolénico (C18:3n-3) y 0.4% de ácidos grasos saturados. Las grasas participan en la formación de membranas que constituyen la envoltura de células y elementos subcelulares. Casi todos los alimentos presentan lípidos. Los lípidos, aún en el caso de que sean componentes menores de los alimentos, requieren atención por su gran reactividad que afecta mucho a la calidad de los alimentos. La importancia nutricional de los lípidos radica en el elevado valor energético de los triacilgliceroles (9 kcal/ g o 39 kJ/g) y en la presencia de ácidos grasos esenciales: ácido linoleico (C18:2n-6), ácido linolénico (C18:3n-3) y ácido araquidónico (C20:4n-6) y además son transportadores de las vitaminas liposolubles A,D, E, K. Además encontramos el porcentaje de grasa presente en las diferentes

variedades de quinua mostrándonos que la variedad con menor cantidad de grasas es la quinua dulce de Bolivia con un 0,2% y la de mayor contenido de grasa es la variedad blanca de puno 8.2%.

Cuadro 41. % de Grasa de los panes de moldes con sustitución parcial de las variedades de quinua cultivadas en la costa y sierra del Perú

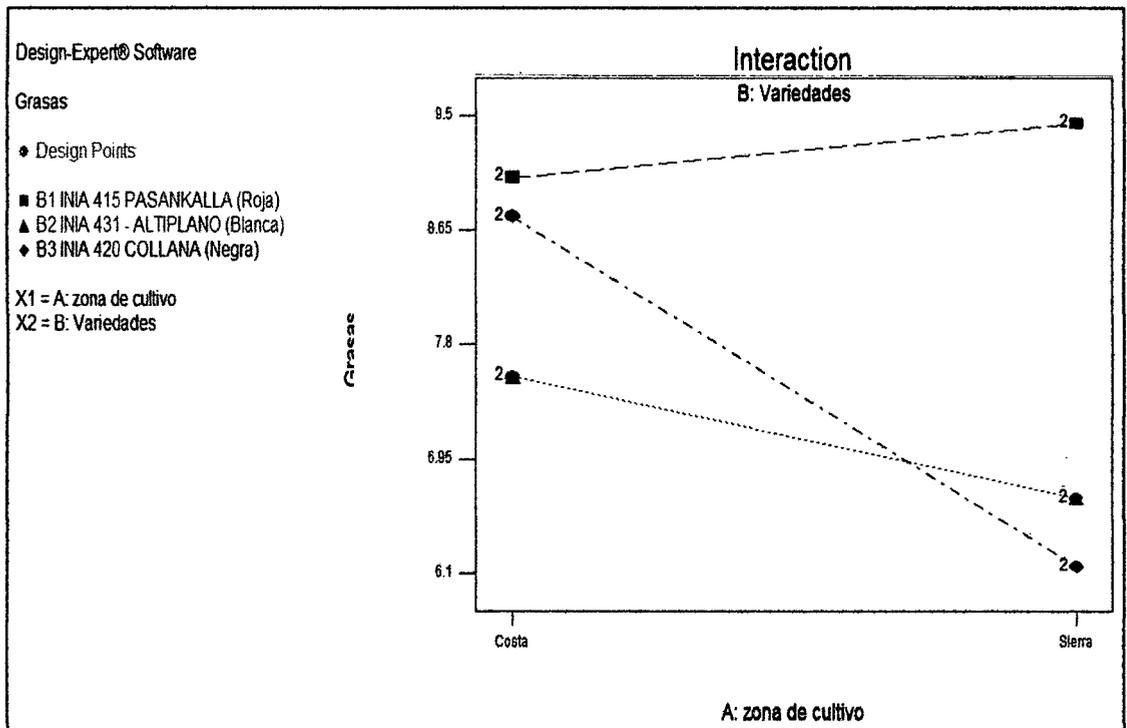
	MEZCLAS	Grasa %
TESTIGO (Harina de trigo 100%)	M7	6.78
H. trigo 85% y H. quinua INIA 431 ALTIPLANO (Blanca)-Sierra 15%	M2	6.66
H. trigo 85% y H. quinua INIA 415 PASANCALLA (Roja)-Costa 15%	M3	9.04
H. trigo 85% y H. quinua INIA 415 PASANCALLA (Roja)-Sierra 15%	M4	9.44
H. trigo 85% y H. quinua INIA 420 COLLANA (Negra)-Sierra 15%	M5	6.15
H. trigo 85% y H. quinua INIA 420 COLLANA (Negra)-Costa 15%	M6	8.75
H. trigo 85% y H. quinua INIA 431 ALTIPLANO (Blanca)-Costa 15 %	M1	7.56

Fuente: las autoras

Cuadro 42 : Datos estadísticos de % Grasa

Corridas	A:zona de cultivo	B:Mezcla de harina de trigo con las variedades de Quinua	Grasas (%)
1	Costa	INIA 415 PASANKALLA (Roja)	9.04
2	Costa	INIA 415 PASANKALLA (Roja)	9.04
3	Sierra	INIA 420 COLLANA (Negra)	6.15
4	Costa	INIA 431 - ALTIPLANO (Blanca)	7.56
5	Sierra	INIA 415 PASANKALLA (Roja)	9.44
6	Costa	INIA 420 COLLANA (Negra)	8.75
7	Sierra	INIA 420 COLLANA (Negra)	6.15
8	Sierra	INIA 431 - ALTIPLANO (Blanca)	6.66
9	Sierra	INIA 431 - ALTIPLANO (Blanca)	6.66
10	Costa	INIA 431 - ALTIPLANO (Blanca)	7.56
11	Costa	INIA 420 COLLANA (Negra)	8.75
12	Sierra	INIA 415 PASANKALLA (Roja)	9.44

Gráfica 26: Variación del contenido de grasa en los panes de moldes con sustitución parcial de las variedades de quinua cultivadas en la costa y sierra del Perú.



Como se observa en la gráfica 26, el pan de molde que obtuvo mayor porcentaje de grasa es el que está con sustitución parcial de harina de quinua de la variedad INIA 415 PASANKALLA (Roja), cultivada en la Sierra del Perú que tiene **9.44 %**.

4.5.1.3.1 Análisis Estadístico

Cuadro 43: ANOVA Grasa (%)

	Suma de cuadrados	Gl	Media Cuadratica	F	Prob>F	
Model	18.21	5	3.64	6.37E+07	< 0.0001	significativo
A-zona de cultivo	3.2	1	3.2	6.37E+07	< 0.0001	
B-Mezcla de harina de trigo con las variedades de Quinua	10.48	2	5.24	6.37E+07	< 0.0001	
AB	4.53	2	2.26	6.37E+07	< 0.0001	
Error	0	6	0			
Total	18.21	11				

El modelo F-valor de 63.660.000,00 implica el modelo es significativo. Sólo hay una oportunidad 0,01% de que un "Modelo F-Valor" este grande podría ocurrir debido al ruido. Los valores de "Prob> F" menos de 0,0500 indican los términos del modelo son significativas. En este caso A, B, AB son los términos del modelo significativos.

Se ha establecido que si existe diferencia significativa entre las sustituciones de harinas de quinua de las variedades cultivadas en la Costa y sierra del Perú, aplicadas en la elaboración de pan de molde, con respecto al contenido de grasa, al 5% de significancia.

Mediante la prueba de significación del Design expert se puede concluir que estadísticamente los panes de moldes de las mezclas M1, M2, M3, M4, M5 y M6 tienen diferencias significativas al 5%. (Anexo 07)

4.5.1.4 Humedad

En el cuadro 41 y la gráfica 27, se muestran los resultados de los análisis realizados a los panes de molde con harina de quinua de las variedades cultivados en la Costa y Sierra del Perú, se observa que hay diferencia en el contenido de Humedad, así mismo a comparación de un pan de molde realizado solo con harina de trigo.

Según EDMUND. B. (1971), la humedad en el pan no depende primordialmente de la cantidad de agua que se ha añadido para confeccionar el pan, sino que depende del estado físico del gluten. Es importante distinguir entre humedad y jugosidad. La primera se puede llamar "humedad absoluta", o contenido real de humedad. Y la segunda, "humedad aparente", que es una estimación puramente subjetiva determinada por la sensación en el paladar. La humedad absoluta en la miga del pan varía de 35 a 42 %, mientras que la fórmula seguida, el grado de fermentación, modo de manipulación y cocción influyen en la humedad aparente del pan.

Según REYES E. (2006), el primer factor a analizar es la humedad que contenga el grano, ya que se sabe que el grano de quinua es higroscópico, por la presencia de cristales de oxalato de sodio lo que le permite absorber humedad del medio y retenerlo, lo que genera un problema para el grano ya que ésta facilita el crecimiento de hongos y por lo tanto no sirve para el consumo humano. Como se puede observar en la tabla 2 el porcentaje más bajo de humedad es del 7 % correspondiente a quinua pito boliviana, y el más alto es del 13.1% correspondiente a la quinua ecuatoriana.

Cuadro 44: % humedad de los panes de moldes con sustitución parcial de las variedades de quinua cultivadas en la costa y sierra del Perú.

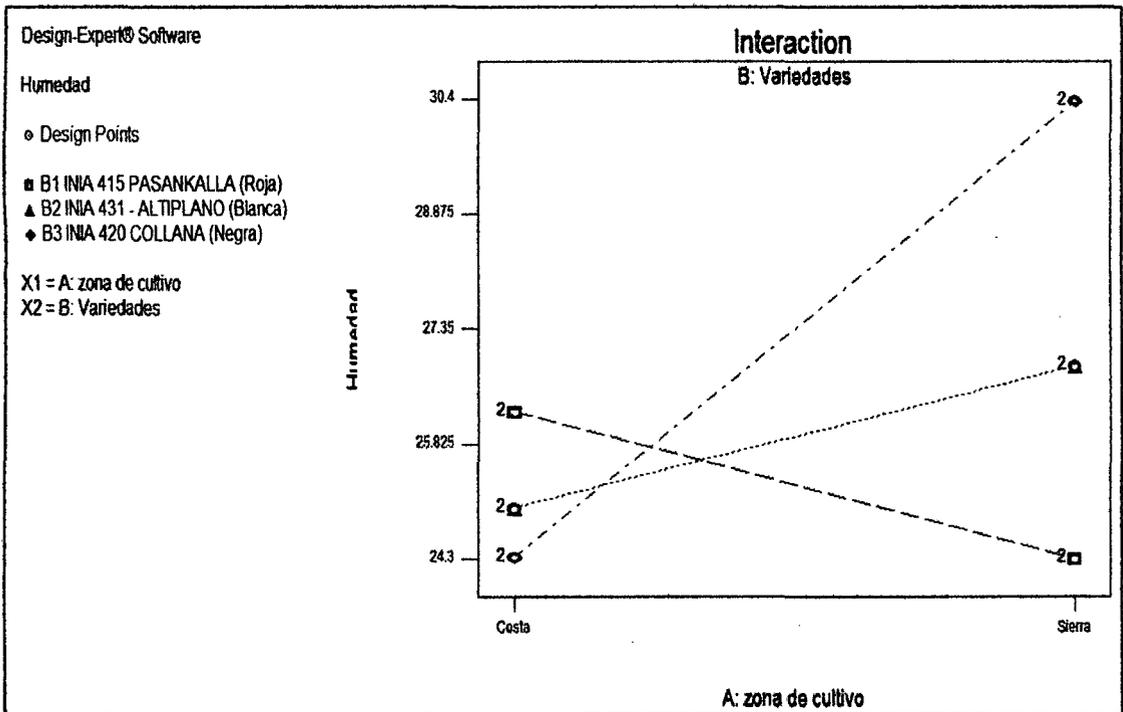
	MEZCLAS	Humedad%
TESTIGO (Harina de trigo 100%)	M7	25.11
H. trigo 85% y H. quinua INIA 431 ALTIPLANO (Blanca)-Sierra 15%	M2	26.85
H. trigo 85% y H. quinua INIA 415 PASANCALLA (Roja)-Costa 15%	M3	26.25
H. trigo 85% y H. quinua INIA 415 PASANCALLA (Roja)-Sierra 15%	M4	24.30
H. trigo 85% y H. quinua INIA 420 COLLANA (Negra)-Sierra 15%	M5	30.36
H. trigo 85% y H. quinua INIA 420 COLLANA (Negra)-Costa 15%	M6	24.32
H. trigo 85% y H. quinua INIA 431 ALTIPLANO (Blanca)-Costa 15 %	M1	24.97

Fuente: los autores

Cuadro 45 : Datos estadísticos de % Humedad

Corridas	A:zona de cultivo	B:Mezcla de harina de trigo con las variedades de Quinua	Humedad (%)
1	Costa	INIA 415 PASANKALLA (Roja)	26.25
2	Costa	INIA 415 PASANKALLA (Roja)	26.25
3	Sierra	INIA 420 COLLANA (Negra)	30.36
4	Costa	INIA 431 - ALTIPLANO (Blanca)	24.97
5	Sierra	INIA 415 PASANKALLA (Roja)	24.3
6	Costa	INIA 420 COLLANA (Negra)	24.32
7	Sierra	INIA 420 COLLANA (Negra)	30.36
8	Sierra	INIA 431 - ALTIPLANO (Blanca)	26.85
9	Sierra	INIA 431 - ALTIPLANO (Blanca)	26.85
10	Costa	INIA 431 - ALTIPLANO (Blanca)	24.97
11	Costa	INIA 420 COLLANA (Negra)	24.32
12	Sierra	INIA 415 PASANKALLA (Roja)	24.3

Grafica 27: Variación del contenido de % de Humedad en los panes de moldes con sustitución parcial de las variedades de quinua cultivadas en la costa y sierra del Perú.



Como se observa en la gráfica el pan de molde que obtuvo mayor porcentaje de humedad es el pan que esta con sustitución parcial de harina de quinua de la variedad INIA 420 Collana (Negra), cultivada en la Sierra del Perú que tiene **30.36%**.

4.5.1.4.1 Análisis estadístico

Cuadro 46: ANOVA Humedad (%)

	Suma de cuadrados	GI	Media Cuadratica	F	Prob>F	
Model	52.77	5	10.55	6.37E+07	< 0.0001	significant
A-zona de cultivo	11.88	1	11.88	6.37E+07	< 0.0001	
B-Mezcla de harina de trigo con las variedades de Quinoa	8.95	2	4.47	6.37E+07	< 0.0001	
AB	31.94	2	15.97	6.37E+07	< 0.0001	
Error	0	6	0			
Total	52.77	11				

El modelo F-valor de 63.660.000,00 implica el modelo es significativo. Sólo hay una oportunidad 0,01% de que un "Modelo F-Valor" este grande podría ocurrir debido al ruido. Los valores de "Prob> F" menos de 0,0500 indican los términos del modelo son significativas. En este caso A, B, AB son los términos del modelo significativos.

Se ha establecido que si existe diferencia significativa entre las sustituciones de harinas de quinua de las variedades cultivadas en la Costa y sierra del Perú, aplicadas en la elaboración de pan de molde, con respecto al contenido de humedad, al 5% de significancia.

Mediante la prueba de significación del Design expert se puede concluir que estadísticamente los panes de moldes de las mezclas M1, M2, M3, M4, M5 y M6 tienen diferencias significativas al 5%. (Anexo 07)

4.5.1.5 Carbohidratos

En el cuadro 42 y la gráfica 28, se muestran los resultados de los análisis realizados a los panes de molde con harina de quinua de las variedades cultivados en la Costa y Sierra del Perú, se observa que hay diferencia en el contenido de Carbohidratos, así mismo a comparación de un pan de molde realizado solo con harina de trigo.

Según EROSKI CONSUMER (2014), el nutriente mayoritario del pan de molde son los hidratos de carbono, que representan entre el 46% y el 54% del producto. Estos hidratos de carbono son principalmente complejos; tan sólo una minoría son hidratos sencillos, lo que hace que este alimento sea interesante para personas diabéticas, ya que este bajo nivel de hidratos de carbono sencillos ayuda a controlar los niveles de glucosa en sangre.

La estructura química de los carbohidratos determina su funcionalidad y características, mismas que repercuten de diferentes maneras en los alimentos, principalmente en el sabor, la viscosidad, la estructura y el color. Es decir las propiedades de los alimentos, tanto naturales como procesados, dependen del tipo de carbohidrato que contienen y de las reacciones en que estos intervienen.

Según Badui (2006), sostiene que, tanto la amilosa como la amilopectina influyen de manera determinante en las propiedades sensoriales y reologica de los alimentos, principalmente mediante su capacidad de hidratación y gelatinización.

Cuadro 47: % Carbohidratos de los panes de moldes con sustitución parcial de las variedades de quinua cultivadas en la costa y sierra del Perú.

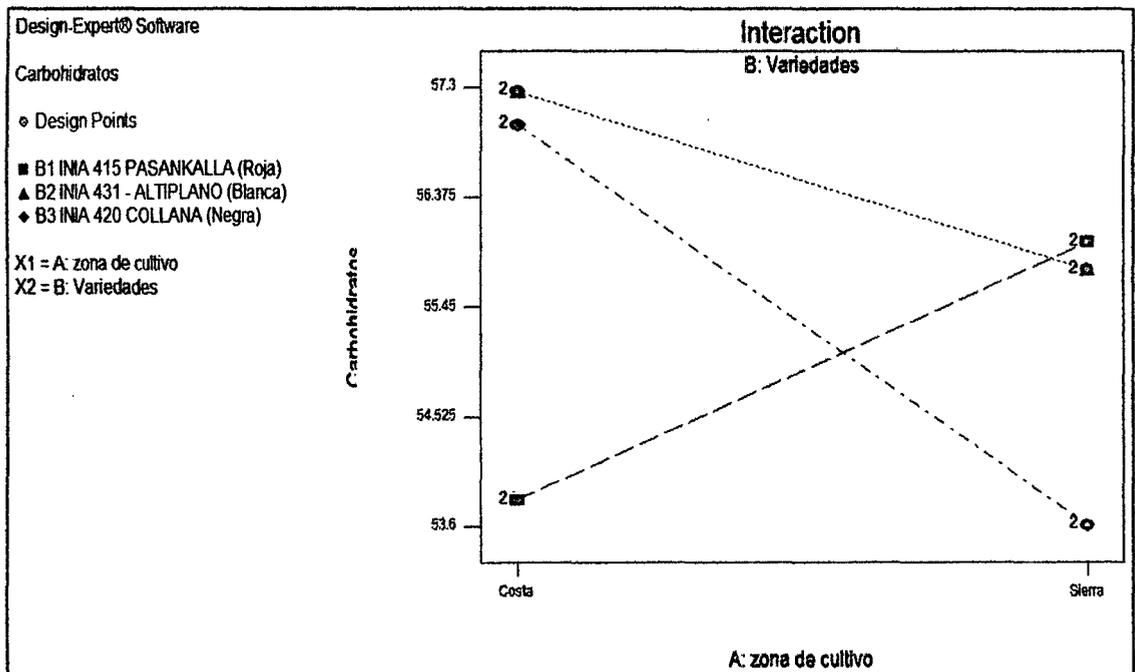
	MEZCLAS	Carbohidratos %
TESTIGO (Harina de trigo 100%)	M7	58.72
H. trigo 85% y H. quinua INIA 431 ALTIPLANO (Blanca)-Sierra 15%	M2	55.76
H. trigo 85% y H. quinua INIA 415 PASANCALLA (Roja)-Costa 15%	M3	53.82
H. trigo 85% y H. quinua INIA 415 PASANCALLA (Roja)-Sierra 15%	M4	55.99
H. trigo 85% y H. quinua INIA 420 COLLANA (Negra)-Sierra 15%	M5	53.61
H. trigo 85% y H. quinua INIA 420 COLLANA (Negra)-Costa 15%	M6	56.98
H. trigo 85% y H. quinua INIA 431 ALTIPLANO (Blanca)-Costa 15 %	M1	57.26

Fuente: las autoras

Cuadro 48 : Datos estadísticos de % Carbohidratos

Corridas	A:zona de cultivo	B:Mezcla de harina de trigo con las variedades de Quinua	Carbohidratos (%)
1	Costa	INIA 415 PASANKALLA (Roja)	53.82
2	Costa	INIA 415 PASANKALLA (Roja)	53.82
3	Sierra	INIA 420 COLLANA (Negra)	53.61
4	Costa	INIA 431 - ALTIPLANO (Blanca)	57.26
5	Sierra	INIA 415 PASANKALLA (Roja)	55.99
6	Costa	INIA 420 COLLANA (Negra)	56.98
7	Sierra	INIA 420 COLLANA (Negra)	53.61
8	Sierra	INIA 431 - ALTIPLANO (Blanca)	55.76
9	Sierra	INIA 431 - ALTIPLANO (Blanca)	55.76
10	Costa	INIA 431 - ALTIPLANO (Blanca)	57.26
11	Costa	INIA 420 COLLANA (Negra)	56.98
12	Sierra	INIA 415 PASANKALLA (Roja)	55.99

Grafica 28: Variación del contenido de % Carbohidratos en los panes de moldes con sustitución parcial de las variedades de quinua cultivadas en la costa y sierra del Perú.



Como se observa en la gráfica el pan de molde que obtuvo mayor porcentaje de humedad es el pan que esta con sustitución parcial de harina de quinua de la variedad INIA 431 Altiplano (Blanca), cultivada en la Costa del Perú que tiene **57.26%**.

4.5.1.5.1 Análisis estadístico

Cuadro 49: ANOVA Carbohidratos (%)

	Suma de cuadrados	Gl	Media Cuadratica	F	Prob>F	
Model	23.92	5	4.78	6.37E+07	< 0.0001	significant
A-zona de cultivo	2.43	1	2.43	6.37E+07	< 0.0001	
B-Mezcla de harina de trigo con las variedades de Quinoa	5.61	2	2.8	6.37E+07	< 0.0001	
AB	15.89	2	7.94	6.37E+07	< 0.0001	
Error	0	6	0			
Total	23.92	11				

El modelo F-valor de 63.660.000,00 implica el modelo es significativo. Sólo hay una oportunidad 0,01% de que un "Modelo F-Valor" este grande podría ocurrir debido al ruido. Los valores de "Prob> F" menos de 0,0500 indican los términos del modelo son significativas. En este caso A, B, AB son los términos del modelo significativos.

Se ha establecido que si existe diferencia significativa entre las sustituciones de harinas de quinua de las variedades cultivadas en la Costa y sierra del Perú, aplicadas en la elaboración de pan de molde, con respecto al contenido de carbohidratos, al 5% de significancia.

Mediante la prueba de significación del Design expert se puede concluir que estadísticamente los panes de moldes de las mezclas M1, M2, M3, M4, M5 y M6 tienen diferencias significativas al 5%. (Anexo 07)

4.5.1.6 Volumen

En el cuadro 44 y la gráfica 29, se muestran los resultados de los análisis realizados a los panes de molde con harina de quinua de las variedades cultivados en la Costa y Sierra del Perú, se observa que hay diferencia en el volumen, así mismo a comparación de un pan de molde realizado solo con harina de trigo.

Según EDMUND. B. (1971), el volumen depende principalmente de la calidad de la harina, pero mediante la manipulación adecuada se puede aumentar el volumen en una harina determinada. La harina procedente de un trigo determinado producirá piezas con un volumen característico que depende de la cantidad y calidad del gluten y de la cantidad de azúcar presente.

La falta de volumen puede ser producida por: 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, división de la masa con tiempo inadecuado de recuperación, horno demasiado caliente, falta de vapor en el horno.

El exceso de volumen puede ser causado por: Fermentación conjunta excesiva, maduración final excesiva, sal insuficiente con harina fuerte bien fermentada, moldeo suelto, horno frío, masas blandas con alto contenido en levadura.

Cuadro 50: Volumen de los panes de moldes con sustitución parcial de las variedades de quinua cultivadas en la costa y sierra del Perú.

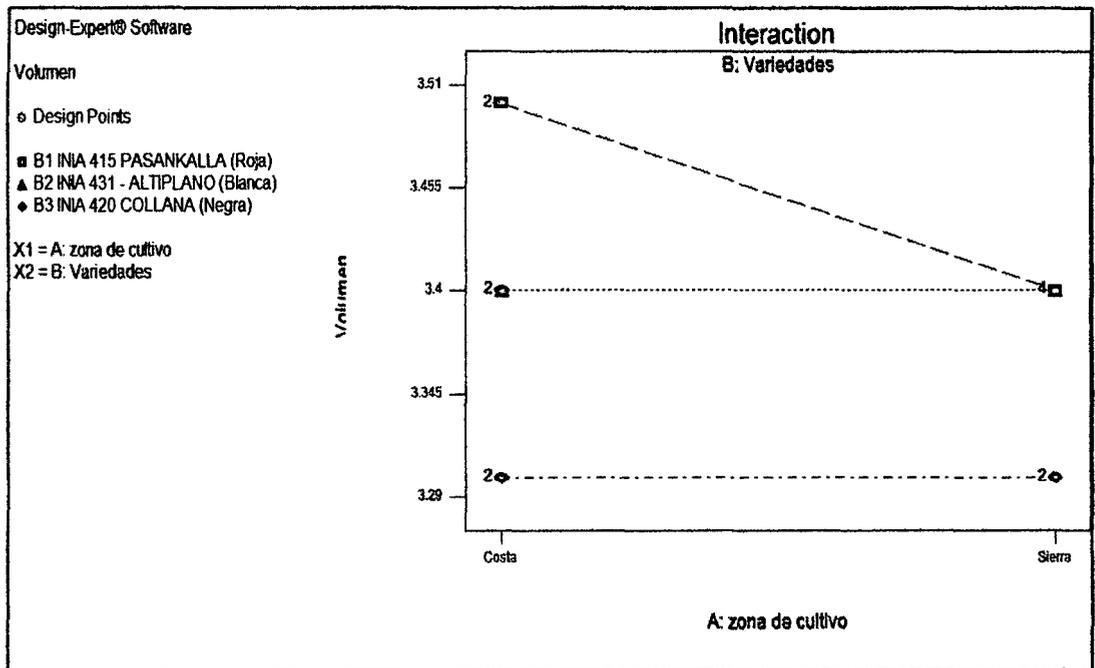
	MEZCLAS	VOLUMEN (ml/g)
TESTIGO (Harina de trigo 100%)	M7	3.6
H. trigo 85% y H. quinua INIA 431 ALTIPLANO (Blanca)-Sierra 15%	M2	3.4
H. trigo 85% y H. quinua INIA 415 PASANCALLA (Roja)-Costa 15%	M3	3.5
H. trigo 85% y H. quinua INIA 415 PASANCALLA (Roja)-Sierra 15%	M4	3.4
H. trigo 85% y H. quinua INIA 420 COLLANA (Negra)-Sierra 15%	M5	3.3
H. trigo 85% y H. quinua INIA 420 COLLANA (Negra)-Costa 15%	M6	3.3
H. trigo 85% y H. quinua INIA 431 ALTIPLANO (Blanca)-Costa 15 %	M1	3.4

Fuente: Las autoras

Cuadro 51: Datos estadísticos de % Volumen (ml/g)

Corridas	A:zona de cultivo	B:Mezcla de harina de trigo con las variedades de Quinua	Volumen ml/g
1	Costa	INIA 415 PASANKALLA (Roja)	3.5
2	Costa	INIA 415 PASANKALLA (Roja)	3.5
3	Sierra	INIA 420 COLLANA (Negra)	3.3
4	Costa	INIA 431 - ALTIPLANO (Blanca)	3.4
5	Sierra	INIA 415 PASANKALLA (Roja)	3.4
6	Costa	INIA 420 COLLANA (Negra)	3.3
7	Sierra	INIA 420 COLLANA (Negra)	3.3
8	Sierra	INIA 431 - ALTIPLANO (Blanca)	3.4
9	Sierra	INIA 431 - ALTIPLANO (Blanca)	3.4
10	Costa	INIA 431 - ALTIPLANO (Blanca)	3.4
11	Costa	INIA 420 COLLANA (Negra)	3.3
12	Sierra	INIA 415 PASANKALLA (Roja)	3.4

Gráfica 29: Variación del Volumen (ml/g) en los panes de moldes con sustitución parcial de las variedades de quinua cultivadas en la costa y sierra del Perú.



Como se observa en la gráfica 29, el pan de molde que obtuvo mayor Volumen es el pan que está con sustitución parcial de la variedad INIA 415 - Pasankalla (Roja), cultivada en la Costa del Perú (M3), que tiene de volumen **3.5 ml/g**.

4.5.1.6.1 Análisis estadístico

Cuadro 52: ANOVA Volumen

	Suma de cuadrados	Gl	Media Cuadratica	F	Prob>F	
Model	0.057	5	0.011	6.37E+07	< 0.0001	significativo
A-zona de cultivo	3.33E-03	1	3.33E-03	6.37E+07	< 0.0001	
B-Mezcla de harina de trigo con las variedades de Quinoa	0.047	2	0.023	6.37E+07	< 0.0001	
AB	6.67E-03	2	3.33E-03	6.37E+07	< 0.0001	
Error	0	6	0			
Total	0.057	11				

El modelo F-valor de 63.660.000,00 implica el modelo es significativo. Sólo hay una oportunidad 0,01% de que un "Modelo F-Valor" este grande podría ocurrir debido al ruido. Los valores de "Prob> F" menos de 0,0500 indican los términos del modelo son significativas. En este caso A, B, AB son los términos del modelo significativos.

Se ha establecido que si existe diferencia significativa entre las sustituciones de harinas de quinua de las variedades cultivadas en la Costa y sierra del Perú, aplicadas en la elaboración de pan de molde, con respecto al volumen, al 5% de significancia.

Mediante la prueba de significación del Design expert se puede concluir que estadísticamente los panes de moldes de las mezclas M1, M2, M3, M4, M5 y M6 tienen diferencias significativas al 5%. (Anexo 07)

4.5.1.7 Textura

En el cuadro 46 y la gráfica 30, se muestran los resultados de los análisis realizados a los panes de molde con sustitución parcial de harina de quinua de las variedades cultivados en la Costa y Sierra del Perú, se observa que hay diferencia en la textura, así mismo a comparación de un pan de molde realizado solo con harina de trigo.

La textura es un criterio de calidad muy importante que puede afectar el procesamiento, envasado, almacenamiento y manipulación; está relacionada principalmente a la suavidad, que es un atributo importante para la aceptación de alimentos; siendo la evaluación de características tales como dureza, adhesividad, masticabilidad, etc., una forma de garantizar la satisfacción del consumidor en cuanto a sus expectativas sensoriales.

Según HELEN CHARLEY (1988) las necesidades actuales, particularmente desde la introducción de máquinas automáticas para cortar el pan, ésta es una de las cualidades más importantes. La estabilidad de la miga viene determinada por la calidad de la harina y el gado de fermentación y de trabajo mecánico a que se ha sometido. La miga del pan debe recuperarse rápidamente después de ser presionada y no ha de notarse demasiado esponjosa ni volver a adquirir su forma con demasiada lentitud. El gado de elasticidad de la miga es importante para determinar la facilidad con que se puede repartir sobre ella la mantequilla, sobre todo cuando ésta está dura.

Según HELEN CHARLEY (1988) Los defectos más comunes que se presentan en la corteza del pan son:

Corteza correosa. Puede ser motivada por las siguientes causas; masa poco madura, utilización de harina fuerte y glutinosa, masa excesivamente blanda, cocción a vapor e insuficiente secado posterior.

El pan cocido en hornos continuos presenta corteza correosa.

Para corregir estos defectos; la masa debe madurar suficientemente, la masa ha de tener la consistencia correcta, emplear harina menos glutinosa, debe cocerse el pan a calor seco durante 15 minutos, por lo menos, después de cocerlo a vapor y antes de sacarlo del horno.

Dureza. Se produce generalmente por fermentación incorrecta de las harinas fuertes que se suelen emplear para hacer las masas duras adecuadas para el pan de corteza. Con mucha frecuencia, se utilizan estas masas sin llegar a la maduración, resultando que el gluten se ablanda insuficientemente y produce, al cocerse, una corteza dura. Las harinas tratadas siempre tienen tendencia a dar corteza dura, especialmente si se han utilizado agentes químicos o decolorantes en cantidades superiores a las normales,

Resquebrajamiento de la corteza.- Lo más probable es que sea causado por un horno demasiado caliente; el gluten se estira excesivamente en el horno y al sacar la pieza se produce una contracción rápida. Generalmente son propensos a este defecto los panes que han sido sometidos a una maduración excesiva o que se han desarrollado en procesos muy cortos y, sobre todo, cuando se han enfriado en corrientes de aire o en cámara fría.

Contra esto se puede luchar utilizando el horno ligeramente más frío, dando menor maduración final y haciendo que la masa fermente correctamente. De este modo, el gluten se pone muy elástico, facilitándose la expansión y contracción. Este efecto se exalta utilizando malta. Un afinado de la masa ayudará a remediar el defecto. También contribuye la regulación cuidadosa de las condiciones de enfriamiento.

Cuadro 53. Textura de los panes de moldes con sustitución parcial de las variedades de quinua cultivadas en la costa y sierra del Perú.

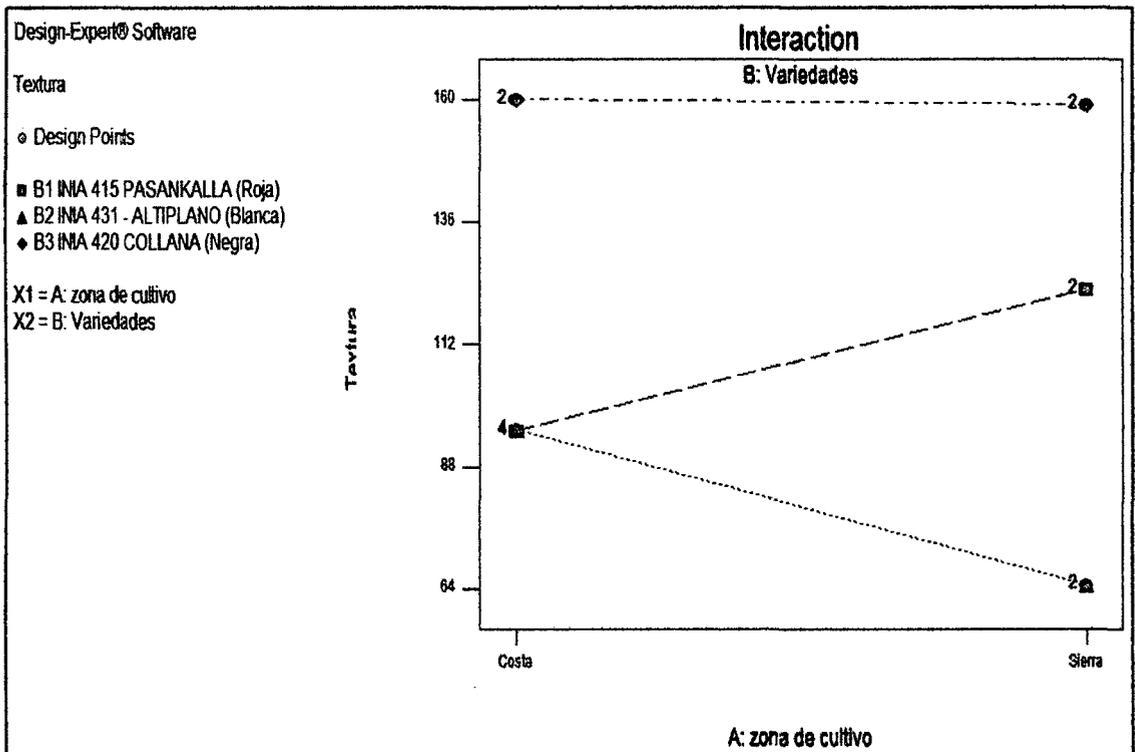
	MEZCLAS	TEXTURA (Fuerza m/J)
TESTIGO (Harina de trigo 100%)	M7	81.46
H. trigo 85% y H. quinua INIA 431 ALTIPLANO (Blanca)-Sierra 15%	M2	64.77
H. trigo 85% y H. quinua INIA 415 PASANCALLA (Roja)-Costa 15%	M3	94.93
H. trigo 85% y H. quinua INIA 415 PASANCALLA (Roja)-Sierra 15%	M4	122.65
H. trigo 85% y H. quinua INIA 420 COLLANA (Negra)-Sierra 15%	M5	158.78
H. trigo 85% y H. quinua INIA 420 COLLANA (Negra)-Costa 15%	M6	159.83
H. trigo 85% y H. quinua INIA 431 ALTIPLANO (Blanca)-Costa 15 %	M1	95.22

Fuente: Las autoras

Cuadro 54: Datos estadísticos de Textura (mJ)

Corridas	A:zona de cultivo	B:Mezcla de harina de trigo con las variedades de Quinua	Textura (mJ)
1	Costa	INIA 415 PASANKALLA (Roja)	94.93
2	Costa	INIA 415 PASANKALLA (Roja)	94.93
3	Sierra	INIA 420 COLLANA (Negra)	158.78
4	Costa	INIA 431 - ALTIPLANO (Blanca)	95.22
5	Sierra	INIA 415 PASANKALLA (Roja)	122.65
6	Costa	INIA 420 COLLANA (Negra)	159.83
7	Sierra	INIA 420 COLLANA (Negra)	158.78
8	Sierra	INIA 431 - ALTIPLANO (Blanca)	64.77
9	Sierra	INIA 431 - ALTIPLANO (Blanca)	64.77
10	Costa	INIA 431 - ALTIPLANO (Blanca)	95.22
11	Costa	INIA 420 COLLANA (Negra)	159.83
12	Sierra	INIA 415 PASANKALLA (Roja)	122.65

Grafica 30: Variación de la textura (Fuerza mJ) en los panes de moldes con sustitución parcial de las variedades de quinua cultivadas en la costa y sierra del Perú.



Como se observa en la gráfica 30, el pan de molde que obtuvo menor fuerza necesaria es el que está con sustitución parcial de la variedad INIA 431 - Altiplano (Blanca), cultivada en la Sierra del Perú (M2), también los valores de menor fuerza es el pan de molde que tiene sustitución parcial con la variedad INIA 415 – Pasankalla (Roja) cultivada en la Costa del Perú (M3).

4.5.1.7.1 Análisis estadístico

Cuadro 55: ANOVA Textura

	Suma de cuadrados	Gl	Media Cuadrática	F	Prob>F	
Model	14591.36	5	2918.27	6.37E+07	< 0.0001	significan t
A-zona de cultivo	4.76E+00	1	4.76E+00	6.37E+07	< 0.0001	
B-Mezcla de harina de trigo con las variedades de Quinoa	12894.66	2	6447.33	6.37E+07	< 0.0001	
AB	1.69E+03	2	8.46E+02	6.37E+07	< 0.0001	
Error	0	6	0			
Total	14591.36	11				

El modelo F-valor de 63.660.000,00 implica el modelo es significativo. Sólo hay una oportunidad 0,01% de que un "Modelo F-Valor" este grande podría ocurrir debido al ruido. Los valores de "Prob> F" menos de 0,0500 indican los términos del modelo son significativas. En este caso A, B, AB son los términos del modelo significativos.

Se ha establecido que si existe diferencia significativa entre las sustituciones de harinas de quinua de las variedades cultivadas en la Costa y sierra del Perú, aplicadas en la elaboración de pan de molde, con respecto a la textura, al 5% de significancia.

Mediante la prueba de significación del Design expert se puede concluir que estadísticamente los panes de moldes de las mezclas M1, M2, M3, M4, M5 y M6 tienen diferencias significativas al 5%. (Anexo 07)

4.5.1.8 Color

Una vez comprendido, el colorido es una indicación segura respecto a la calidad en general del pan que se examina. El colorido que se debe tomar como tipo es el que presenta un pan de corteza hecho con harina de alta calidad, bien fermentado y cocido correctamente. Este colorido está formado por tonos delicados pardos y rojos que se funden uno en el otro, que tiñe las partes expuestas de pardo rojizo y que en las partes menos expuestas al calor del horno se convierte en una corteza amarillo-dorada.

También habrá un tono de color blanco argentino en aquellas partes que se han separado de la pieza poco después de poner en el horno y antes de que el calor haya podido producir mucho color. Para obtener un buen colorido en el pan debe usarse harina de alta calidad.

Las deficiencias en el colorido pueden atribuirse a las siguientes causas:

- 1. Harina de baja calidad**, de por sí ya deficiente en colorido natural.
- 2. Poca maduración de la masa.** Produce pan con corteza tosca y muy -oja y miga áspera de tono verdoso desvaído. La pieza tiene un aspecto característico amazotado y poco volumen.
- 3. Harina deficiente en azúcares naturales**, con bajo contenido en maltosa y deficiente en α -amilasa. Para facilitar a una harina como ésta la producción de colorido se pueden utilizar extracto de malta, azúcar y productos lácteos.
- 4. La maduración excesiva de la masa** produce pan con poco color, con miga gisácea y de aspecto exterior variable, generalmente con corteza tosca.
- 5. Un horno frío**, no producirá colorido, mientras que uno demasiado caliente se extralimitará en la producción de color. El calor seco hace

desaparecer el colorido deseado.

6. Harinas tratadas cuyo tratamiento o blanqueo ha sido excesivo.

4.5.1.8.1 Luminosidad del pan de molde

La luminosidad del pan de molde sustituido con harina de quinua de las variedades cultivadas en la Costa y Sierra del Peru con un pan de molde elaborado con 100% de harina de trigo conforme al cuadro, los panes de molde presentaron valores de luminosidad en la miga y corteza. Los panes de molde presentan mucha variación en sus valores de luminosidad en su corteza y miga, por los que la quinua que trabajamos en esta investigación fueron quinua blanca (INIA 431 – Altiplano), roja (INIA 415 – Pasankalla) y negra (INIA 420 Collana).

Según Hernández et al (2009), afirman que la disminución de los valores de luminosidad indica un mayor pardeamiento en el producto.

Cuadro 56. La luminosidad de los panes de moldes con sustitución parcial de las variedades de quinua cultivadas en la costa y sierra del Perú.

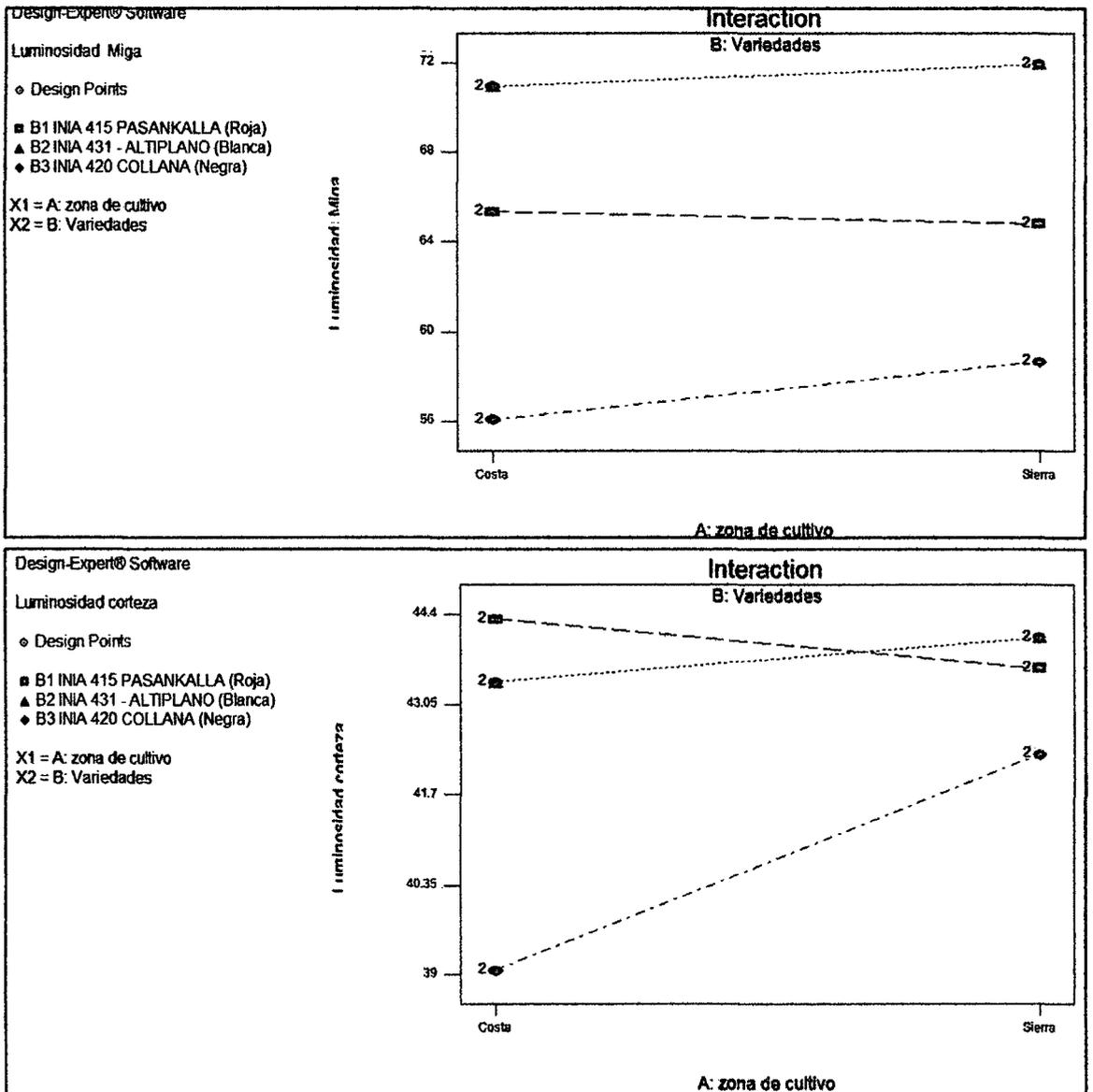
LUMINOSIDAD (L)			
	MEZCLAS	MIGA	CORTEZA
H. trigo 85% y H. quinua INIA 431 ALTIPLANO (Blanca)-Costa 15 %	M1	70.91	43.38
H. trigo 85% y H. quinua INIA 431 ALTIPLANO (Blanca)-Sierra 15%	M2	71.91	44.05
H. trigo 85% y H. quinua INIA 415 PASANCALLA (Roja)-Costa 15%	M3	65.33	44.32
H. trigo 85% y H. quinua INIA 415 PASANCALLA (Roja)-Sierra 15%	M4	64.80	43.59
H. trigo 85% y H. quinua INIA 420 COLLANA (Negra)-Sierra 15%	M5	58.66	42.30
H. trigo 85% y H. quinua INIA 420 COLLANA (Negra)-Costa 15%	M6	56.06	39.06
TESTIGO (Harina de trigo 100%)	M7	77.07	57.92

Fuente: Los autores

Cuadro 57: Datos estadísticos de Luminosidad (L) miga - Corteza

Corridas	A:zona de cultivo	B:Mezcla de harina de trigo con las variedades de Quinua	Luminosidad (L) Miga	Luminosidad (L) Corteza
1	Costa	INIA 415 PASANKALLA (Roja)	65.33	44.32
2	Costa	INIA 415 PASANKALLA (Roja)	65.33	44.32
3	Sierra	INIA 420 COLLANA (Negra)	58.66	42.3
4	Costa	INIA 431 - ALTIPLANO (Blanca)	70.91	43.38
5	Sierra	INIA 415 PASANKALLA (Roja)	64.8	43.59
6	Costa	INIA 420 COLLANA (Negra)	56.06	39.06
7	Sierra	INIA 420 COLLANA (Negra)	58.66	42.3
8	Sierra	INIA 431 - ALTIPLANO (Blanca)	71.91	44.05
9	Sierra	INIA 431 - ALTIPLANO (Blanca)	71.91	44.05
10	Costa	INIA 431 - ALTIPLANO (Blanca)	70.91	43.38
11	Costa	INIA 420 COLLANA (Negra)	56.06	39.06
12	Sierra	INIA 415 PASANKALLA (Roja)	64.8	43.59

Grafica 31: Variación de la Luminosidad (L) Miga - Corteza en los panes de moldes con sustitución parcial de las variedades de quinua cultivadas en la costa y sierra del Perú.



Como se puede observar en la gráfica 31, la luminosidad de la miga y corteza de los panes de molde tiene mucha variación, porque se utilizó variedades de quinua de color blanca (INIA 431- Altiplano), roja (INIA 415- Pasankalla) y negra (INIA 420 - Collana).

4.5.1.8.1.1 Análisis estadístico

Cuadro 58: ANOVA Luminosidad (L) – Miga

	Suma de cuadrados	Gl	Media Cuadratica	F	Prob>F	
Model	404.08	5	80.82	6.37E+07	< 0.0001	significativo
A-zona de cultivo	3.14E+00	1	3.14E+00	6.37E+07	< 0.0001	
B-Mezcla de harina de trigo con las variedades de Quinua	396.04	2	198.02	6.37E+07	< 0.0001	
AB	4.90E+00	2	2.45E+00	6.37E+07	< 0.0001	
Error	0	6	0			
Total	404.08	11				

Cuadro 59: ANOVA Luminosidad (L) - Corteza

	Suma de cuadrados	Gl	Media Cuadratica	F	Prob>F	
Model	38.14	5	7.63	6.37E+07	< 0.0001	significant
A-zona de cultivo	3.37E+00	1	3.37E+00	6.37E+07	< 0.0001	
B-Mezcla de harina de trigo con las variedades de Quinua	26.66	2	13.33	6.37E+07	< 0.0001	
AB	8.11E+00	2	4.05E+00	6.37E+07	< 0.0001	
Error	0	6	0			
Total	38.14	11				

El modelo F-valor de 63.660.000,00 implica el modelo es significativo. Sólo hay una oportunidad 0,01% de que un "Modelo F-Valor" este grande podría ocurrir debido a las mezclas. Los valores de "Prob> F" menor que 0,0500 indican los términos del modelo son significativas.

En este caso A, B, AB son los términos del modelo significativos.

Se ha establecido que si existe diferencia significativa entre las sustituciones de harinas de quinua de las variedades cultivadas en la Costa y sierra del Perú, aplicadas en la elaboración de pan de molde, con respecto a la Luminosidad, al 5% de significancia.

Mediante la prueba de significación del Design expert se puede concluir que estadísticamente los panes de moldes de las mezclas M1, M2, M3, M4, M5 y M6 tienen diferencias significativas al 5%. (Anexo 07)

4.5.1.8.2 Cromacidad del pan de molde

En el cuadro y figura, se muestran la diferencia de cromacidad de los panes de molde, en general, la evolución de la diferencia de cromacidad ha seguido una trayectoria similar a la que se ha descrito para la luminosidad.

De acuerdo a lo observado en los resultados vamos a obtener menor grados de cromacidad cuando incorporemos (Harina de quinua INIA 420 Collana – Negra)

Cuadro 60. La Cromacidad de los panes de moldes con sustitución parcial de las variedades de quinua cultivadas en la costa y sierra del Perú.

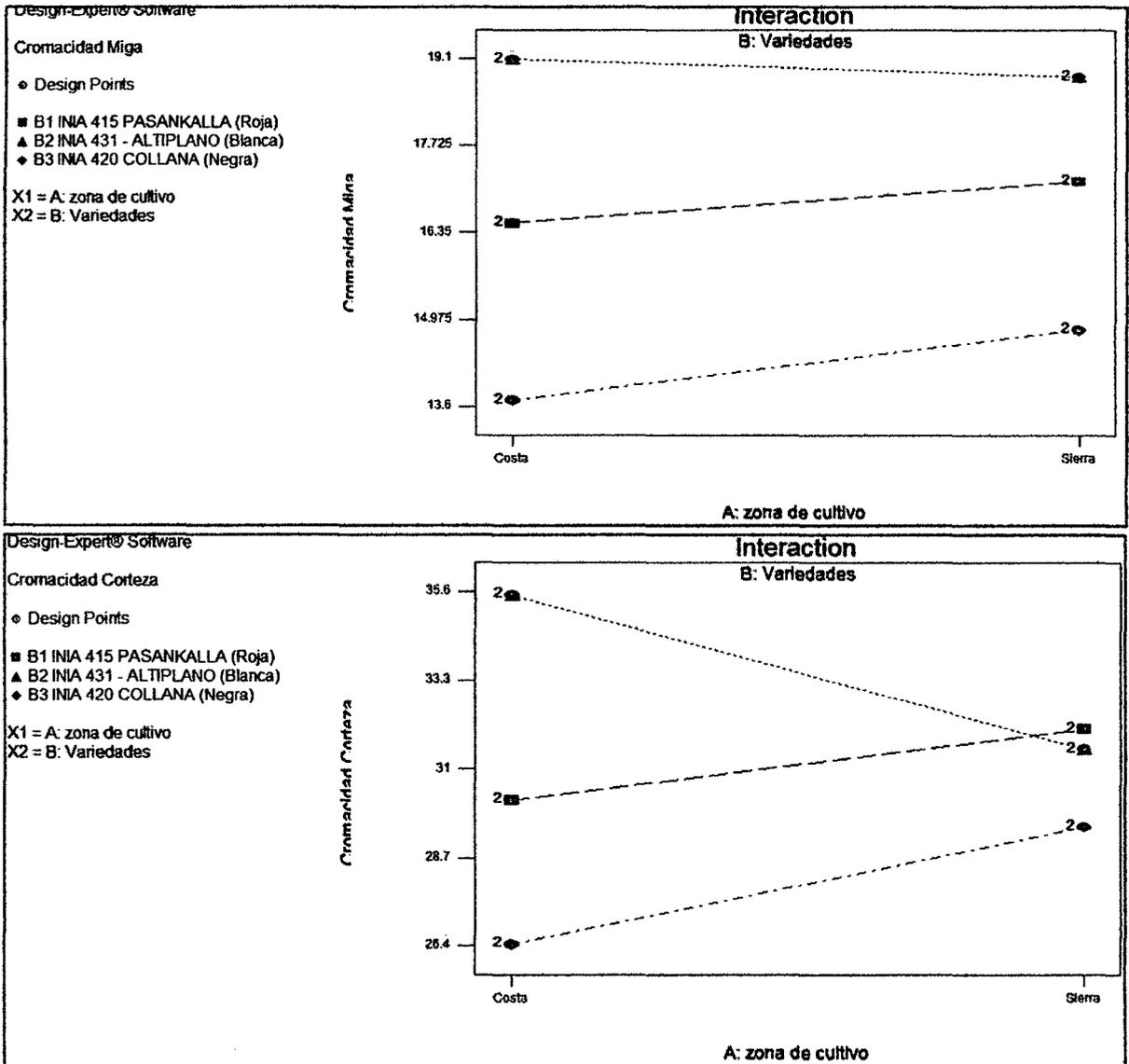
CROMACIDAD (C)			
	MEZCLA	MIGA	CORTEZA
H. trigo 85% y H. quinua INIA 431 ALTIPLANO (Blanca)-Costa 15 %	M1	19.08	33.5
H. trigo 85% y H. quinua INIA 431 ALTIPLANO (Blanca)-Sierra 15%	M2	18.8	31.51
H. trigo 85% y H. quinua INIA 415 PASANCALLA (Roja)-Costa 15%	M3	16.49	30.19
H. trigo 85% y H. quinua INIA 415 PASANCALLA (Roja)-Sierra 15%	M4	17.15	32.03
H. trigo 85% y H. quinua INIA 420 COLLANA (Negra)-Sierra 15%	M5	14.81	29.5
H. trigo 85% y H. quinua INIA 420 COLLANA (Negra)-Costa 15%	M6	13.7	26.44
TESTIGO (Harina de trigo 100%)	M7	15.43	39.59

Fuente: Los autores

Cuadro 61: Datos estadísticos de Cromacidad (L) miga - Corteza

Corridas	A:zona de cultivo	B:Mezcla de harina de trigo con las variedades de Quinua	Cromacidad (C)-Miga	Cromacidad (C)-Corteza
1	Costa	INIA 415 PASANKALLA (Roja)	16.49	30.19
2	Costa	INIA 415 PASANKALLA (Roja)	16.49	30.19
3	Sierra	INIA 420 COLLANA (Negra)	14.81	29.5
4	Costa	INIA 431 - ALTIPLANO (Blanca)	19.08	35.5
5	Sierra	INIA 415 PASANKALLA (Roja)	17.15	32.03
6	Costa	INIA 420 COLLANA (Negra)	13.7	26.44
7	Sierra	INIA 420 COLLANA (Negra)	14.81	29.5
8	Sierra	INIA 431 - ALTIPLANO (Blanca)	18.8	31.51
9	Sierra	INIA 431 - ALTIPLANO (Blanca)	18.8	31.51
10	Costa	INIA 431 - ALTIPLANO (Blanca)	19.08	35.5
11	Costa	INIA 420 COLLANA (Negra)	13.7	26.44
12	Sierra	INIA 415 PASANKALLA (Roja)	17.15	32.03

Grafica 32: Variación de la Cromacidad (C) Miga Corteza en los panes de moldes con sustitución parcial de las variedades de quinua cultivadas en la Costa y Sierra del Perú.



Como se puede observar en la gráfica 32, la Cromacidad de la miga y corteza de los panes de molde tiene mucha variación, porque se utilizó variedades de quinua de color blanca (INIA 431- Altiplano), roja (INIA 415- Pasankalla), negra (INIA 420 - Collana), cultivadas en la Costa y Sierra del Perú.

4.5.1.8.2.1 Análisis estadístico

Cuadro 62: ANOVA Cromacidad (C) – Miga

	Suma de cuadrados	Gl	Media Cuadratica	F	Prob>F	
Model	45.78	5	9.16	6.37E+07	< 0.0001	significant
A-zona de cultivo	7.40E-01	1	7.40E-01	6.37E+07	< 0.0001	
B-Mezcla de harina de trigo con las variedades de Quinoa	44.03	2	22.02	6.37E+07	< 0.0001	
AB	1.01E+00	2	5.00E-01	6.37E+07	< 0.0001	
Error	0	6	0			
Total	45.78	11				

Cuadro 63: ANOVA Cromacidad (C) – Corteza

	Suma de cuadrados	Gl	Media Cuadratica	F	Prob>F	
Model	90.31	5	18.06	6.37E+07	< 0.0001	significant
A-zona de cultivo	2.80E-01	1	2.80E-01	6.37E+07	< 0.0001	
B-Mezcla de harina de trigo con las variedades de Quinoa	61.64	2	30.82	6.37E+07	< 0.0001	
AB	2.84E+01	2	1.42E+01	6.37E+07	< 0.0001	
Error	0	6	0			
Total	90.31	11				

El modelo F-valor de 63.660.000,00 implica el modelo es significativo. Sólo hay una oportunidad 0,01% de que un "Modelo F-Valor" este modelo podría ocurrir debido a la mezcla. Los valores de "Prob> F" menor que 0,0500 indican los términos del modelo son significativas. En este caso A, B, AB son los términos del modelo significativos.

Se ha establecido que si existe diferencia significativa entre las sustituciones de harinas de quinua de las variedades cultivadas en

la Costa y sierra del Perú, aplicadas en la elaboración de pan de molde, con respecto a la Cromacidad, al 5% de significancia.

Mediante la prueba de significación del Design expert se puede concluir que estadísticamente los panes de moldes de las mezclas M1, M2, M3, M4, M5 y M6 tienen diferencias significativas al 5%. (Anexo 07)

4.5.1.8.3 Angulo de tonalidad de los panes de molde

El parámetro de cromacidad (C), es el atributo que permite la determinación del grado de diferencia en comparación a un color gris con la misma luminosidad para cada angulo de matiz o tonalidad, por lo que representa el atributo cuantitativo de la pureza o saturación de color. El parametro (H) es el atributo de acuerdo al cual los colores se han definido tradicionalmente como rojizos, verdosos, amarillos, etc.

Cuadro 64. Color - Angulo de tonalidad Miga - Corteza de los panes de moldes con sustitución parcial de las variedades de quinua cultivadas en la costa y sierra del Perú.

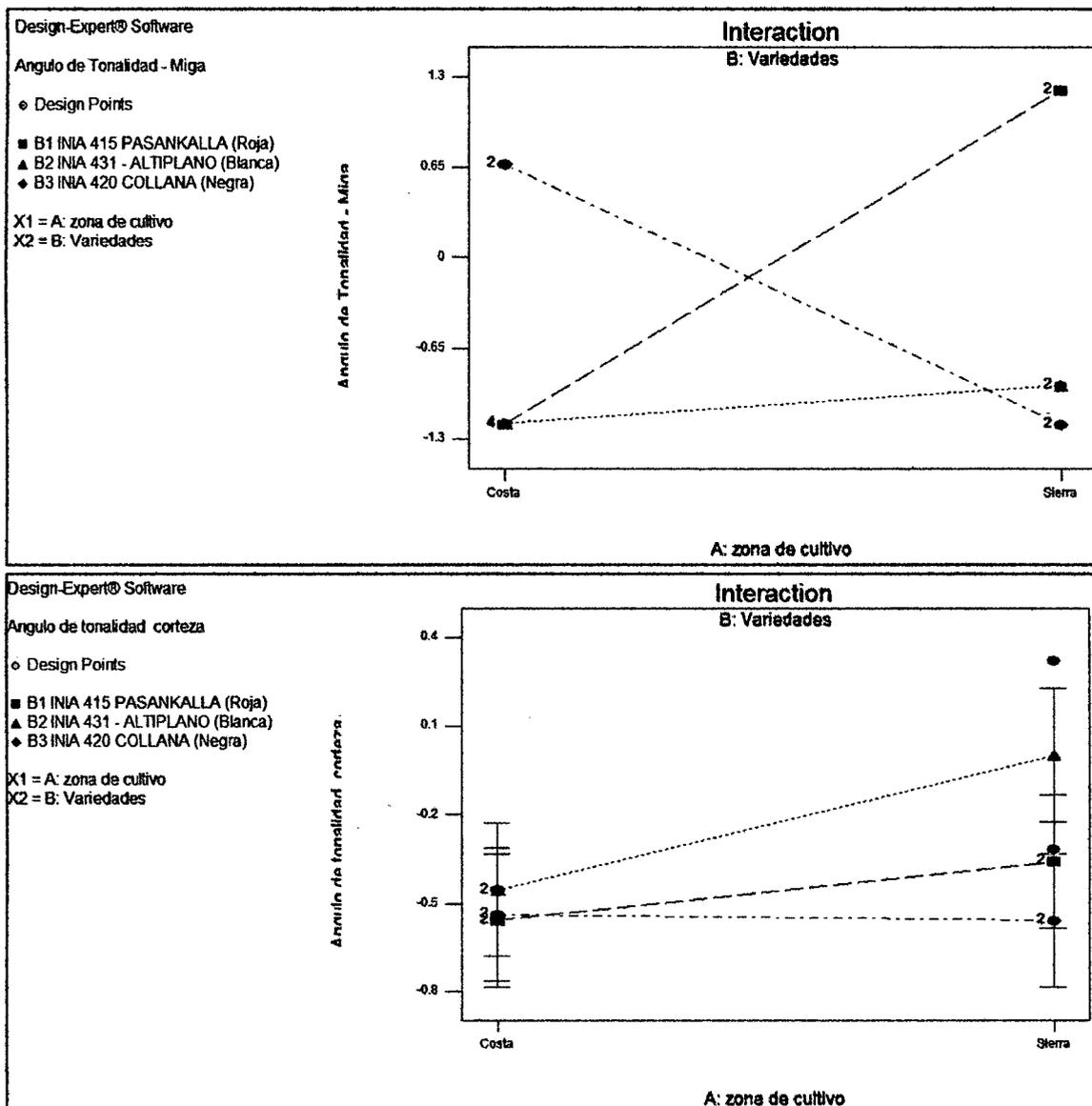
ANGULO DE TONALIDAD (H)			
	MEZCLA	MIGA	CORTEZA
H. trigo 85% y H. quinua INIA 431 ALTIPLANO (Blanca)-Costa 15 %	M1	-1.19	-0.46
H. trigo 85% y H. quinua INIA 431 ALTIPLANO (Blanca)-Sierra 15%	M2	-0.92	-0.32
H. trigo 85% y H. quinua INIA 415 PASANCALLA (Roja)-Costa 15%	M3	-1.2	-0.56
H. trigo 85% y H. quinua INIA 415 PASANCALLA (Roja)-Sierra 15%	M4	1.2	-0.36
H. trigo 85% y H. quinua INIA 420 COLLANA (Negra)-Sierra 15%	M5	2.56	-0.5
H. trigo 85% y H. quinua INIA 420 COLLANA (Negra)-Costa 15%	M6	0.67	-0.54
TESTIGO (Harina de trigo 100%)	M7	0.38	-2.12

Fuente: Los autores

Cuadro 65: Datos estadísticos de Angulo de tonalidad (H) miga - Corteza

Corridas	A:zona de cultivo	B:Mezcla de harina de trigo con las variedades de Quinua	Angulo de tonalidad (H) - Miga	Angulo de tonalidad (H) - Corteza
1	Costa	INIA 415 PASANKALLA (Roja)	-1.2	-0.56
2	Costa	INIA 415 PASANKALLA (Roja)	-1.2	-0.56
3	Sierra	INIA 420 COLLANA (Negra)	-1.2	-0.56
4	Costa	INIA 431 - ALTIPLANO (Blanca)	-1.19	-0.456
5	Sierra	INIA 415 PASANKALLA (Roja)	1.2	-0.36
6	Costa	INIA 420 COLLANA (Negra)	0.67	-0.54
7	Sierra	INIA 420 COLLANA (Negra)	-1.2	-0.56
8	Sierra	INIA 431 - ALTIPLANO (Blanca)	-0.92	-0.32
9	Sierra	INIA 431 - ALTIPLANO (Blanca)	-0.92	0.32
10	Costa	INIA 431 - ALTIPLANO (Blanca)	-1.19	-0.456
11	Costa	INIA 420 COLLANA (Negra)	0.67	-0.54
12	Sierra	INIA 415 PASANKALLA (Roja)	1.2	-0.36

Grafica 33: Variación del ángulo de tonalidad Miga - Corteza en los panes de moldes con sustitución parcial de las variedades de quinua cultivadas en la Costa y Sierra del Perú.



Este es el atributo que permite a un color distinguirse con referencia a un color gris con la misma luminosidad y está relacionado a la absorbancia a diferentes longitudes de onda y se considera el atributo cualitativo del color (Meléndez – Martínez et al., 2003)

4.5.1.8.3.1 Análisis estadístico

Cuadro 66: ANOVA Angulo de tonalidad - miga

	Suma de cuadrados	Gl	Media Cuadratica	F	Prob>F	
Model	11.74	5	2.35	6.37E+07	< 0.0001	significant
A-zona de cultivo	2.10E-01	1	2.10E-01	6.37E+07	< 0.0001	
B-Mezcla de harina de trigo con las variedades de Quinoa	2.41	2	1.2	6.37E+07	< 0.0001	
AB	9.12E+00	2	4.56E+00	6.37E+07	< 0.0001	
Error	0	6	0			
Total	11.74	11				

El modelo F-valor de 63.660.000,00 implica el modelo es significativo. Sólo hay una oportunidad 0,01% de que un "Modelo F-Valor" este modelo podría ocurrir debido a la mezcla. Los valores de "Prob> F" menor que 0,0500 indican los términos del modelo son significativas. En este caso A, B, AB son los términos del modelo significativos.

Se ha establecido que si existe diferencia significativa entre las sustituciones de harinas de quinua de las variedades cultivadas en la Costa y sierra del Perú, aplicadas en la elaboración de pan de molde, con respecto al análisis de color - ángulo de tonalidad de la Miga, al 5% de significancia.

Mediante la prueba de significación del Design expert se puede concluir que estadísticamente los panes de moldes de las mezclas M1, M2, M3, M4, M5 y M6 tienen diferencias significativas al 5%. (Anexo 07)

Cuadro 67: ANOVA Angulo de tonalidad – corteza

	Suma de cuadrados	Gl	Medla Cuadratica	F	Prob>F	
Model	0.47	5	0.094	2.75E+00	0.1252	No significante
A-zona de cultivo	1.30E-01	1	1.30E-01	3.95E+00	0.094	
B-Mezcla de harina de trigo con las variedades de Quinua	0.22	2	0.11	3.23E+00	0.1114	
AB	1.10E-01	2	5.70E-02	1.66E+00	0.2664	
Error	0.2	6	0.034			
Total	0.67	11				

El "Modelo F-valor" de 2.75 implica que el modelo no es significativo en relación con el ruido. Hay una 12.52% de probabilidad de que un "Modelo F-valor" este modelo podría ocurrir debido a la mezcla. Los valores de "Prob> F" menor que 0,0500 indican los términos del modelo son significativas. En este caso no hay términos de modelo significativos.

Se ha establecido que no existe diferencia significativa entre las sustituciones de harinas de quinua de las variedades cultivadas en la Costa y sierra del Perú, aplicadas en la elaboración de pan de molde, con respecto al análisis de color - ángulo de tonalidad de la corteza, al 5% de significancia.

4.5.2 ANALISIS SENSORIAL

El análisis sensorial de las 6 mezclas incluida el testigo (M7) de los panes de moldes con sustitución parcial de las variedades de quinua Cultivada en la Costa y Sierra del Perú. Se realizó 30 panelistas no entrenados de ambos sexos y de diferentes edades, las características evaluadas fueron: color, olor, sabor y textura. Los resultados se muestran en el cuadro 55 y la grafica 34.

Para conocer la aceptabilidad de las mezclas estudiadas y de los atributos (color, olor, sabor y textura). Esto se puede comprobar al observar en el cuadro 55, mediante el análisis de varianza (ANOVA) los puntajes promedios asignados indican diferencias estadísticamente significativas, para los 4 atributos estudiados.

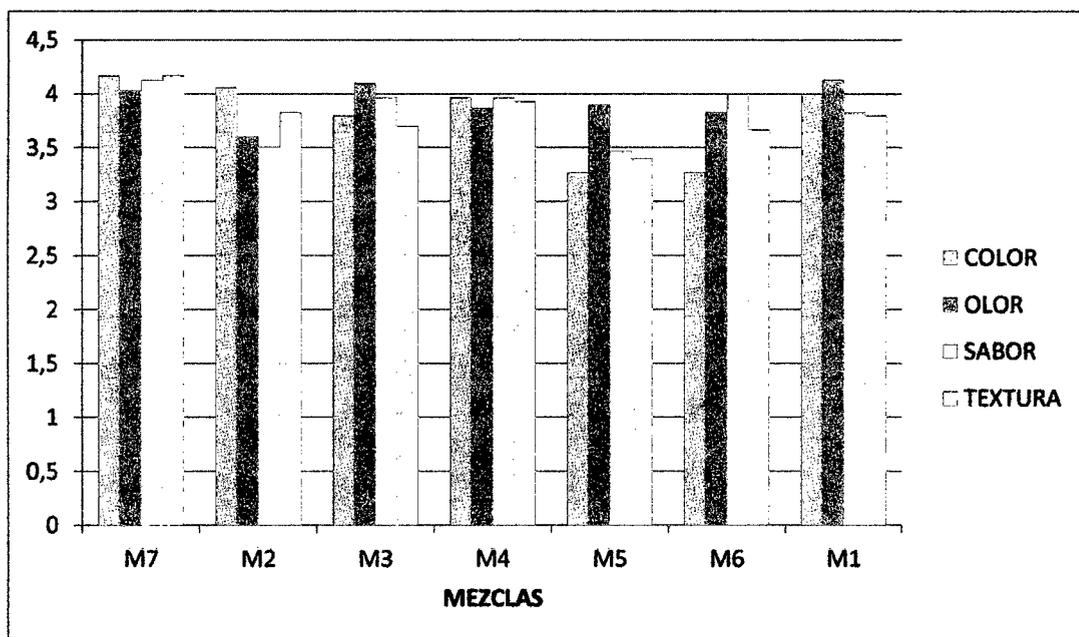
Cuadro 68. Análisis sensorial de los panes de moldes con sustitución parcial de las variedades de quinua cultivadas en la costa y sierra del Perú.

	MEZCLAS	COLOR	OLOR	SABOR	TEXTURA
TESTIGO (Harina de trigo 100%)	M7	4.17	4.03	4.13	4.17
H. trigo 85% y H. quinua INIA 431 ALTIPLANO (Blanca)-Sierra 15%	M2	4.06	3.6	3.5	3.83
H. trigo 85% y H. quinua INIA 415 PASANCALLA (Roja)-Costa 15%	M3	3.8	4.1	3.97	3.7
H. trigo 85% y H. quinua INIA 415 PASANCALLA (Roja)-Sierra 15%	M4	3.97	3.87	3.97	3.93
H. trigo 85% y H. quinua INIA 420 COLLANA (Negra)-Sierra 15%	M5	3.27	3.9	3.47	3.4
H. trigo 85% y H. quinua INIA 420 COLLANA (Negra)-Costa 15%	M6	3.27	3.83	4	3.67
H. trigo 85% y H. quinua INIA 431 ALTIPLANO (Blanca)-Costa 15 %	M1	4	4.13	3.83	3.8

Fuente: Los autores

En cuanto al color analizados, existen diferencias estadísticamente significativas entre M3, M4, M2, M1 y M7, pero no existe diferencia significativa entre las mezclas M5 y M6 (anexo 05), esto significa que estadísticamente hay diferencia de preferencia de los consumidores. Pero se puede observar en el cuadro 55, el mayor promedio es 4.17 equivalente a "Agradable" lo obtiene la mezcla M7, que corresponde al pan de molde elaborado al 100% de harina de trigo. Este efecto se debe a que no existe presencia de harina de quinua, y también a que la harina de trigo proviene del trigo, que contiene en su constitución elevadas cantidades de carotenos que son pigmentos responsables del color amarillo ambarino, como lo menciona Callejo G. (2002). Pero así mismo se obtuvo resultados similares a los panes que estaban sustituidos con harina de quinua de color blanca (INIA 431 Altiplano cultivadas en la Costa y Sierra del Perú) M1(4), M2 (4.06) respectivamente que es equivalente a "Agradable" y roja (INIA 415 Pasankalla cultivadas en la Costa y Sierra del Perú) M3(3.8), M4 (3.97) respectivamente que es equivalente a "Agradable" a comparación de los panes de molde que fueron sustituidos con quinua de color negra (INIA 420 Collana cultivadas en la Costa y Sierra del Perú) que obtuvo de promedio 3.27 equivalente a "Regular".

Con respecto al Olor analizados para los panes de molde, si existen diferencias estadísticamente significativas entre las mezclas M1, M2, M3, M4, M5, M6 y M7 (Testigo) (anexo 05). Pero se puede observar en el cuadro 55 que el mayor promedio de 4 equivalente a "Agradable", lo obtiene las mezclas M7, M3, M2, M4, M6 y M1 respectivamente que corresponde a los panes de molde que se han sustituido con harina de quinua de la variedad **INIA 415 Pasankalla (Roja)** cultivada en la Costa del Perú y **INIA 431 Altiplano (Blanca)** cultivada en la Costa y Sierra del Perú.



Grafica 34: Análisis sensorial de los panes de moldes con sustitución parcial de las variedades de quinua cultivadas en la Costa y Sierra del Perú.

Con respecto a la textura analizados para los panes de molde, si existen diferencias estadísticamente significativas entre las mezclas M1, M2, M3, M4, M5, M6 y M7 (Testigo) (anexo 05). Pero se puede observar en el cuadro 55 que el mayor promedio es 4.1, 4.06 y 4 equivalente a "Agradable", lo obtiene la mezcla M3, M2 y M1 respectivamente que corresponde a los panes de molde que se han sustituido con harina de quinua de la variedad **INIA 415 Pasankalla (Roja)** cultivada en la Costa del Perú y **INIA 431 Altiplano (Blanca)** cultivada en la Costa y Sierra del Perú. (Anexo 05)

Con respecto a la textura analizados para los panes de molde, si existen diferencias estadísticamente significativas entre las mezclas M1, M2, M3, M4, M5, M6 y M7 (Testigo) (anexo 05). Pero se puede observar en el cuadro 55 que el mayor promedio es 4.1, 4.06 y 4 equivalente a

“Agradable”, lo obtiene la mezcla M3, M2 y M1 respectivamente que corresponde a los panes de molde que se han sustituido con harina de quinua de la variedad **INIA 415 Pasankalla (Roja)** cultivada en la Costa del Perú y **INIA 431 Altiplano (Blanca)** cultivada en la Costa y Sierra del Perú. (Anexo 05)

V. CONCLUSIONES

1. La composición química proximal de la harina de trigo para la elaboración del pan de molde es: Proteína (12.23 %), Humedad (10.8 %), Cenizas (0.51 %), Grasas (1.72 %), Carbohidratos (74.74%).
2. Composición química proximal de las variedades de harinas de quinua es:
INIA 415 Pasankalla (Roja) – (Costa): Proteína (15.40%), Humedad (13.99 %), Cenizas (2.55 %), Grasas (5.08 %), Carbohidratos (62.98%).
INIA 415 Pasankalla (Roja) – (Sierra): Proteína (12.83%), Humedad (13.04 %), Cenizas (2.97%), Grasas (5.65%), Carbohidratos (65.51%).
INIA 420 Collana (Negra) – (Costa): Proteína (14.31%), Humedad (13.96 %), Cenizas (2.12 %), Grasas (3.71%), Carbohidratos (65.90%)
INIA 420 Collana (Negra) – (Sierra): Proteína (14.00%), Humedad (13.07 %), Cenizas (2.40 %), Grasas (6.79 %), Carbohidratos (63.74%)
INIA 431 Altiplano (Blanca) – (Costa): Proteína (12.91%), Humedad (13.94 %), Cenizas (1.88 %), Grasas (1.42%), Carbohidratos (69.85%)
INIA 431 Altiplano (Blanca) – (Sierra): Proteína (14.70%), Humedad (13.95 %), Cenizas (3.08 %), Grasas (5.66 %), Carbohidratos (62.61%)
3. El comportamiento reológico de las mezclas M1, M2, M3, M4, M5, M6 para la elaboración de los panes de moldes.
Análisis amilografico: Determina la temperatura de gelatinización (°C) para M1= 63.8, M2= 61, M3=61.9, M4=52, M5=60, M6=61.3, y máxima de gelatinización (UA) para M1=1261, M2= 945, M3=1296, M4= 1098, M5=1267.9, M6=1192. En las cuales estadísticamente tienen diferencias significativas, al 5% de significancia.

Análisis Farinografico: Determina el porcentaje de absorción de agua para M1= 60.2, M2=61.60, M3=61.5, M4= 52, M5=60.2, M6=60.5; Consistencia (FE) para M1= 668, M2=724, M3=721, M4=611, M5=705.4, M6=679; y Tiempo de desenvolvimiento (min) para M1=1:43, M2=1:39, M3=2:07, M4=2, M5=3, M6=3:03. En las cuales estadísticamente tienen diferencias significativas, al 5% de significancia.

Análisis extensografico: Determina Extensibilidad (mm) para M1=107, M2=97, M3=104, M4=88, M5=105, M6=91, y resistencia a la extensión (BU) para M1=870, M2=1125, M3=824, M4=698, M5=806.1, M6=709. En las cuales estadísticamente tienen diferencias significativas, al 5% de significancia.

4. La composición Físico - Químico del pan de molde M3= H. trigo 85% y H. quinua INIA 415 PASANCALLA (Roja)-Costa 15%; Proteína (8.79%), Cenizas (2.09%), Humedad (26.25%), Grasa (9.04%), y Carbohidratos (53.82%).
5. Análisis sensorial realizados con panelistas no entrenados, determino las dos mejores mezclas M3 (H. trigo 85% y H. quinua INIA 415 PASANCALLA (Roja)-Costa); se notó mayor preferencia por el pan de molde que contiene mayor proteína, ya que cuando se realizó la prueba de significación de tukey se encontró que existe diferencias significativas.

VI. RECOMENDACIONES

Para obtener resultados satisfactorios en la elaboración de los análisis reológicos, es recomendable dejar un tiempo de reposo de la masa de 18 – 24 horas, para que las propiedades de elasticidad, viscosidad y plasticidad puedan ser determinadas por el equipo.

La adición de la sustitución con quinua debe ser garantizada, ya que es importante mezclar un porcentaje exacto de esta con la harina de trigo, para trabajar con una mezcla homogénea y así obtener un producto final con características internas y externas óptimas.

Dado el elevado contenido de agentes antimicrobianos naturales se recomienda completar este estudio con la posibilidad de utilizar este pseudo cereal como agente conservante en los productos de panificación.

De acuerdo a las características presentadas en la realización del pan de quinua como su bajo volumen, se sugiere evaluar productos de galletería, ya que estos no requieren de crecimiento significativo en su proceso de cocción.

Se sugiere practicar ensayos de este producto con porcentajes inferiores de sustitución para así evaluar su comportamiento en los análisis reológicos y así obtener unos mejores resultados en el proceso de panificación.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- **A.O.A.C Official Methods of Analysis of AOAC International 17th Edition, Current Through Revision # 1 AOAC INTERNATIONAL. Arlington 2002.**
- **A.A.C.C American Asociation of Cereal Chemists. Approved Methods, 10th Edition.2000**
- **CACERES.H, Martha Elizabeth. el efecto del lactosuero en la calidad de la harina de trigo para panificación a nivel comercial Tesis de especialización en ciencia y tecnología de alimentos. Bogota 1993. Universidad Nacional de Colombia. Programa de interfacultades.**
- **CALAVERAS, Jesús. Tratado de panificación y bollería, 1 ed, AMU ediciones, Mundi-Prensa, Madrid , 1996.**
- **CARPENTER, Roland P, LYON David H. et, analisis sensorial en el desarrollo y control de la calidad de los alimentos, 2ª ed, editorial Acribia, Zaragoza España 2002, pag: 33-119.**
- **CEPEDA, Ricardo, CORCHUELO Germán, Tecnología de Cereales y Oleaginosas, 1 ed, editorial Unisur, Bogotá (Colombia) 1991.**
- **COCHRAN, William G, Técnicos de muestreo, 1ª ed, editorial continental, México D.F 1998.**

- DELGADO David, Grupo de los cereales, tubérculos y legumbres. Disponible en Internet <http://www.es.geocities.com/bonidavi/nueva/creditos.html> (Accesado el 3 de Marzo de 2006)
- FAO, (composición química y valor de la quinua). Disponible en Internet www.Fao.org.com. (accesado 3 de septiembre de 2006)
- I.C.C. Internacional Cereal Chemists, 2nd Edition, Revised and Expanded (Food Science and Technology Series/99). Edited by Karel Kulp, American Institute of Baking, Manhattan, Kansas, USA, and Joseph G. Ponte, Jr., Kansas State University, Manhattan, USA, March, 2000
- I.C.M.S.F. Técnicas de análisis microbiológico volumen I, 2ª ed, editorial Acribia, Zaragoza (España): 1988.
- I.C.M.S.F. Microorganismos de los alimentos 6, ecología microbiana de los alimentos, 1ª ed, editorial Acribia, Zaragoza (España): 2001.
- INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS Y CERTIFICACION. Presentación de tesis, trabajos de grado y otros trabajos de investigación (NTC 1486)
- INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS Y CERTIFICACION. Documentación. Referencias bibliográficas para libros, folletos e informes (NTC 1160)
- INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS Y CERTIFICACION. Documentación. Referencias bibliográficas para normas(NTC1307)

- INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS Y CERTIFICACION

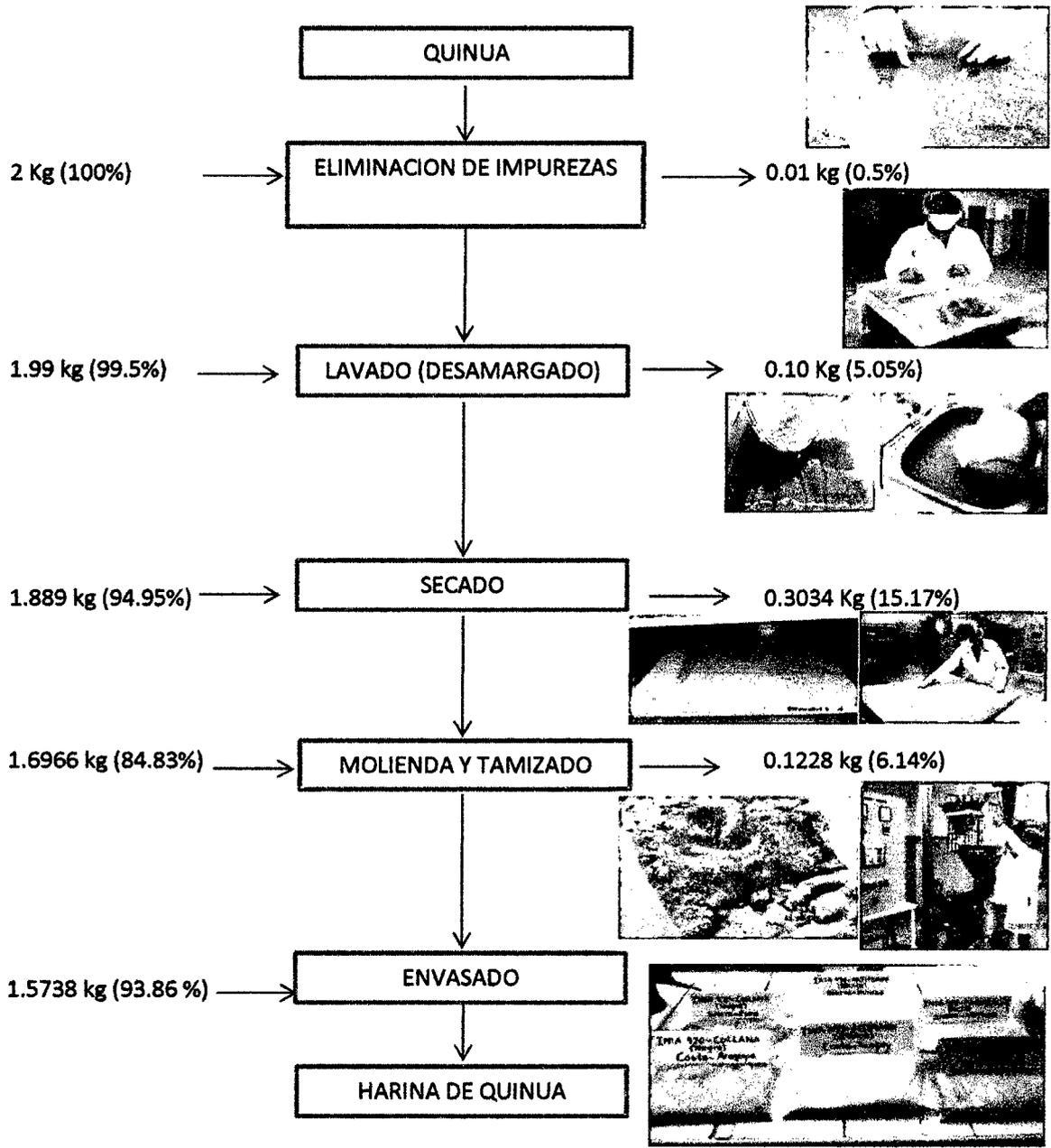
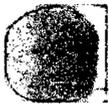
.Referencias documentales para fuentes de información electrónicas (NTC 4490).

- MAGNO, Meyhuay, Composición química y valor nutricional del grano de quinua y derivados. Instituto de Desarrollo Agroindustrial (INDDA). Disponible en Internet <http://www.fao.org/inpho/content/compend/text/ch11-02.htm>. (Accesado el 3 de Marzo de 2006)
- MILLAN López Edgar. Et al Radiosensibilidad de la Quinua a las radiaciones neutras Gama. Cali 1972. Tesis de grado. Universidad Tecnológica y Pedagógica de Cali. Facultad de Agronomía.
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural Observatorio Agrocadenas Colombia. Cadena: Cereales de consumo humano. Disponible en Internet <http://www.agrocadenas.gov.co> (Accesado el 16 de marzo de 2006)
- Nuevas Publicaciones Sobre Granos Andinos. Mejoramiento genético asistido por técnicas modernas para el desarrollo competitivo de la cadena de la quinua http://www.proinpa.org/web/noticias/publi_granos_andinos.htm (Accesado el 12 de Julio de 2006)
- OTHON, Sergio. Química, Almacenamiento e Industrialización de Cereales. Editorial AGT. México, 1996.
- Programa Panamericana de Defensa y Desarrollo de la Diversidad Biológica, cultural y social. Quinua, historia y presentación. Disponible en Internet, www.prodiversitas.bioetica.org (Accesado el 3 de marzo de 2006)

ANEXOS

ANEXO 01: BALANCE DE MATERIA PARA LA OBTENCION DE HARINA DE QUINUA

INIA 431 Altiplano (Blanca) cultivada en la sierra - Huaraz	INIA 431 Altiplano (Blanca) cultivada en la Costa - Tangay	INIA 420 Collana (Negra) cultivada en la Costa de Arequipa	INIA 420 Collana (Negra) cultivada en la Sierra de Arequipa	INIA 415 Pasankalla (Roja) cultivada en la Sierra de Arequipa	INIA 415 Pasankalla (Roja) cultivada en la Costa de Arequipa
--	---	---	--	--	---



ANEXO 02: PROCEDIMIENTO DE LOS ANALISIS FISICO QUIMICOS DE LAS HARINAS DE QUINUA Y PAN DE MOLDE

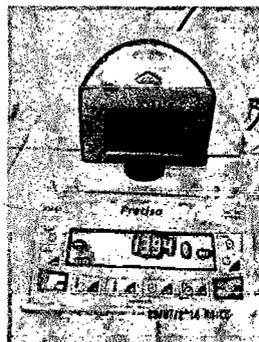
METODO PARA DETERMINACIÓN DE HUMEDAD DE MATERIA PRIMA

PROCEDIMIENTO

- Agregar las muestras sobre la placa de equipo (5 gramos)
- Luego configurar la temperatura de 115 °C
- A un tiempo de 10 min.



Muestra de harina en el equipo.



Muestra lista para analizar humedad

MÉTODO PARA DETERMINACIÓN DE CENIZA

PROCEDIMIENTO

- En un crisol identificado, seco y tarado (A_1) pesar aproximadamente 2g de muestra (m)
- Incinerar la muestra en la cocina eléctrica hasta total carbonización
- Colocar la muestra en la mufla y calcinar al 550 °C por 3 a 5 h. hasta cenizas blancas o blanco grisáceo.
- Retirar el crisol de la mufla y colocar en el desecador, enfriar 30 minutos a temperatura ambiente y pesar el residuo.

Cálculos:

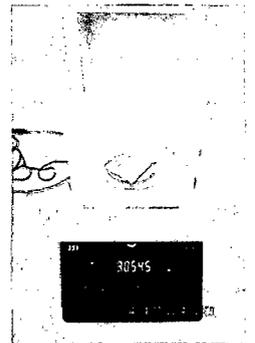
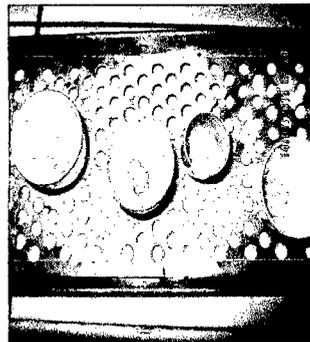
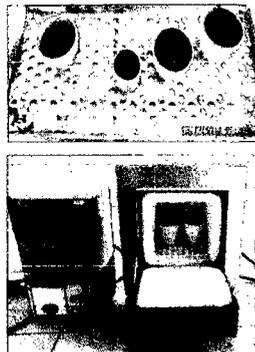
DONDE:

$$\% \text{ Ceniza} = (A_2 - A_1) / m * 100$$

A_1 : Peso del crisol vacío (g)

A_2 : peso del crisol más ceniza (g)

m: Peso de la muestra (g)



MÉTODO PARA DETERMINACIÓN DE GRASA

- Se pesan de 3 a 5 g de muestra seca , empaquetándolo en el papel filtro y se coloca en la cámara de extracción del equipo soxhlet.
- Agregar hexano hasta una parte del mismo sea sifonado hacia el balón(125ml).
- Seguidamente se conecta a la fuente de calor. Al calentarse el solvente se evapora y asciende a la parte superior del equipo , allí se condensa por refrigeración con agua y cae sobre la muestra , regresando posteriormente al balón por sifonado , arrastrando consigo el extracto etéreo .El ciclo es cerrado , la velocidad de goteo del hexano debe ser de 45° a 60 gotas por minuto .
- El proceso dura de 2 a 4 horas dependiendo del contenido graso de la muestra y de la muestra en sí.
- El hexano se recibe en el balón previamente secado y tarado.
- Retirar el balón con el extracto etéreo cuando ya no contenga hexano.
- Evaporar el solvente permanente en el balón , con una estufa (30 min . x 105 °C),enfriar en una campaña de desecación por un espacio de 30 min. y pesar.

Calculos:

$$\% \text{ Grasa} = (A_2 - A_1) / m * 100$$

Donde:

A₁: Peso del Balón con hexano estereo (g)

A₂: peso del balón vacío (g)

m: Peso de la muestra (g)



METODO PARA DETERMINACIÓN DE HUMEDAD DE MATERIA PRIMA

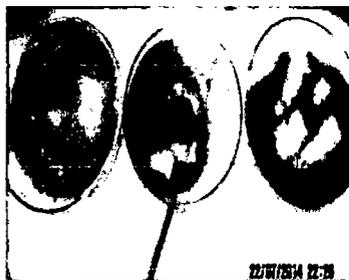
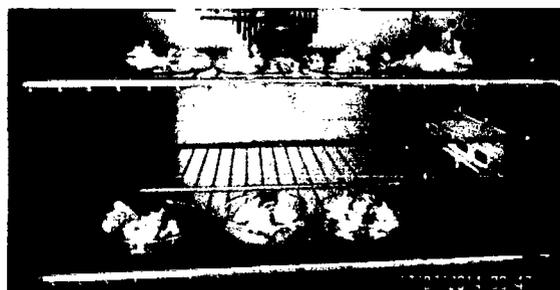
Para determinar el contenido de humedad de los productos derivados de harina de trigo u otros cereales, se sigue el procedimiento establecido por la Norma Técnica ITINTEC 205.037 (1974), denominado "Método de desecación por estufa", el cual es el siguiente:

- ❖ Pesar las placas vacías en la balanza analítica.
- ❖ Agregar una muestra de 10 gramos de pan de molde.
- ❖ Llevar a la estufa por un lapso de 2.5 horas a 105°C.
- ❖ Una vez pasado el tiempo establecido, sacar la muestra y dejar reposar por 5 minutos.
- ❖ Luego del reposo, pesar la muestra en placa
- ❖ Mediante la fórmula, calcular el % de humedad de la muestra.

$$\% \text{ Humedad} = \frac{(P_1 - P_2)}{m} \times 100$$

Donde:

- P_1 = Peso de la placa más muestra.
- P_2 = Peso de la placa más muestra seca
- m = Peso de la muestra.



MÉTODO DE COLORIMETRÍA INSTRUMENTAL

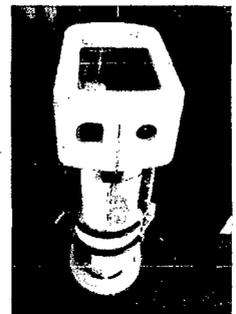
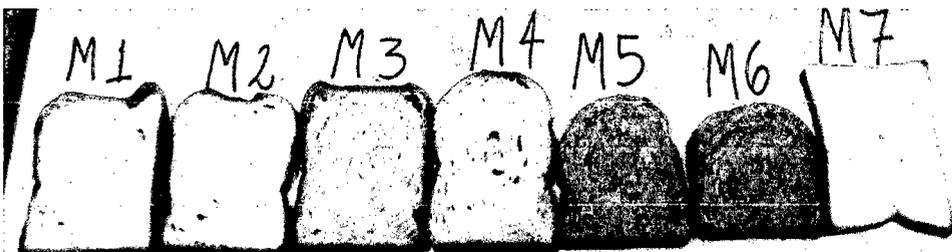
PROCEDIMIENTO:

- Calibrar el colorímetro con el blanco.
- Determinar la luminosidad descrita por * L. El color negro representa una luminosidad de 0 mientras que el blanco representa una luminosidad de 100. Los parámetros de a* y b* se utilizan para evaluar la cromaticidad y el ángulo de tonalidad. Para el cálculo se utiliza las siguientes ecuaciones.

$$\text{Cromaticidad} = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$$

$$\text{Angulo de tonalidad} = \text{arctg } b^*/a^*$$

- Seleccionar el espacio de color en el cual se va a realizar la lectura.
- Tomar una muestra y colocarlo en el colorímetro.
- Realizar 3 lecturas de la muestra.
- Limpiar el objeto del colorímetro después de realizada cada una de las lecturas.
- Anotar los valores de los parámetros L*, a*, b*.



Determinación de colorimetría para los panes.

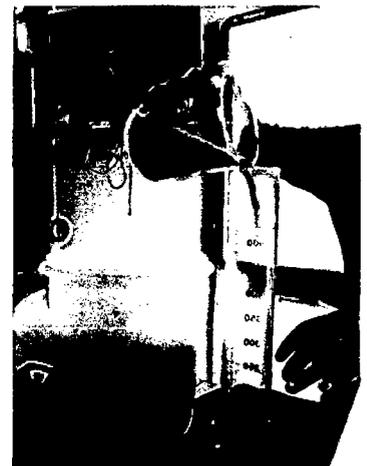
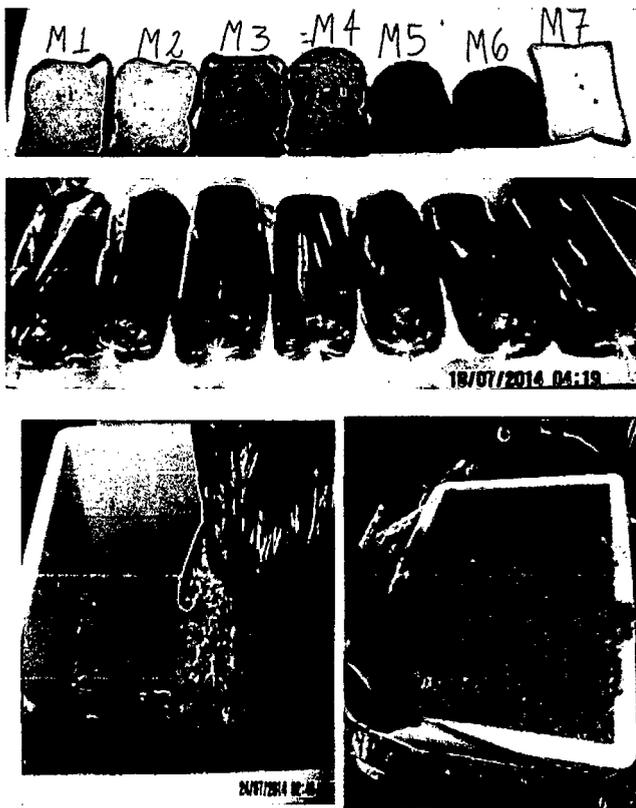
MÉTODO PARA DETERMINACIÓN DE VOLUMEN ESPECÍFICO DEL PAN DE MOLDE

PROCEDIMIENTO:

- El procedimiento se realizó una hora después del horneado del pan.
- El pan de molde es pesado.
- Se coloca el pan de molde en un recipiente geométrico conteniendo semillas de alpiste.
- Luego se proceder a desplazar todas aquellas semillas que fueron desplazadas por el pan de molde
- Mediante un vaso de precipitado o cualquier otro material medimos la cantidad de volumen que ocupó el pan de molde.
- Este procedimiento se realiza por triplicado.

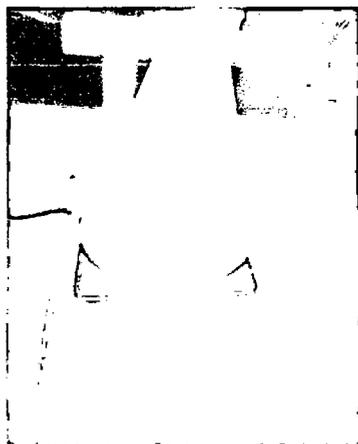
Cálculos:

$$\text{Volumen Especifico} = \text{Volumen del pan (ml)} / \text{Masa (g)}$$



ANEXO 03: PROCEDIMIENTO DEL ANALISIS REOLOGICO DEL PAN DE MOLDE CON SUTITUCION PARCIAL DE HARINA DE QUINUA DE 3 VARIETADES (INIA 415 PASANKALLA (Roja); INIA 431 ALTIPLANO (Blanca); INIA 420 COLLANA (Negra)), cultivadas en la Costa y Sierra del Peru.

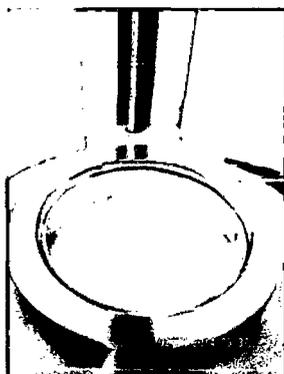
Pasos para el análisis de la muestra con el Amilografo



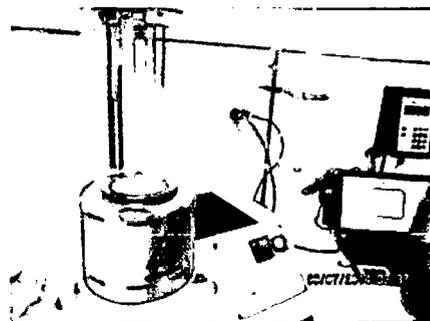
Peso de la muestra
(80gr)



Adición de agua a la muestra

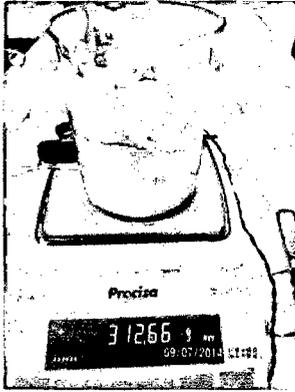


Adición de la mezcla al
amilografo



Amilografo

Pasos para el análisis de la muestra con el Farinografo



Peso de la muestra.



Mesclado de las muestras.



Adición de la muestra al farinografo.

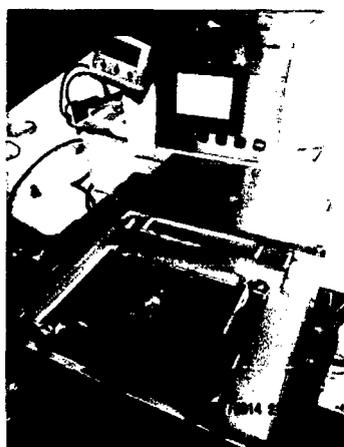


Gráfico de resultado de la evaluación por farinografía.

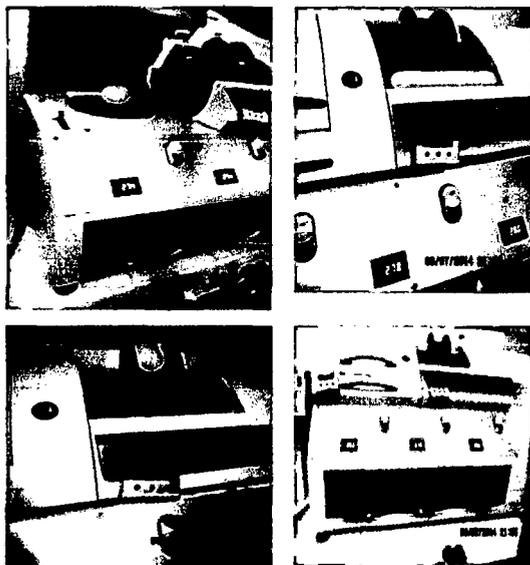
Pasos para el análisis de la muestra con el Extensografo



Pesado de la muestra.



Preparación de la masa en el extensografo.

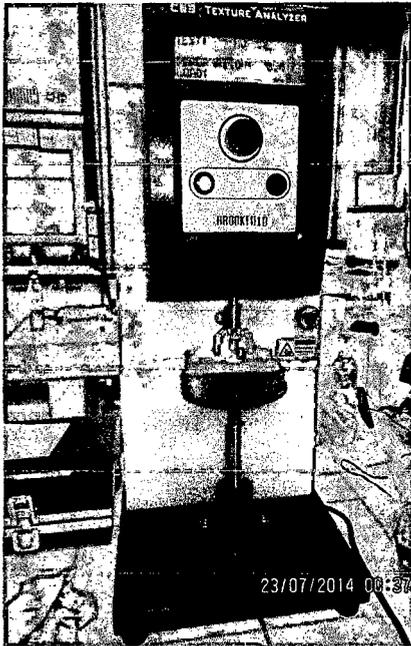


La masa a diferentes tiempos de preparación (30, 60,90) min.

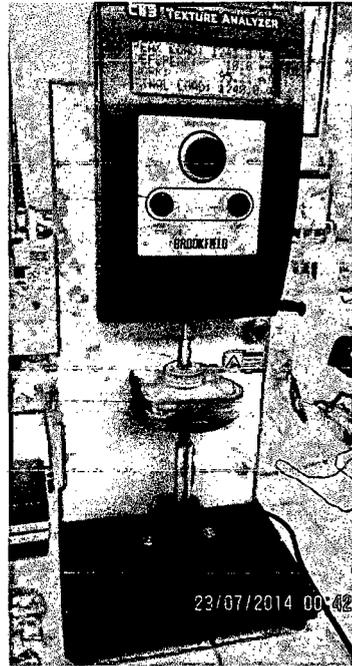


Extensión de la masa.

PROCEDIMIENTO PARA ANALIZAR LA TEXTURA DEL PAN DE MOLDE



Colocamos una rodaja de pan de molde sobre el texturometro



Anotamos los datos registrados

ANEXO 04: ANALISIS REOLOGICO DEL PAN DE MOLDE CON SUTITUCION PARCIAL DE HARINA DE QUINUA DE 3 VARIEDADES (INIA 415 PASANKALLA (Roja); INIA 431 ALTIPLANO (Blanca); INIA 420 COLLANA (Negra)), cultivadas en la Costa y Sierra del Peru.

ANALISIS AMILOGRAFICO

Brabender® Amylograph

Braber

Flour - Amylogram (80.0 g / 450.0 ml)

Evaluation of sample: harina trigo, h. quinua sierra

Date: 07/07/2014 12:02

Operator: Ing. John Gonzales

Heating rate: 1.5 °C/min

Moisture: 13.0 %

Sample weight corr. to 14.0 % : (79.1 g / 450.0 ml)

Begin of gelatinization: 61.9 °C

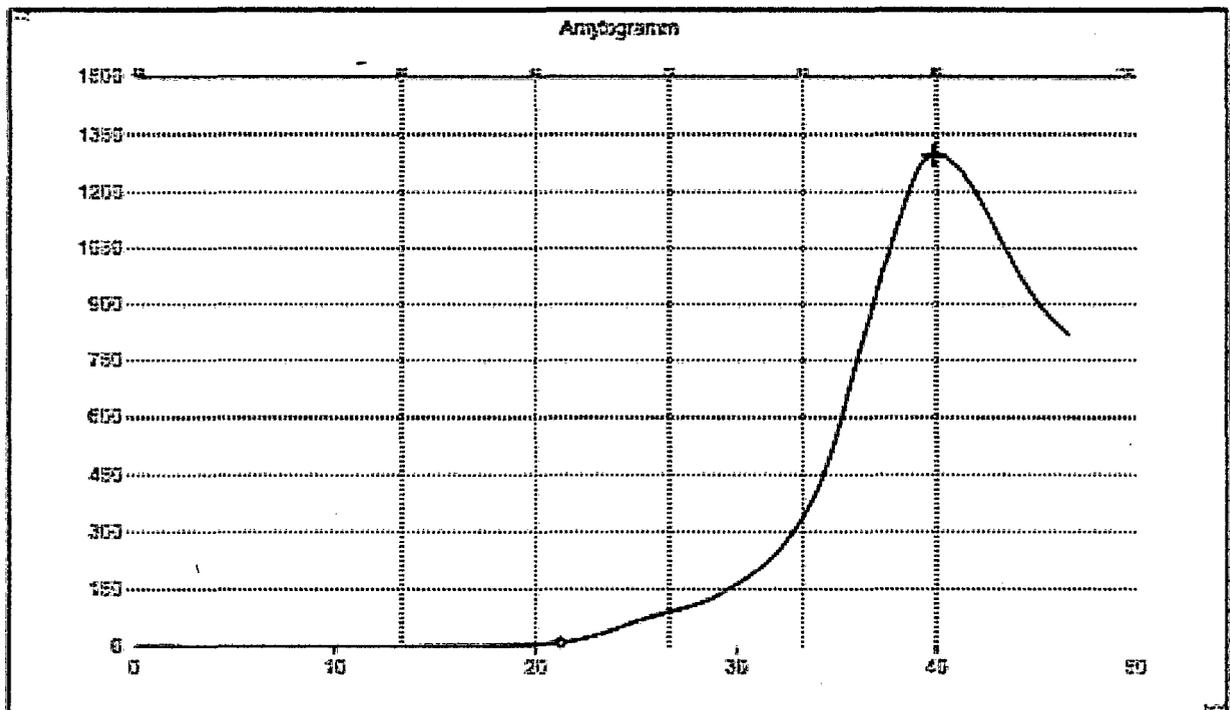
Gelatinization temperature: 89.8 °C

Gelatinization maximum: 1296 AU

Remarks:

harina trigo, h. quinua inia 415 - pasankalla (roja)

harina trigo, h. quinua inia 415 - pasankalla (roja)



Brabender® Amylograph

Braber

Flour - Amylogram (80.0 g / 450.0 ml)

Evaluation of sample: harina trigo, h. quince Costa

Date: 07/07/2014 12:02

Operator: Ing. John Gonzales

Heating rate: 1.5 °C/min

Moisture: 13.0 %

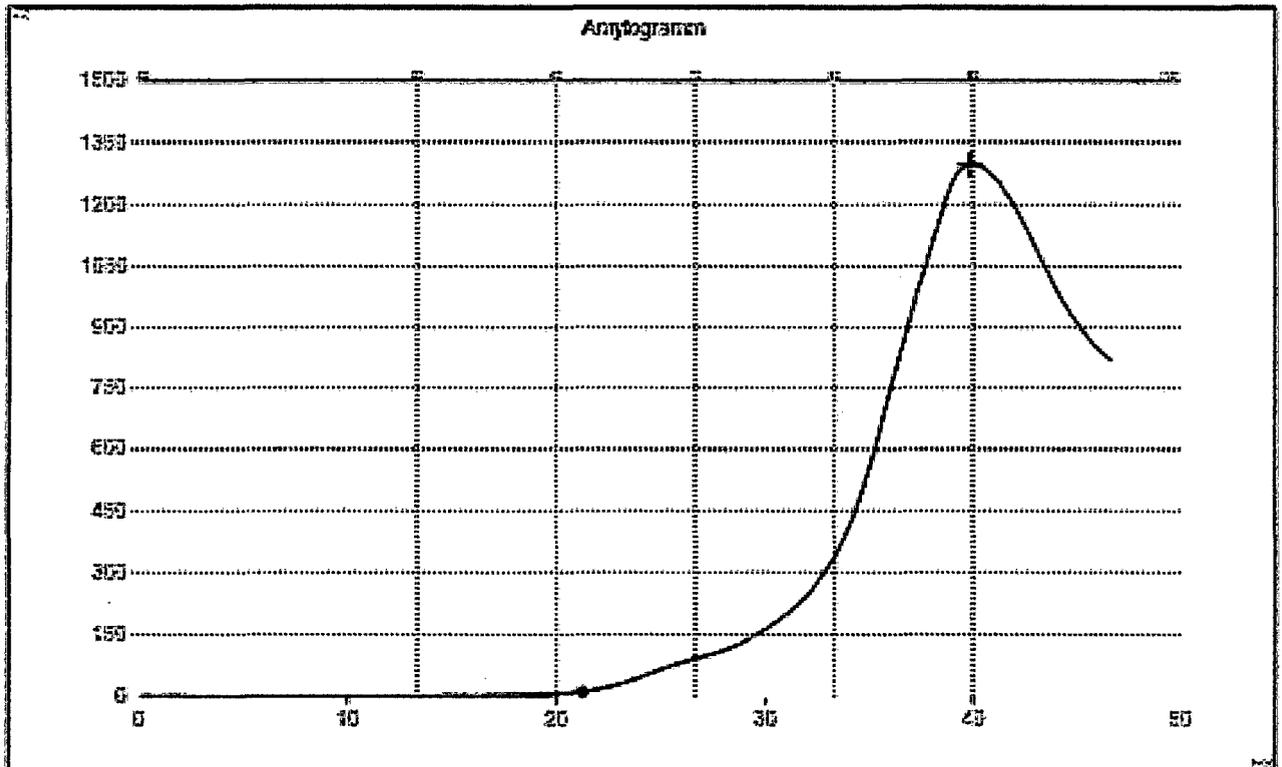
Sample weight corr. to 14.0 % : (79.1 g / 450.9 ml)

Begin of gelatinization: 81.9 °C

Gelatinization temperature: 89.8 °C

Gelatinization maximum: 1296 AU

Remarks: harina trigo, h. quince inia 415 - pasankalla (roja)
harina trigo, h. quince inia 415 - pasankalla (roja)



Brabender® Amylograph

Braber

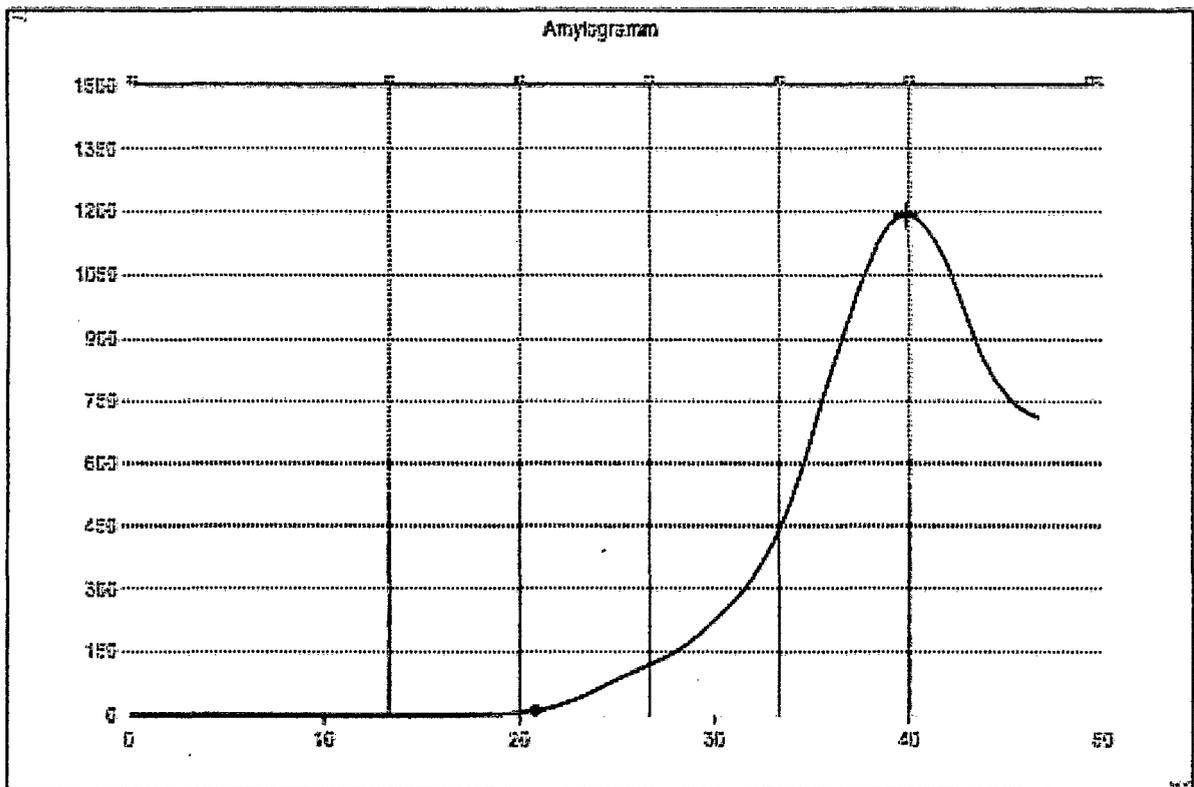
Flour - Amylogram (80.0 g / 450.0 ml)

Evaluation of sample: harina trigo, h. quinua sierra
Date: 04/07/2014 10:48
Operator: Ing. John Gonzales
Heating rate: 1.5 °C/min

Moisture: 13.0 %
Sample weight corr. to 14.0 % : (79.1 g / 450.0 ml)

Begin of gelatinization: 61.3 °C
Gelatinization temperature: 89.8 °C
Gelatinization maximum: 1192 AU

Remarks: harina trigo, h. quinua inia 420 - collans (negre)
harina trigo, h. quinua inia 420 - collans (negre)



Brabender® Amylograph

Braber

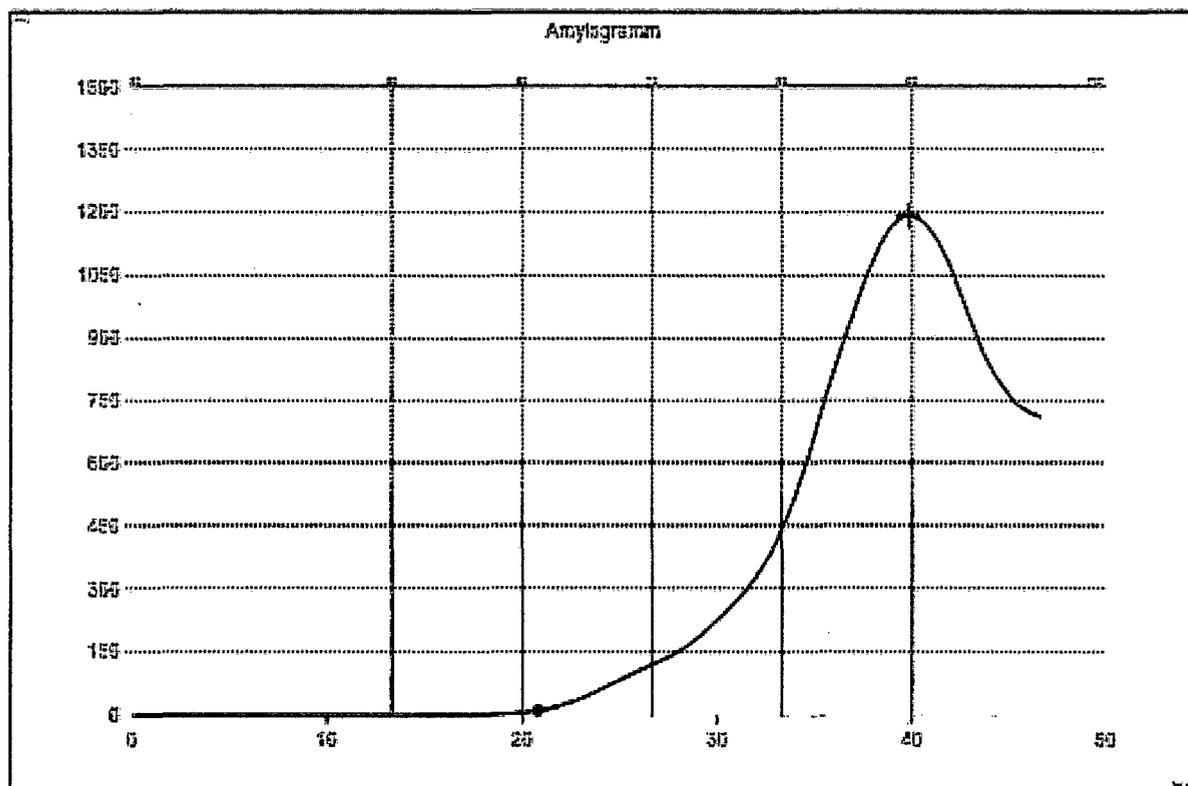
Flour - Amylogram (80.0 g / 450.0 ml)

Evaluation of sample: harina trigo, h. quinua Costa
Date: 04/07/2014 10:48
Operator: Ing. John Gonzalez
Heating rate: 1.5 °C/min

Moisture: 13.0 %
Sample weight corr. to 14.0 % : (79.1 g / 450.9 ml)

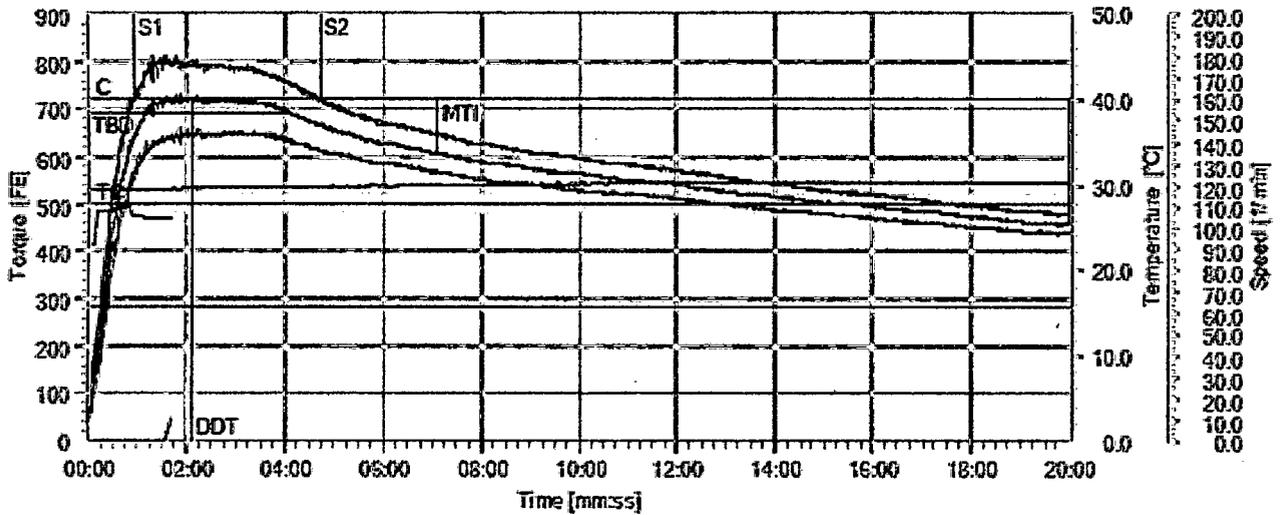
Begin of gelatinization: 61.3 °C
Gelatinization temperature: 89.8 °C
Gelatinization maximum: 1192 AU

Remarks: harina trigo, h. quinua inia 420 - collana (negra)
harina trigo, h. quinua inia 420 - collana (negra)



ANALISIS FARINOGRAFICO

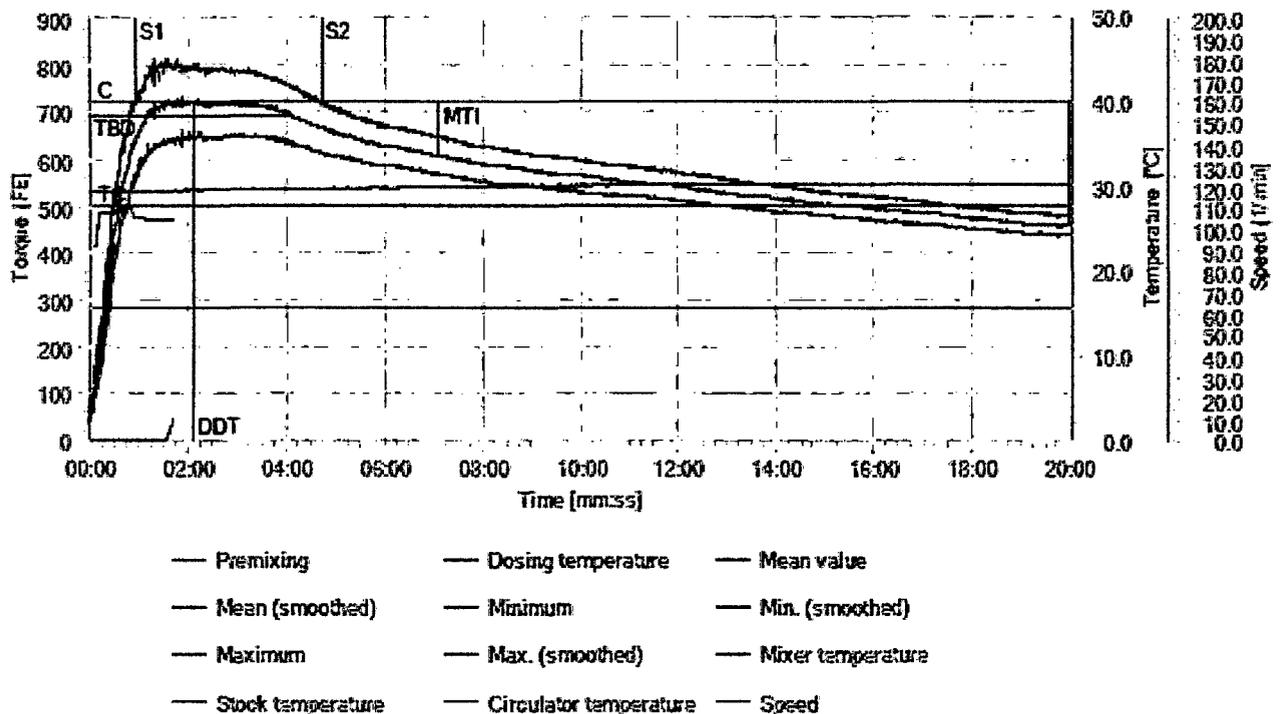
Order:		Date:	7/7/2014 3:10:41 PM
Code number:		User:	Ing John Gonzales
Sample:	harina trigo, h quinua inia 420 pasankella (roja) costa		
Method:	AACC 300	Speed:	63.0 1/min
Evaluation:	AACC	Measuring time:	20:00 mm:ss
Mixer:	300 g	Mixer info:	1925854
Sample weight:	300.7 g	Default moisture content:	14.0 %
Moisture content:	14.2 %	Default consistency:	500 FE
WVA (given):	56.0 %	Min. consistency range:	480 FE
Additional liquid:	0.0 %	Max. consistency range:	520 FE
Remarks:	primer ensayo		



- Premixing
- Mean (smoothed)
- Maximum
- Stock temperature
- Dosing temperature
- Minimum
- Max. (smoothed)
- Circulator temperature
- Mean value
- Min. (smoothed)
- Mixer temperature
- Speed

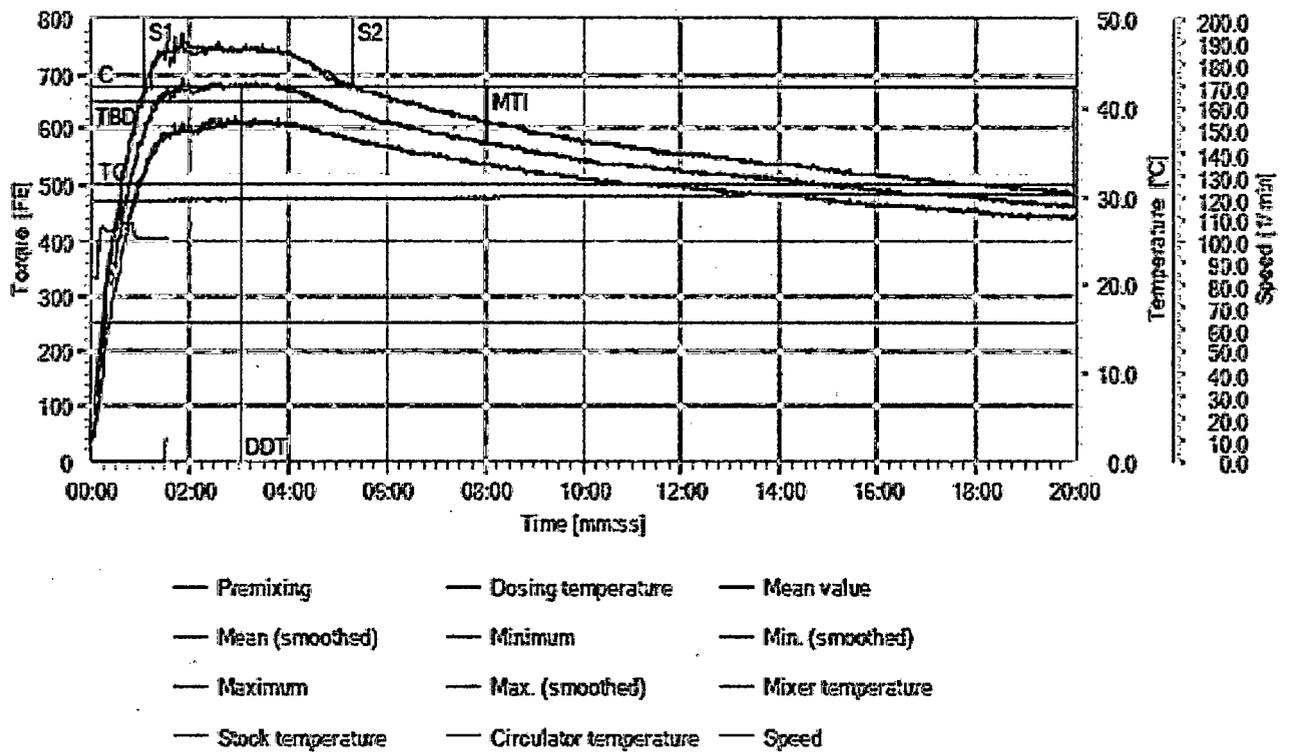
Evaluation			
Point	Unit	Value	Description
T	mm:ss	20:00	Measuring time
DT	°C	26.2	Dosing temperature
DDT	mm:ss	02:07	Development time
C	FE	721	Consistency
WZ	%	56.0	Water absorption
WAC	%	51.5	Water absorption corr. for default consistency
WAM	%	51.7	Water absorption corr. for default moisture content
S	mm:ss	03:48	Stability
MTI	FE	115	Tolerance index (MTI)
FQN	mm	41	Farinograph quality number
D	FE	264	Drop-off
TBO	mm:ss	04:06	Time to breakdown

Order:		Date:	7/7/2014 3:10:41 PM
Code number:		U:---	Ing John Gonzales
Sample:	harina trigo, h quinua inia 420 pasankalla (roja) Sierra		
Method:	AACC 300	Speed:	63.0 1/min
Evaluation:	AACC	Measuring time:	20:00 mm:ss
Mixer:	300 g	Mixer info:	1925864
Sample weight:	300.7 g	Default moisture content:	14.0 %
Moisture content:	14.2 %	Default consistency:	500 FE
WA (given):	56.0 %	Min. consistency range:	480 FE
Additional liquid:	0.0 %	Max. consistency range:	520 FE
Remarks:	primer ensayo		



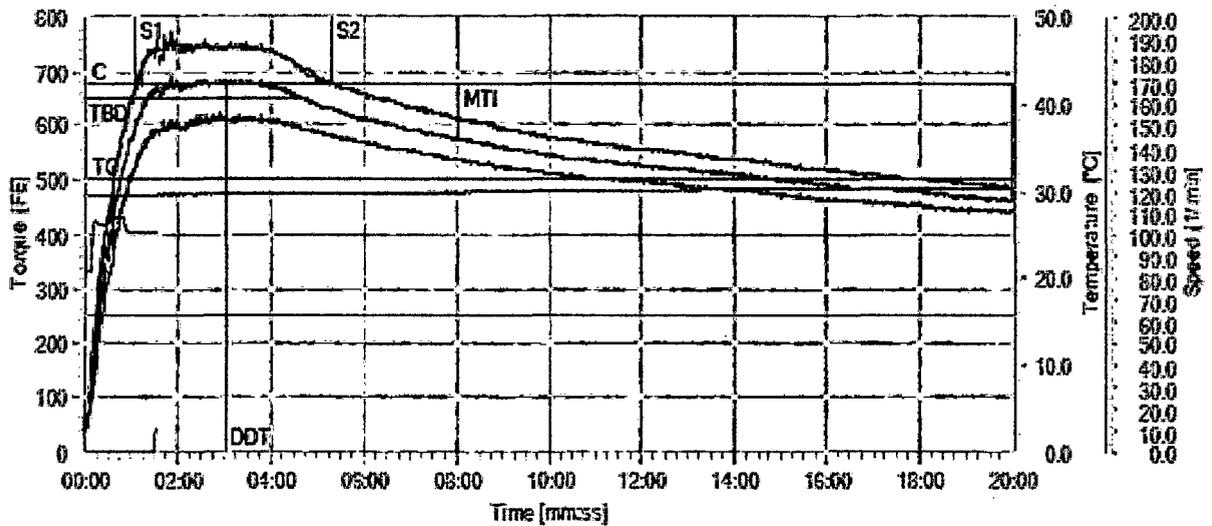
			Evaluation	
Point	Unit	Value		Description
T	mm:ss	20:00		Measuring time
DT	°C	26.2		Dosing temperature
DDT	mm:ss	02:07		Development time
C	FE	721		Consistency
WZ	%	56.0		Water absorption
WAC	%	51.5		Water absorption corr. for default consistency
WAM	%	51.7		Water absorption corr. for default moisture content
S	mm:ss	03:48		Stability
MTI	FE	115		Tolerance index (MTI)
FQN	mm	41		Farinograph quality number
D	FE	264		Drop-off
TBD	mm:ss	04:06		Time to breakdown

Order:		Date:	7/7/2014 12:14:19 PM
Code number:		User:	Ing John Gonzales
Sample:	harina trigo, h quinua inia 420- coDana (negra) costa		
Method:	AACC 300	Speed:	63.0 1/min
Evaluation:	AACC	Measuring time:	20:00 mm:ss
Mixer:	300 g	Mixer info:	1925854
Sample weight:	301.4 g	Default moisture content:	14.0 %
Moisture content:	14.4 %	Default consistency:	500 FE
WA (given):	56.0 %	Min. consistency range:	480 FE
Additional liquid:	0.0 %	Max. consistency range:	520 FE
Remarks:	primer ensayo		



Evaluation			
Point	Unit	Value	Description
T	mm:ss	20:00	Measuring time
DT	°C	25.3	Dosing temperature
DDT	mm:ss	03:03	Development time
C	FE	579	Consistency
WZ	%	56.0	Water absorption
WAC	%	50.5	Water absorption corr. for default consistency
WAM	%	51.0	Water absorption corr. for default moisture content
S	mm:ss	04:14	Stability
MTI	FE	103	Tolerance index (MTI)
FQN	mm	47	Farinograph quality number
D	FE	214	Drop-off
TBD	mm:ss	04:42	Time to breakdown

Order:		Date:	7/7/2014 12:14:19 PM
Code number:		Year:	14
Sample:	harina trigo, h quinua inia 420- collana (negra) Sierra		Ing John Gonzales
Method:	AACC 300	Speed:	63.0 1/min
Evaluation:	AACC	Measuring time:	20:00 mm:ss
Mixer:	300 g	Mixer info:	1925854
Sample weight:	301.4 g	Default moisture content:	14.0 %
Moisture content:	14.4 %	Default consistency:	500 FE
WA (given):	56.0 %	Min. consistency range:	480 FE
Additional liquid:	0.0 %	Max. consistency range:	520 FE
Remarks:	primer ensayo		



— Premixing	— Dosing temperature	— Mean value
— Mean (smoothed)	— Minimum	— Min. (smoothed)
— Maximum	— Max. (smoothed)	— Mixer temperature
— Stock temperature	— Circulator temperature	— Speed

Evaluation			
Point	Unit	Value	Description
T	mm:ss	20:00	Measuring time
DT	°C	25.3	Dosing temperature
DDT	mm:ss	03:03	Development time
C	FE	379	Consistency
WZ	%	56.0	Water absorption
WAC	%	50.5	Water absorption corr. for default consistency
WAM	%	51.0	Water absorption corr. for default moisture content
S	mm:ss	04:14	Stability
MTI	FE	163	Tolerance index (MTI)
FQN	mm	47	Farinograph quality number
D	FE	214	Drop-off
TBO	mm:ss	04:42	Time to breakdown

ANALISIS EXTENSOGRAFICO

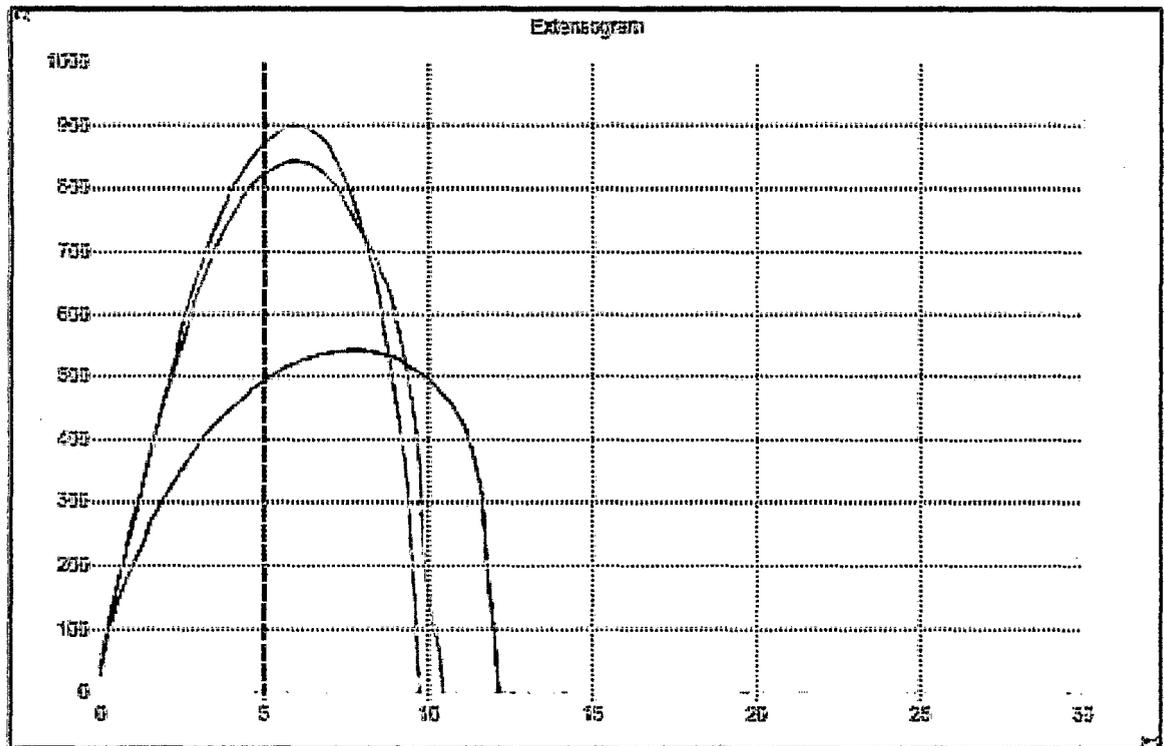
Brabender® Extensograph

Evaluation of sample: h.t. h.quinoa inia 415-pasankalla (roja) costa
 Date: 10/07/2014
 Operator: ing. john gonzales

Test after 30/60/90 Minutes
 Waterabsorption: 58.0 %

Proving Time [min]:	30	60	90
Energy [cm ²]:	90	110	108
Resistance to Extension [BU]:	495	824	873
Extensibility [mm]:	121	104	97
Maximum [BU]:	542	843	900
Ratio Number:	4.1	7.9	9.0
Ratio Number (Max.):	4.5	8.1	9.2

Remarks: h.t. h.quinoa inia 415-pasankalla (roja) costa



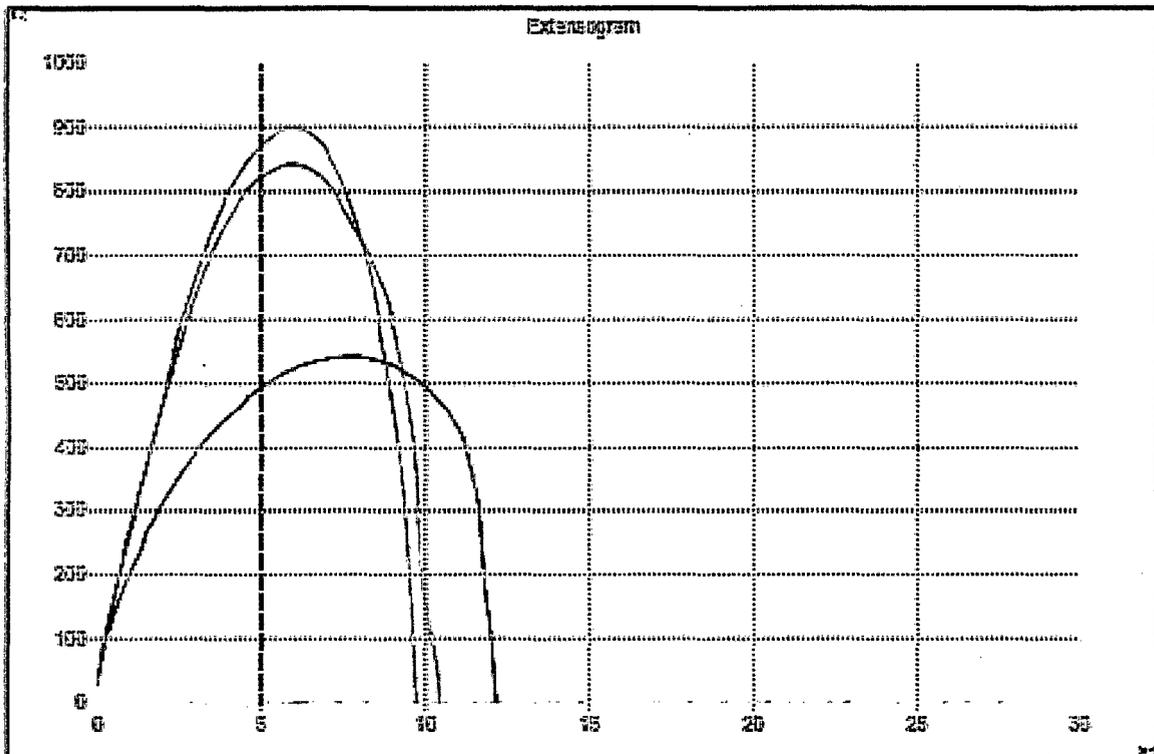
Test: C:\Users\UNS-01\Desktop\datos charo\h.t. h.quinoa inia 415-pasankalla (roja) costa.EXD

Evaluation of sample: h.t. h.quinua inia 415-pasankalla (roja) Sierra
 Date: 10/07/2014
 Operator: ing. john gonzales

Test after 30/60/90 Minutes
 Waterabsorption: 56.0 %

Proving Time [min]:	30	60	90
Energy [cm ²]:	90	110	108
Resistance to Extension [BU]:	405	824	873
Extensibility [mm]:	121	104	97
Maximum [BU]:	542	843	900
Ratio Number:	4.1	7.9	9.0
Ratio Number (Max.):	4.5	8.1	9.2

Remarks: h.t. h.quinua inia 415-pasankalla (roja) Sierra



Test: C:\Users\UN5-01\Desktop\datos chero\h.t. h.quinua inia 415-pasankalla (roja) Sierra

BRABENDER

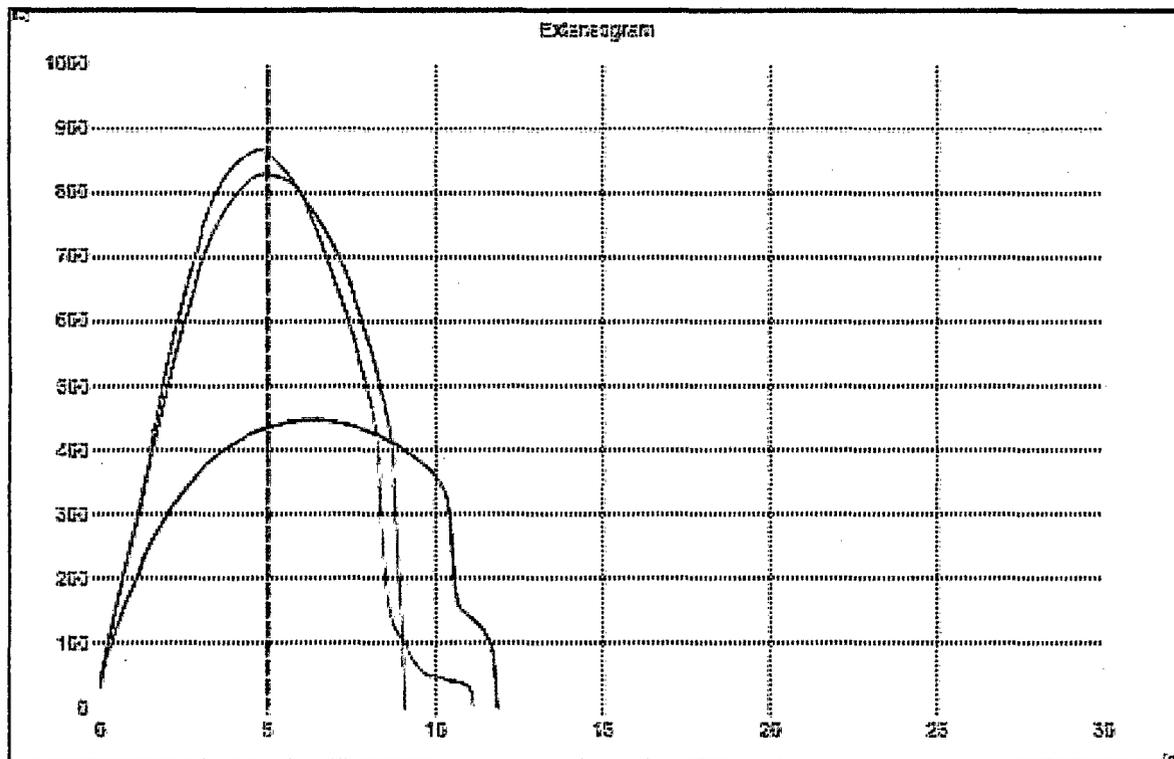
Brabender® Extensograph

Evaluation of sample: h.f. h.quinua inia 420-collana (negra) costa
Date: 14/07/2014
Operator: ing. john gonzales

Test after 30/60/90 Minutes
Waterabsorption: 56.0 %

Proving Time [min]:	30	60	90
Energy [cm ²]:	71	95	95
Resistance to Extension [BU]:	436	829	861
Extensibility [mm]:	119	91	112
Maximum [BU]:	448	829	867
Ratio Number:	3.7	9.1	7.7
Ratio Number (Max.):	3.8	9.1	7.8

Remarks: h.f. h.quinua inia 420-collana (negra) costa



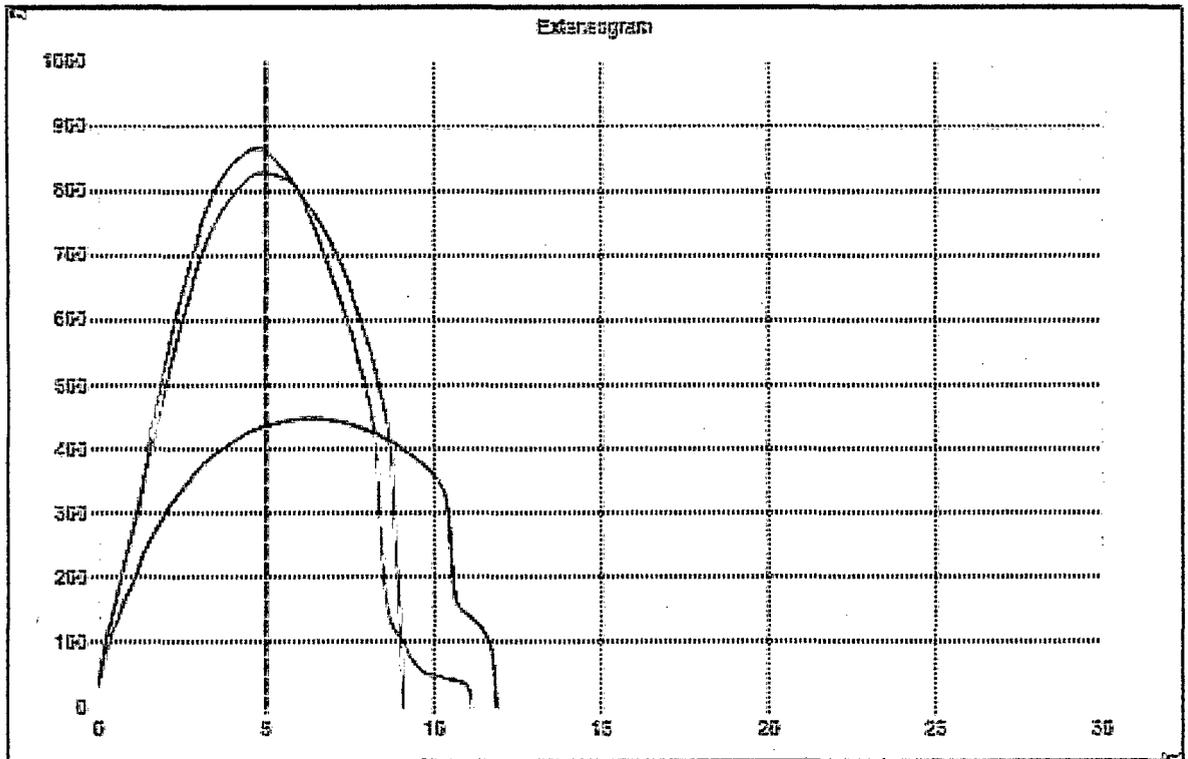
Brabender® Extensograph

Evaluation of sample: h.t. , h.quinua inia 420-collana (negra) Sierra
 Date: 14/07/2014
 Operator: ing. john gonzales

Test after 30/60/90 Minutes
 Waterabsorption: 56.0 %

Proving Time [min]:	30	60	90
Energy [cm ²]:	71	95	96
Resistance to Extension [BU]:	436	829	861
Extensibility [mm]:	119	91	112
Maximum [BU]:	448	829	867
Ratio Number:	3.7	9.1	7.7
Ratio Number (Max.):	3.8	9.1	7.8

Remarks: h.t. , h.quinua inia 420-collana (negra) Sierra



ANEXO 05: ANALISIS ESTADISTICO DEL PAN DE MOLDE CON SUTITUCION PARCIAL DE HARINA DE QUINUA DE 3 VARIEDADES (INIA 415 PASANKALLA (Roja); INIA 431 ALTIPLANO (Blanca); INIA 420 COLLANA (Negra)), cultivadas en la Costa y Sierra del Peru.

ANALISIS SENSORIAL

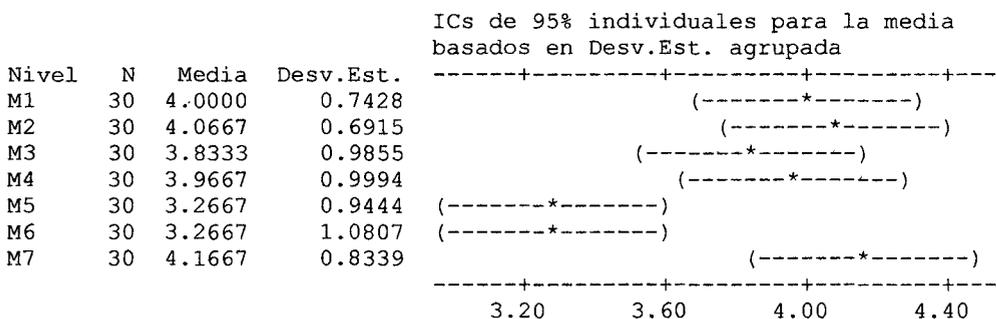
ATRIBUTO (COLOR)

Bienvenido a Minitab

ANOVA unidireccional: M1, M2, M3, M4, M5, M6, M7

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Factor	6	25.295	4.216	5.13	0.000
Error	203	166.900	0.822		
Total	209	192.195			

S = 0.9067 R-cuad. = 13.16% R-cuad.(ajustado) = 10.59%

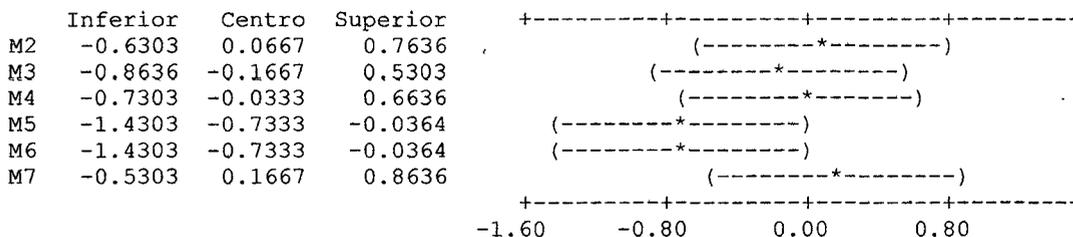


Desv.Est. agrupada = 0.9067

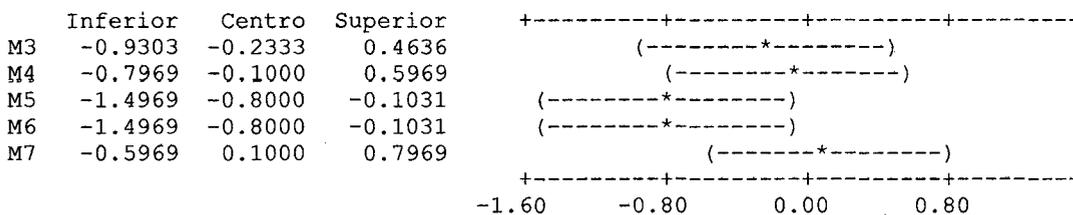
Intervalos de confianza simultáneos de Tukey del 95%
Todas las comparaciones en parejas

Nivel de confianza individual = 99.67%

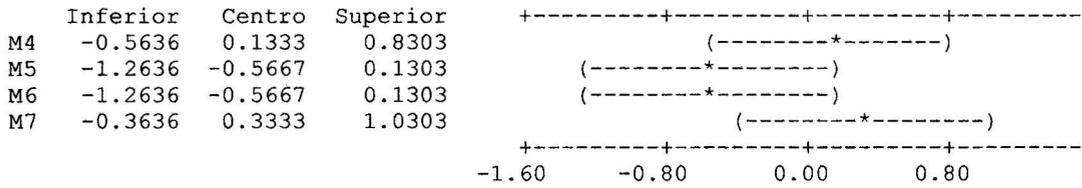
Se restó M1 a:



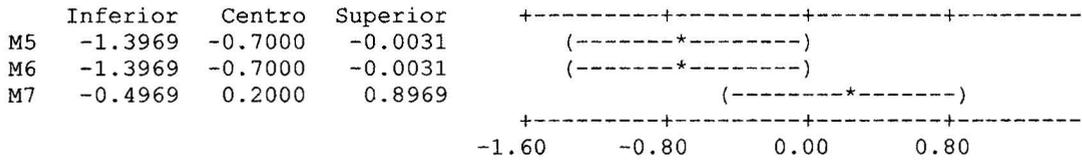
Se restó M2 a:



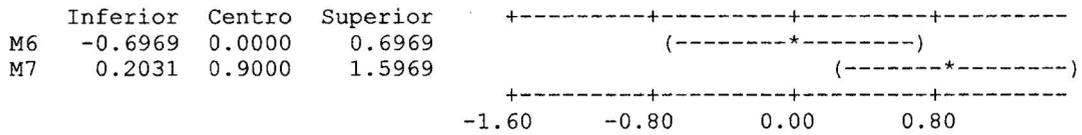
Se restó M3 a:



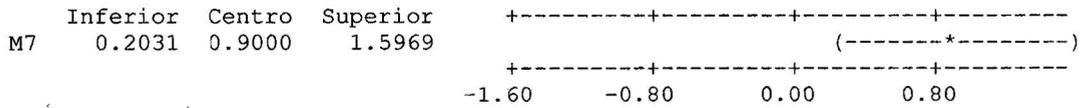
Se restó M4 a:



Se restó M5 a:



Se restó M6 a:



ATRIBUTO (OLOR)

ANOVA unidireccional: M1, M2, M3, M4, M5, M6, M7

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Factor	6	6.114	1.019	1.21	0.301
Error	203	170.667	0.841		
Total	209	176.781			

S = 0.9169 R-cuad. = 3.46% R-cuad.(ajustado) = 0.61%

ICs de 95% individuales para la media basados en Desv.Est. agrupada

Nivel	N	Media	Desv.Est.	ICs de 95%
M1	30	4.1333	0.8193	(-----*-----)
M2	30	3.6000	0.8137	(-----*-----)
M3	30	4.1000	0.9229	(-----*-----)
M4	30	3.8667	0.7761	(-----*-----)
M5	30	3.9000	1.0619	(-----*-----)
M6	30	3.8333	1.0854	(-----*-----)
M7	30	4.0333	0.8899	(-----*-----)

Desv.Est. agrupada = 0.9169

Intervalos de confianza simultáneos de Tukey del 95%
Todas las comparaciones en parejas

Nivel de confianza individual = 99.67%

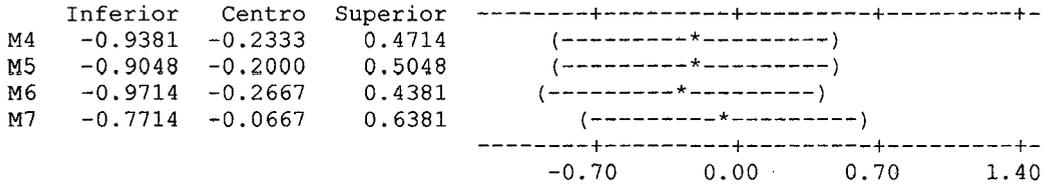
Se restó M1 a:

	Inferior	Centro	Superior	ICs de 95%
M2	-1.2381	-0.5333	0.1714	(-----*-----)
M3	-0.7381	-0.0333	0.6714	(-----*-----)
M4	-0.9714	-0.2667	0.4381	(-----*-----)
M5	-0.9381	-0.2333	0.4714	(-----*-----)
M6	-1.0048	-0.3000	0.4048	(-----*-----)
M7	-0.8048	-0.1000	0.6048	(-----*-----)

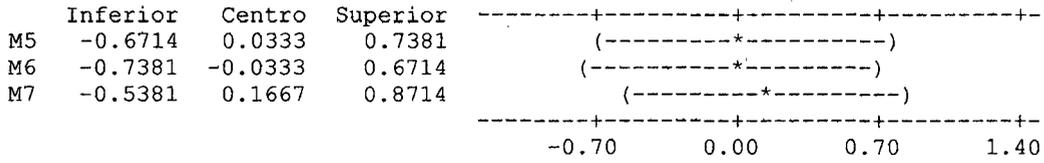
Se restó M2 a:

	Inferior	Centro	Superior	ICs de 95%
M3	-0.2048	0.5000	1.2048	(-----*-----)
M4	-0.4381	0.2667	0.9714	(-----*-----)
M5	-0.4048	0.3000	1.0048	(-----*-----)
M6	-0.4714	0.2333	0.9381	(-----*-----)
M7	-0.2714	0.4333	1.1381	(-----*-----)

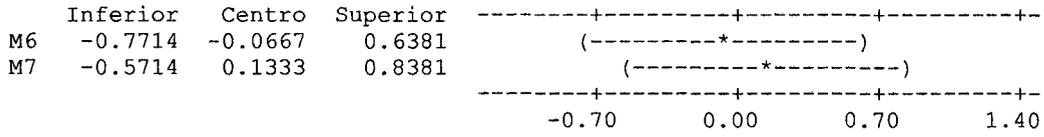
Se restó M3 a:



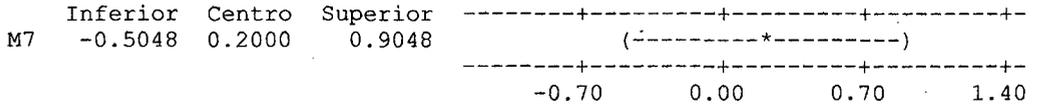
Se restó M4 a:



Se restó M5 a:



Se restó M6 a:



ATRIBUTO (SABOR)

ANOVA unidireccional: M1, M2, M3, M4, M5, M6, M7

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Factor	6	11.962	1.994	2.52	0.022
Error	203	160.533	0.791		
Total	209	172.495			

S = 0.8893 R-cuad. = 6.93% R-cuad.(ajustado) = 4.18%

ICs de 95% individuales para la media basados en Desv.Est. agrupada

Nivel	N	Media	Desv.Est.
M1	30	3.8333	1.0199
M2	30	3.5000	0.8200
M3	30	3.9667	0.8899
M4	30	3.9667	0.9279
M5	30	3.4667	0.8996
M6	30	4.0000	0.9469
M7	30	4.1333	0.6814

Desv.Est. agrupada = 0.8893

Intervalos de confianza simultáneos de Tukey del 95%
Todas las comparaciones en parejas

Nivel de confianza individual = 99.67%

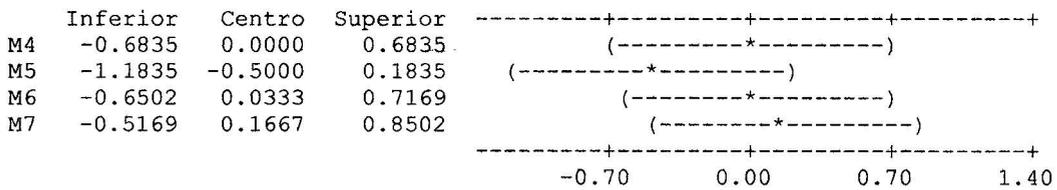
Se restó M1 a:

	Inferior	Centro	Superior
M2	-1.0169	-0.3333	0.3502
M3	-0.5502	0.1333	0.8169
M4	-0.5502	0.1333	0.8169
M5	-1.0502	-0.3667	0.3169
M6	-0.5169	0.1667	0.8502
M7	-0.3835	0.3000	0.9835

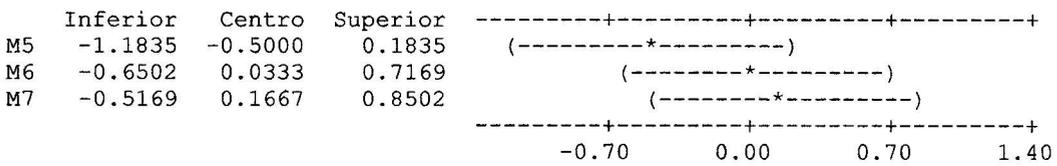
Se restó M2 a:

	Inferior	Centro	Superior
M3	-0.2169	0.4667	1.1502
M4	-0.2169	0.4667	1.1502
M5	-0.7169	-0.0333	0.6502
M6	-0.1835	0.5000	1.1835
M7	-0.0502	0.6333	1.3169

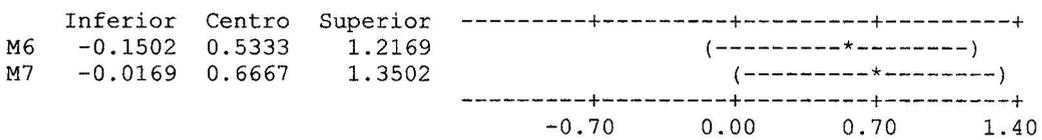
Se restó M3 a:



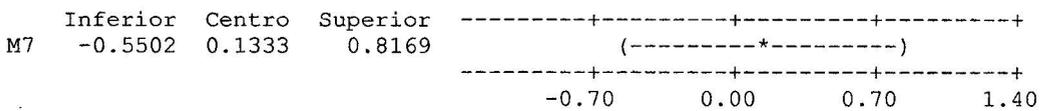
Se restó M4 a:



Se restó M5 a:



Se restó M6 a:



ATRIBUTO (TEXTURA)

ANOVA unidireccional: M1, M2, M3, M4, M5, M6, M7

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Factor	6	10.190	1.698	2.11	0.053
Error	203	163.167	0.804		
Total	209	173.357			

S = 0.8965 R-cuad. = 5.88% R-cuad.(ajustado) = 3.10%

ICs de 95% individuales para la media basados en Desv.Est. agrupada

Nivel	N	Media	Desv.Est.
M1	30	3.8000	0.7611
M2	30	3.8333	0.6989
M3	30	3.7000	0.7022
M4	30	3.9333	1.0807
M5	30	3.4000	0.9322
M6	30	3.6667	1.2685
M7	30	4.1667	0.6477

Desv.Est. agrupada = 0.8965

Intervalos de confianza simultáneos de Tukey del 95%
Todas las comparaciones en parejas

Nivel de confianza individual = 99.67%

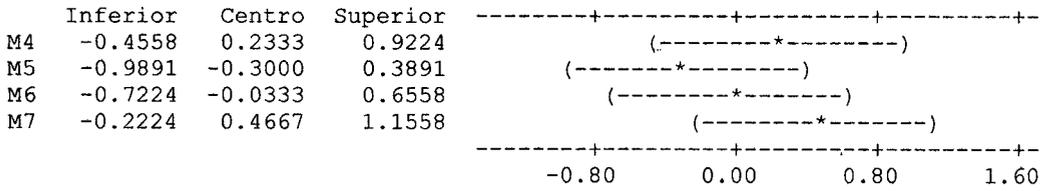
Se restó M1 a:

	Inferior	Centro	Superior
M2	-0.6558	0.0333	0.7224
M3	-0.7891	-0.1000	0.5891
M4	-0.5558	0.1333	0.8224
M5	-1.0891	-0.4000	0.2891
M6	-0.8224	-0.1333	0.5558
M7	-0.3224	0.3667	1.0558

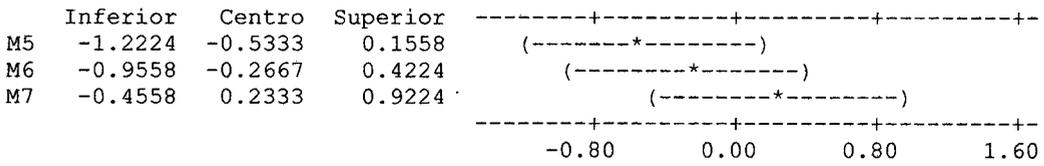
Se restó M2 a:

	Inferior	Centro	Superior
M3	-0.8224	-0.1333	0.5558
M4	-0.5891	0.1000	0.7891
M5	-1.1224	-0.4333	0.2558
M6	-0.8558	-0.1667	0.5224
M7	-0.3558	0.3333	1.0224

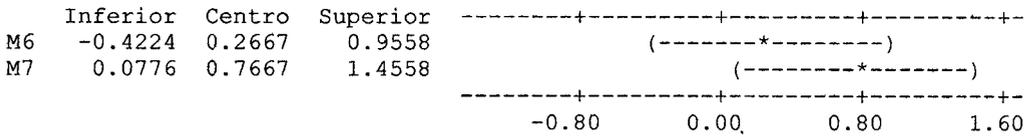
Se restó M3 a:



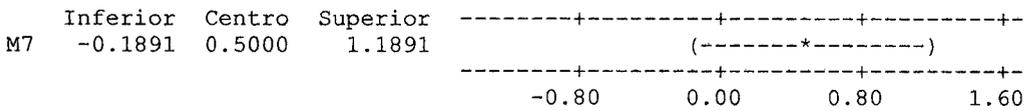
Se restó M4 a:



Se restó M5 a:



Se restó M6 a:



ANEXO 06: ANALISIS ESTADISTICO DE LAS MEZCLAS CON SUTITUCION PARCIAL DE HARINA DE QUINUA DE 3 VARIEDADES (INIA 415 PASANKALLA (Roja); INIA 431 ALTIPLANO (Blanca); INIA 420 COLLANA (Negra)), cultivadas en la Costa y Sierra del Peru.

ANALISIS REOLOGICOS

Design Summary

Study Type Factorial Runs 12
 Initial Design Full Factorial Blocks No Blocks
 Center Points 0
 Design Model 2FI

Factor	Name	Units	Type	Low Actual	High Actual	Levels:
A	zona de cultivo		Categoric	Costa	Sierra	2
B	Mezcla de harina de trigo con las ve		Categoric	INIA 415 PASANKALLA (Roja)	INIA 420 COLLANA (Negra)	3

Response	Name	Units	Obs	Analysis	Minimum	Maximum	Mean	Std. Dev.	Ratio	Trans	Model
Y1	T° de inicio de gelatinizacion	°C	11	Factorial	52.50	63.80	59.97	3.70	1.22	None	2FI
Y2	T° maxima de gelatinización	°C	11	Factorial	76.10	90.10	87.02	5.20	1.18	None	2FI
Y3	Maximo de gelatinización	AU	11	Factorial	945.00	1296.00	1156.62	117.78	1.37	None	2FI
Y4	Consistencia	FE	11	Factorial	611.00	724.00	681.44	38.89	1.18	None	2FI
Y5	Absorción de Agua con respecto a	%	11	Factorial	52.30	61.70	59.28	3.34	1.18	None	2FI
Y6	Absorción de agua con respecto a l	%	11	Factorial	52.10	61.60	59.05	3.33	1.18	None	2FI
Y7	estabilidad	min	11	Factorial	3.00	5.00	3.91	0.67	1.67	None	2FI
Y8	Tiempo de desanbolvimiento y estat	min	11	Factorial	1.00	3.00	2.00	0.85	3.00	None	2FI
Y9	Tiempo de rotura	min	11	Factorial	3.00	5.00	4.18	0.72	1.67	None	2FI
Y10	Energía	cm/m3	11	Factorial	65.50	133.00	103.33	21.61	2.03	None	2FI
Y11	Resistencia a la extensión	UV	12	Factorial	698.30	1125.00	838.69	141.91	1.61	None	2FI
Y12	Extensibilidad	cm	11	Factorial	88.13	107.00	98.21	7.33	1.21	None	2FI

GRAFICAS ESTADISTICAS:

Design-Expert® Software

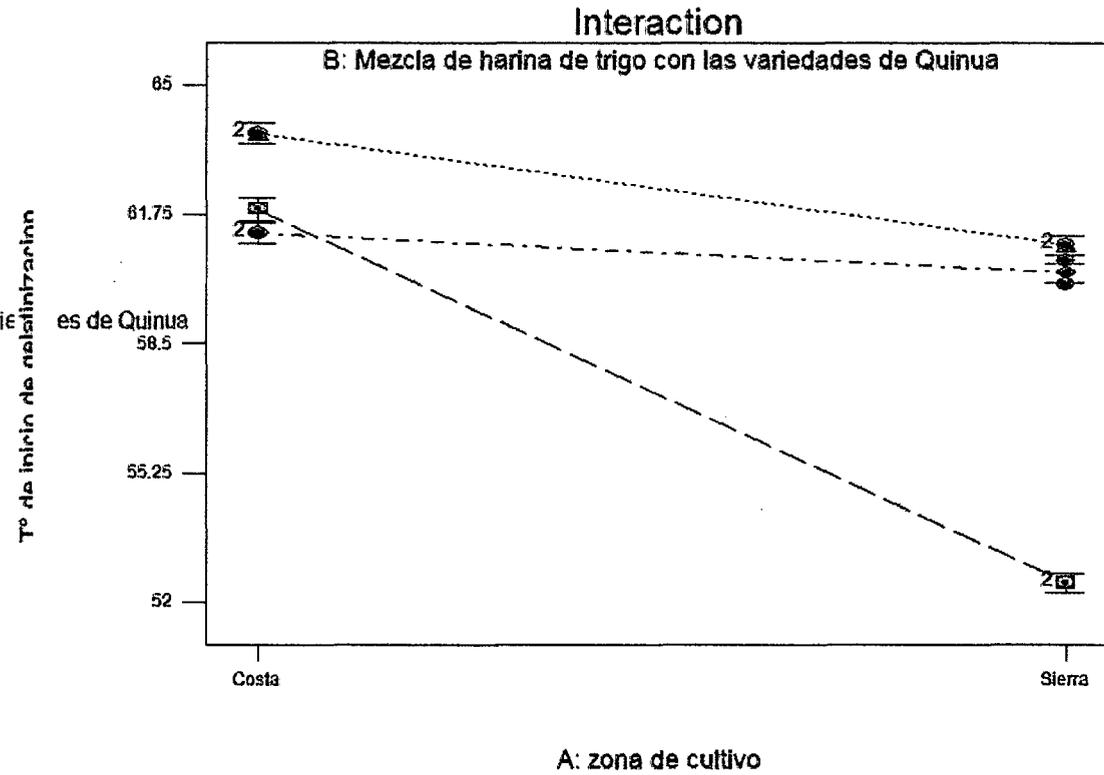
T° de inicio de gelatinizacion

○ Design Points

- B1 INIA 415 PASANKALLA (Roja)
- ▲ B2 INIA 431 - ALTIPLANO (Blanca)
- ◆ B3 INIA 420 COLLANA (Negra)

X1 = A: zona de cultivo

X2 = B: Mezcla de harina de trigo con las variedades de Quinua



Design-Expert® Software

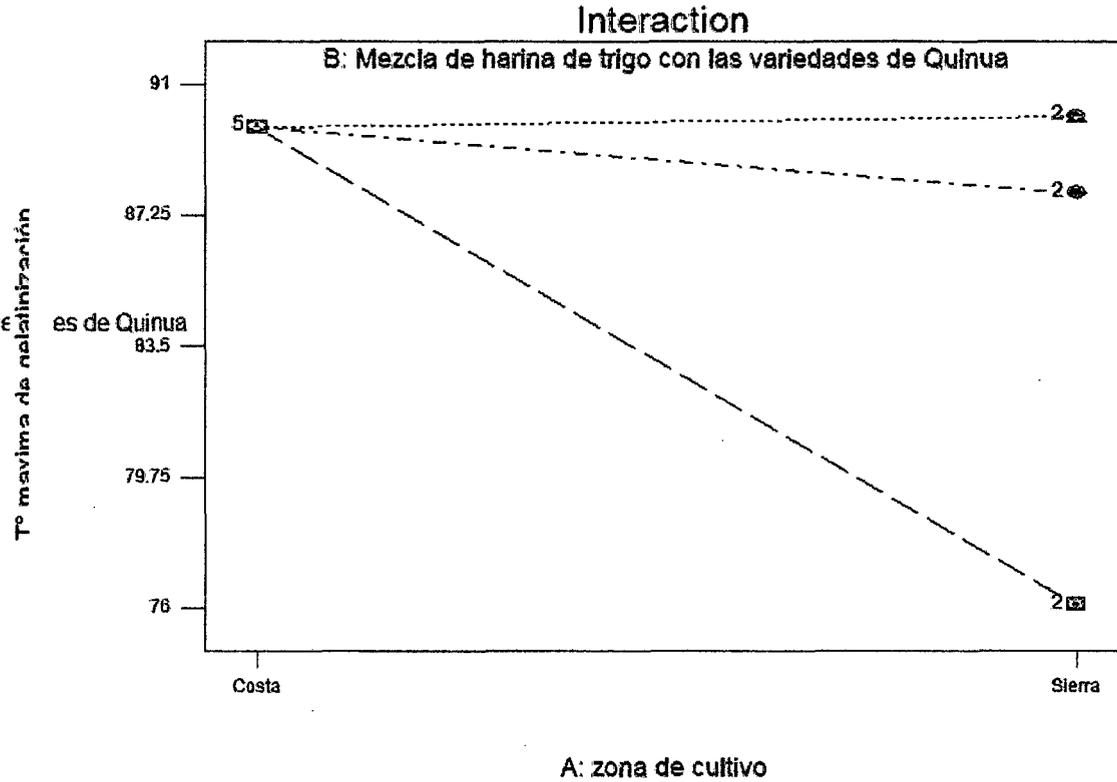
T° máxima de gelatinización

◊ Design Points

- B1 INIA 415 PASANKALLA (Roja)
- ▲ B2 INIA 431 - ALTIPLANO (Blanca)
- ◆ B3 INIA 420 COLLANA (Negra)

X1 = A: zona de cultivo

X2 = B: Mezcla de harina de trigo con las variedades de Quinua



Design-Expert® Software

Maximo de gelatinización

○ Design Points

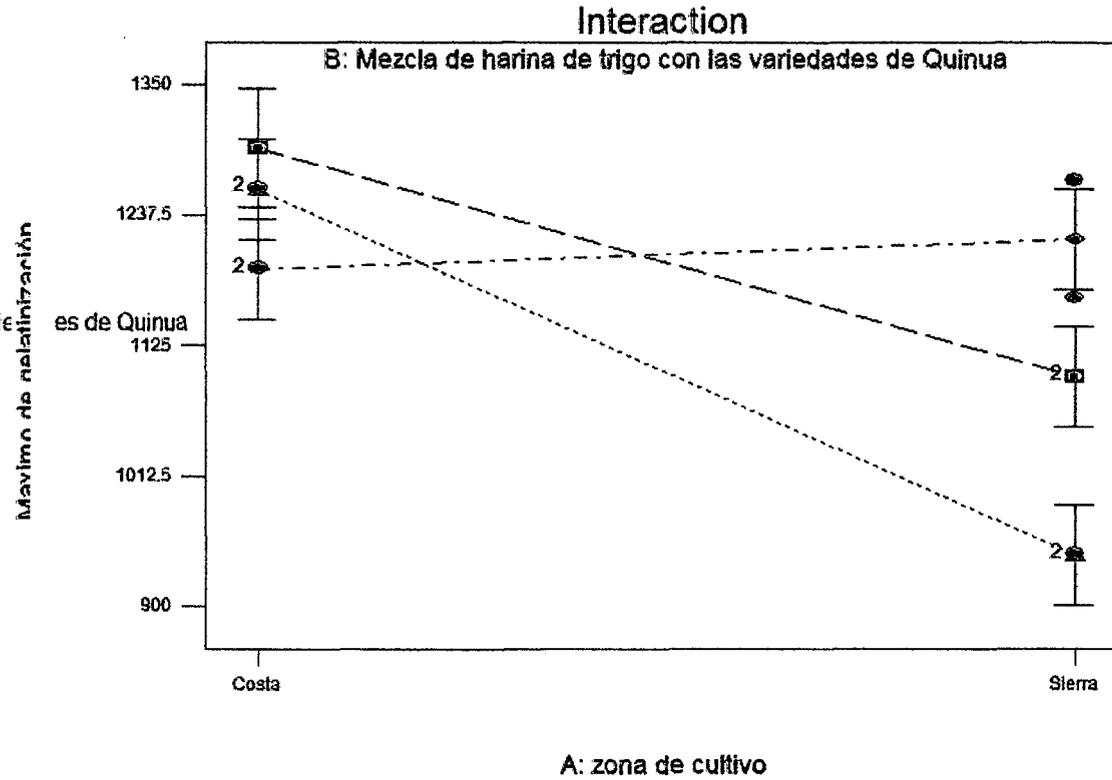
■ B1 INIA 415 PASANKALLA (Roja)

▲ B2 INIA 431 - ALTIPLANO (Blanca)

◆ B3 INIA 420 COLLANA (Negra)

X1 = A: zona de cultivo

X2 = B: Mezcla de harina de trigo con las varie



Design-Expert® Software

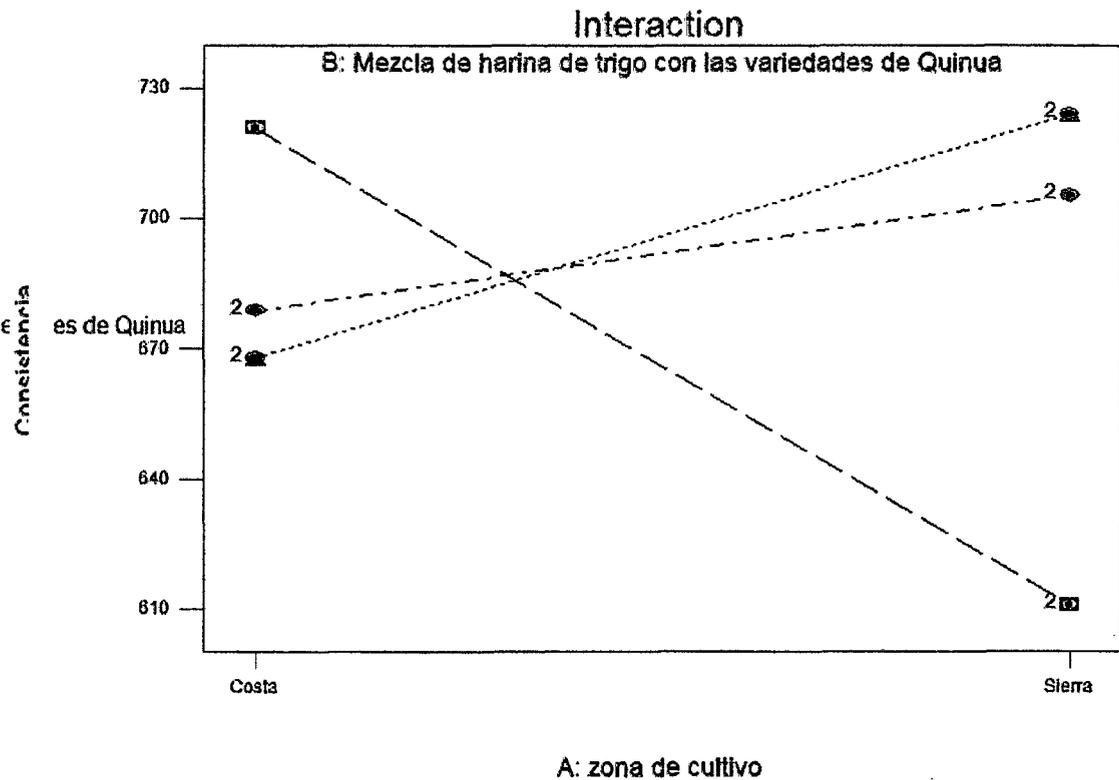
Consistencia

○ Design Points

- B1 INIA 415 PASANKALLA (Roja)
- ▲ B2 INIA 431 - ALTIPLANO (Blanca)
- ◆ B3 INIA 420 COLLANA (Negra)

X1 = A: zona de cultivo

X2 = B: Mezcla de harina de trigo con las varie



Design-Expert® Software

Absorción de Agua con respecto a la humedad^d

○ Design Points

□ B1 INIA 415 PASANKALLA (Roja)

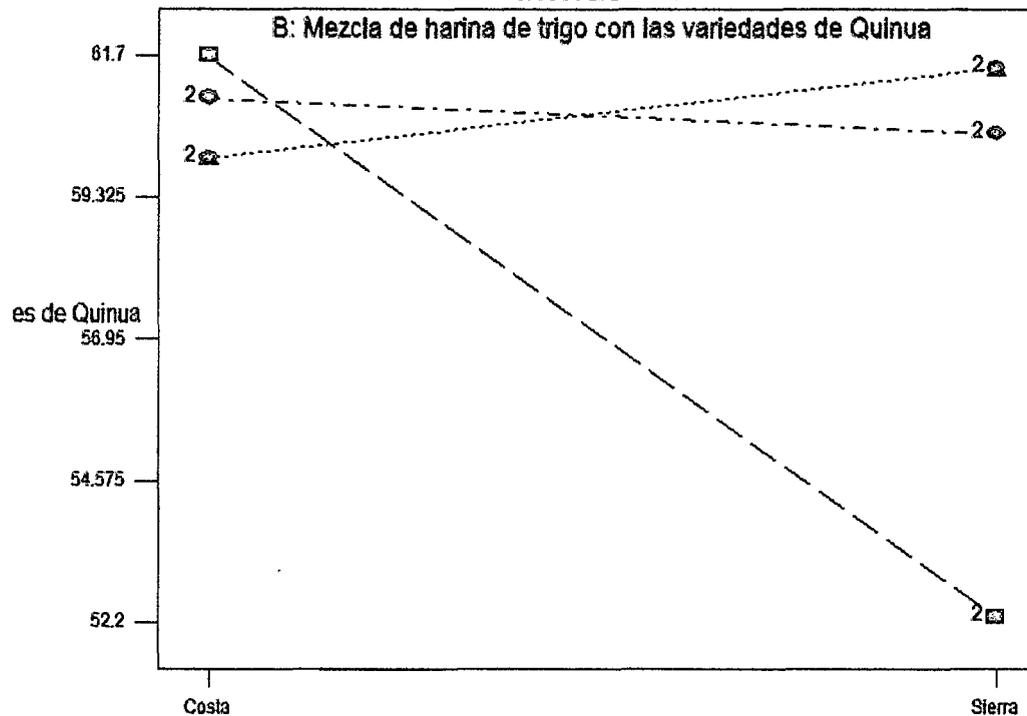
▲ B2 INIA 431 - ALTIPLANO (Blanca)

◆ B3 INIA 420 COLLANA (Negra)

X1 = A: zona de cultivo

X2 = B: Mezcla de harina de trigo con las variedades

Absorción de Agua con respecto a la humedad



A: zona de cultivo

Design-Expert® Software

Absorción de agua con respecto a la consistencia

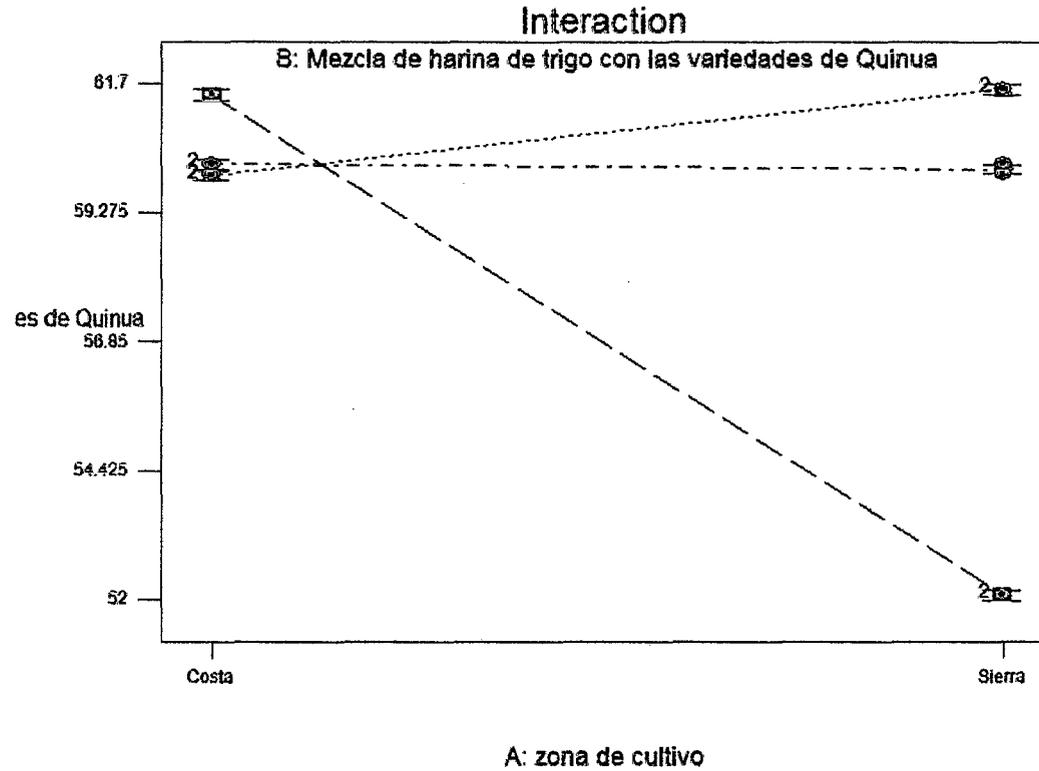
o Design Points

- B1 INIA 415 PASANKALLA (Roja)
- ▲ B2 INIA 431 - ALTIPLANO (Blanca)
- ◆ B3 INIA 420 COLLANA (Negra)

X1 = A: zona de cultivo

X2 = B: Mezcla de harina de trigo con las variedades de Quinua

Absorción de agua con respecto a la consistencia



Design-Expert® Software

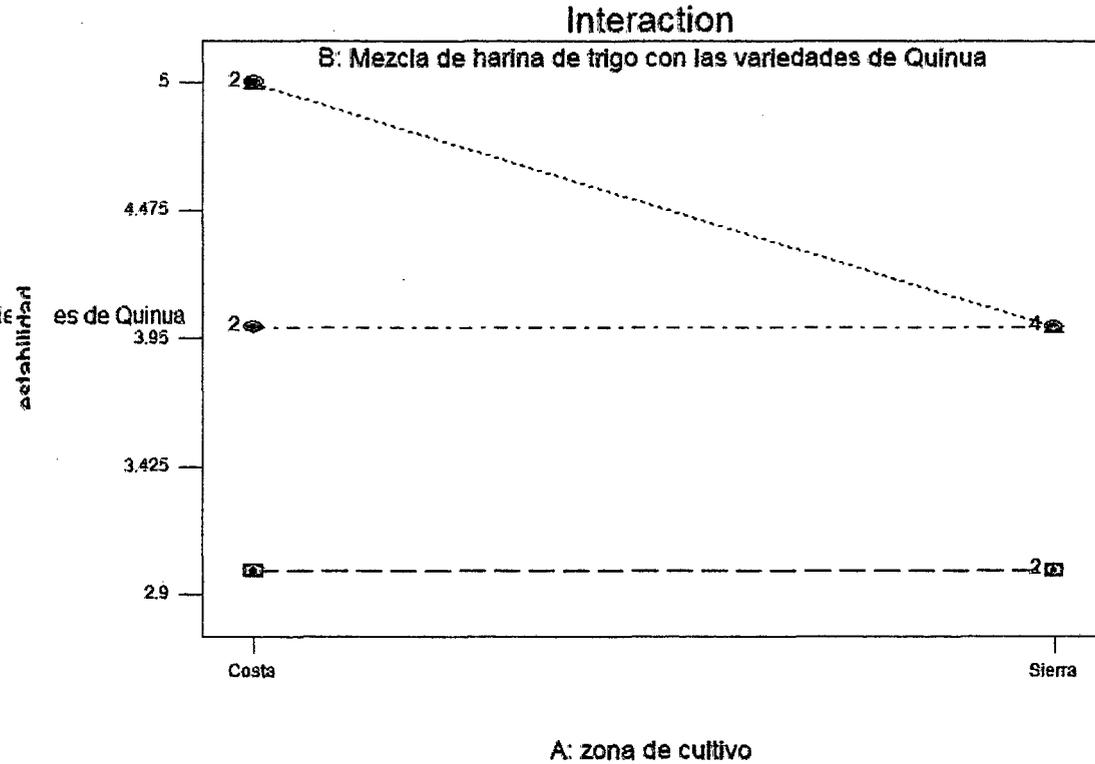
estabilidad

○ Design Points

- B1 INIA 415 PASANKALLA (Roja)
- ▲ B2 INIA 431 - ALTIPLANO (Blanca)
- ◆ B3 INIA 420 COLLANA (Negra)

X1 = A: zona de cultivo

X2 = B: Mezcla de harina de trigo con las variedades de Quinua



Design-Expert® Software

Tiempo de desenbolvimiento y estabilidad

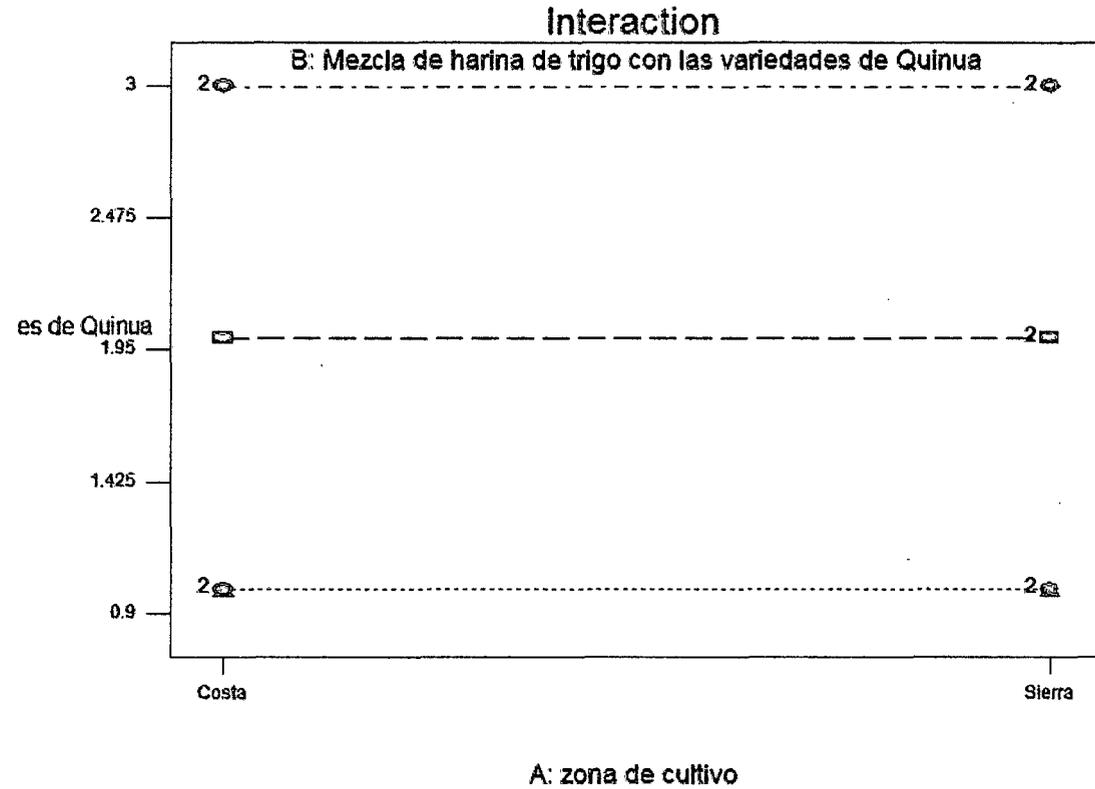
◇ Design Points

- B1 INIA 415 PASANKALLA (Roja)
- △ B2 INIA 431 - ALTIPLANO (Blanca)
- ◆ B3 INIA 420 COLLANA (Negra)

X1 = A: zona de cultivo

X2 = B: Mezcla de harina de trigo con las varie

Tiempo de desenbolvimiento y estabilidad



Design-Expert® Software

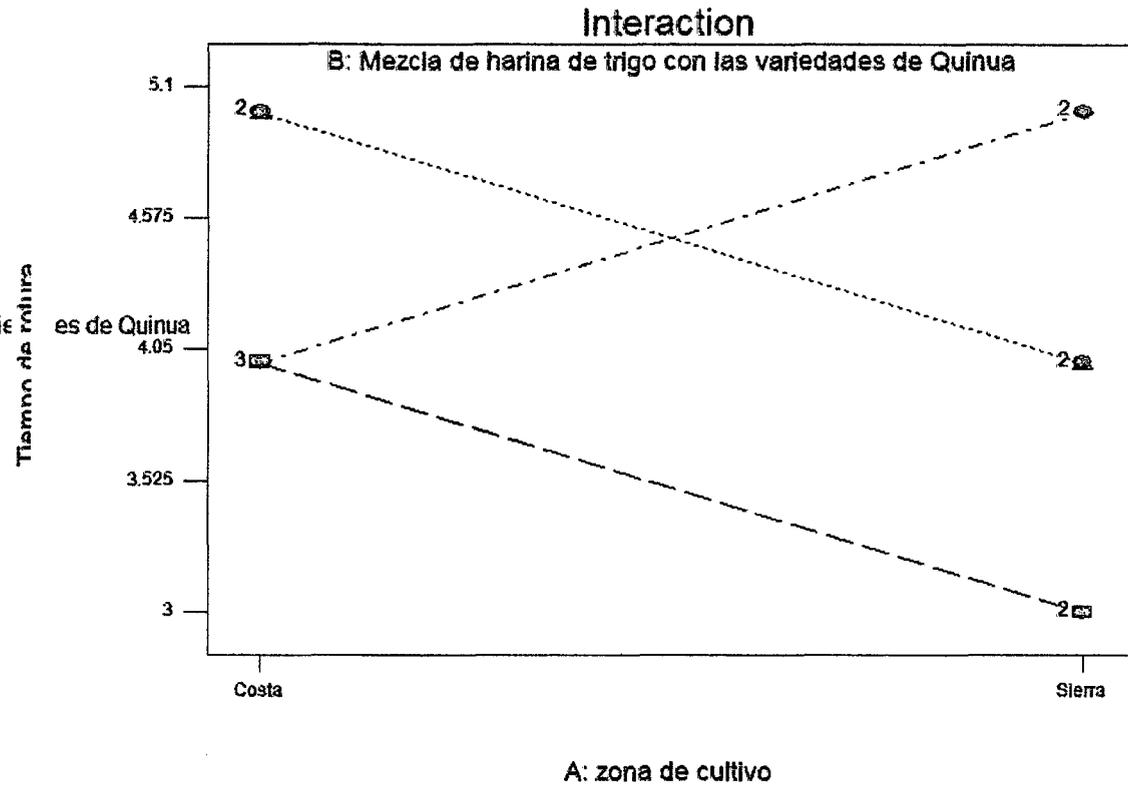
Tiempo de rotura

◇ Design Points

- ▣ B1 INIA 415 PASANKALLA (Roja)
- ▲ B2 INIA 431 - ALTIPLANO (Blanca)
- ◆ B3 INIA 420 COLLANA (Negra)

X1 = A: zona de cultivo

X2 = B: Mezcla de harina de trigo con las variedades de Quinua



Design-Expert® Software

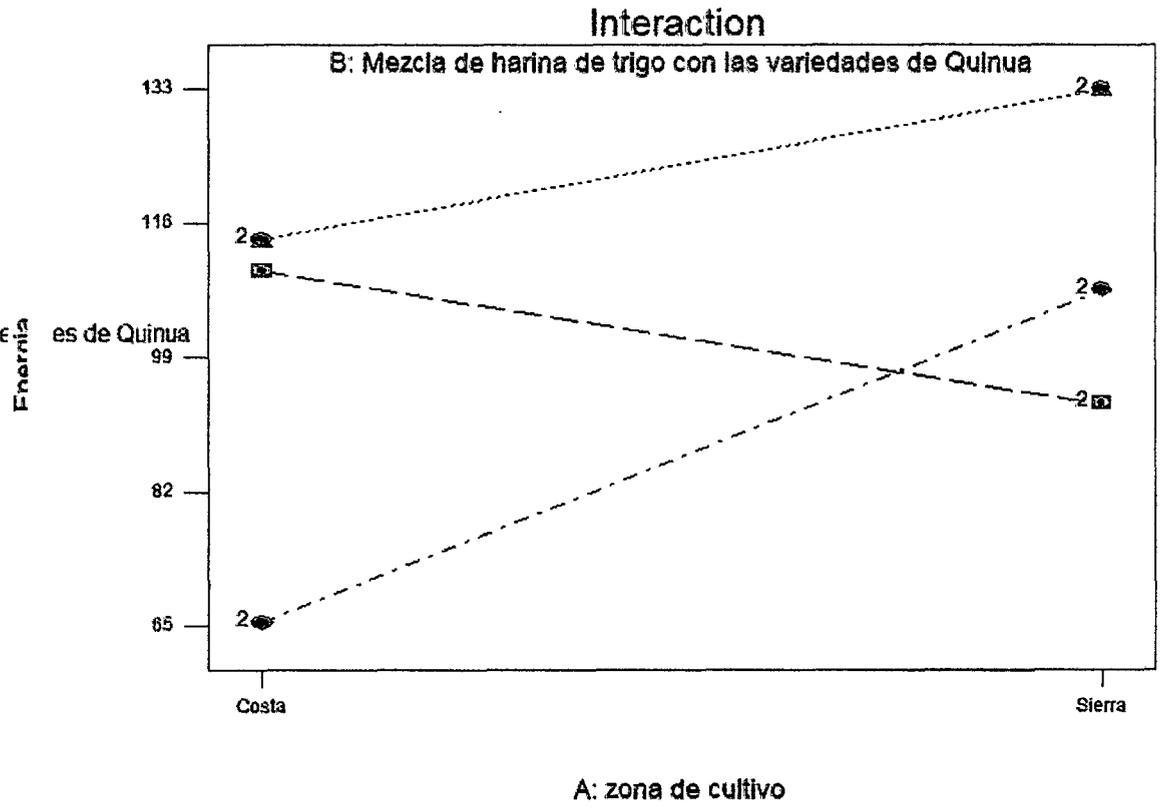
Energia

○ Design Points

- B1 INIA 415 PASANKALLA (Roja)
- ▲ B2 INIA 431 - ALTIPLANO (Blanca)
- ◆ B3 INIA 420 COLLANA (Negra)

X1 = A: zona de cultivo

X2 = B: Mezcla de harina de trigo con las variedades de Quinua



Design-Expert® Software

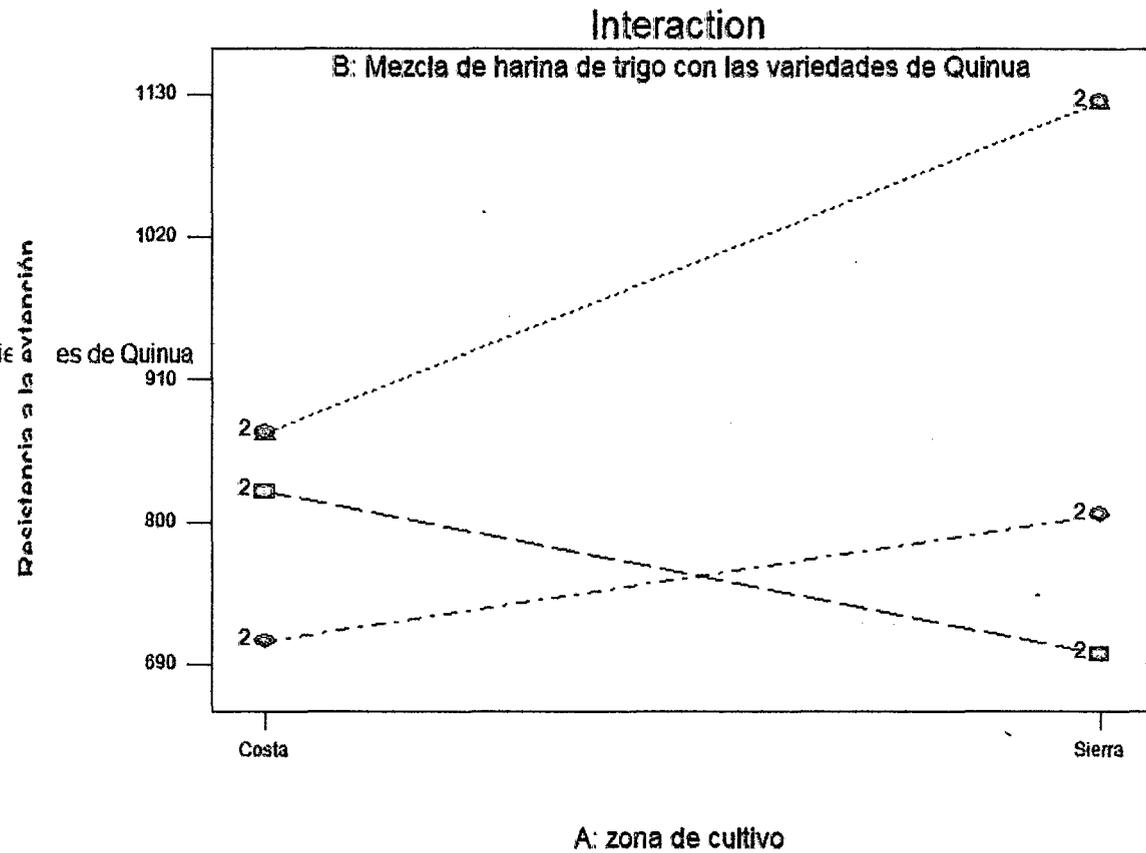
Resistencia a la extensión

◇ Design Points

- B1 INIA 415 PASANKALLA (Roja)
- ▲ B2 INIA 431 - ALTIPLANO (Blanca)
- ◆ B3 INIA 420 COLLANA (Negra)

X1 = A: zona de cultivo

X2 = B: Mezcla de harina de trigo con las variedades de Quinua



Design-Expert® Software

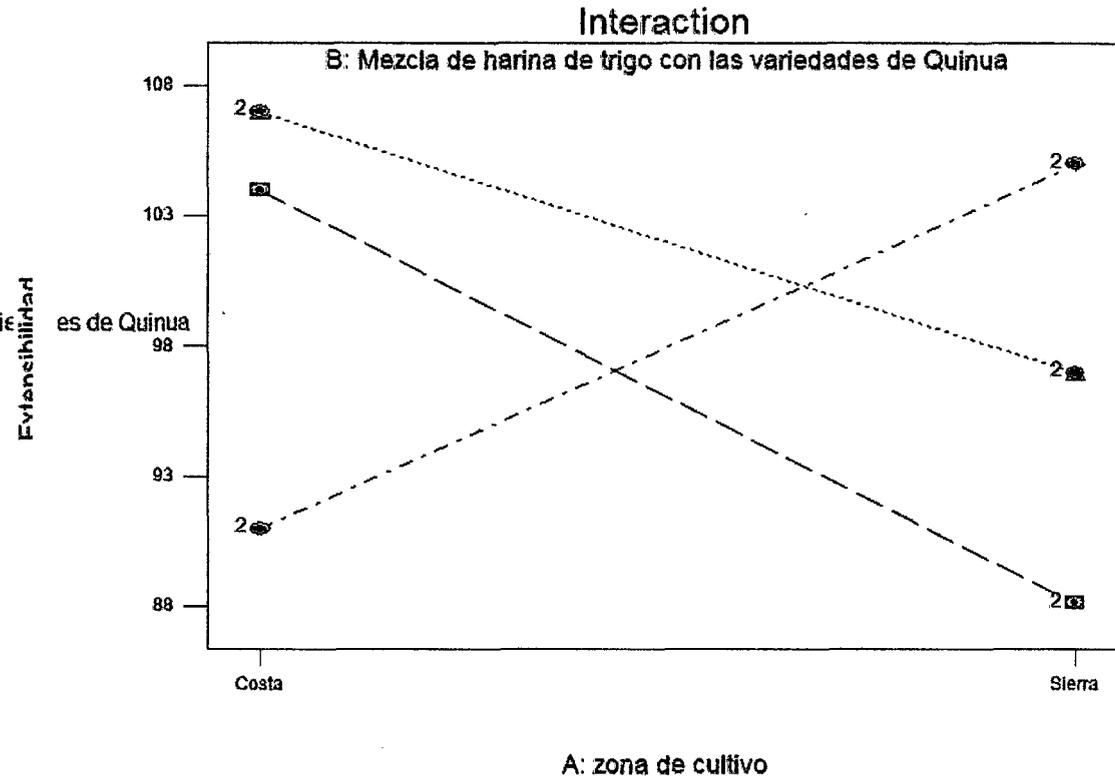
Extensibilidad

○ Design Points

- B1 INIA 415 PASANKALLA (Roja)
- ▲ B2 INIA 431 - ALTIPLANO (Blanca)
- ◆ B3 INIA 420 COLLANA (Negra)

X1 = A: zona de cultivo

X2 = B: Mezcla de harina de trigo con las variedades



ANEXO 07: ANALISIS ESTADISTICO DEL PAN DE MOLDE CON SUTITUCION PARCIAL DE HARINA DE QUINUA DE 3 VARIETADES (INIA 415 PASANKALLA (Roja); INIA 431 ALTIPLANO (Blanca); INIA 420 COLLANA (Negra)), cultivadas en la Costa y Sierra del Peru.

ANALISIS FISICO QUIMICOS

Design Summary

Study Type Factorial Runs 12
 Initial Design Full Factorial Blocks No Blocks
 Center Points 0
 Design Model 2FI

Factor	Name	Units	Type	Low Actual	High Actual	Levels:
A	zona de cultivo		Categoric	Costa	Sierra	2
B	Varietades		Categoric	INIA 415 PASANKALLA (Roja)	INIA 420 COLLANA (Negra)	3

Response	Name	Units	Obs	Analysis	Minimum	Maximum	Mean	Std. Dev.	Ratio	Trans	Model
Y1	Proteinas	%	12	Factorial	7.58	8.79	7.96	0.40	1.16	None	2FI
Y2	Grasas	%	12	Factorial	6.15	9.44	7.93	1.23	1.53	None	2FI
Y3	Humedad	%	12	Factorial	24.30	30.36	26.17	2.10	1.25	None	2FI
Y4	cenizas	%	12	Factorial	2.09	3.04	2.36	0.32	1.45	None	2FI
Y5	Carbohidratos	%	12	Factorial	53.61	57.26	55.57	1.41	1.07	None	2FI
Y6	Volumen	ml/g	12	Factorial	3.30	3.50	3.38	0.069	1.06	None	2FI
Y7	Textura	fuerza(ml)	12	Factorial	64.77	159.83	118.03	34.87	2.47	None	2FI
Y8	Luminosidad Miga	(L)	12	Factorial	56.06	71.91	64.61	5.80	1.28	None	2FI
Y9	Luminosidad corteza	(L)	12	Factorial	39.06	44.32	42.78	1.78	1.13	None	2FI
Y10	Cromacidad Miga	(C)	12	Factorial	13.70	19.08	16.67	1.95	1.39	None	2FI
Y11	Cromacidad Corteza	(C)	12	Factorial	26.44	35.50	30.86	2.74	1.34	None	2FI
Y12	Angulo de Tonalidad - Miga	(H)	12	Factorial	-1.20	1.20	-0.44	0.99	-1.00	None	2FI
Y13	Angulo de tonalidad corteza	(H)	12	Factorial	-0.56	0.32	-0.41	0.24	-0.57	None	2FI

GRAFICAS ESTADISTICAS

Design-Expert® Software

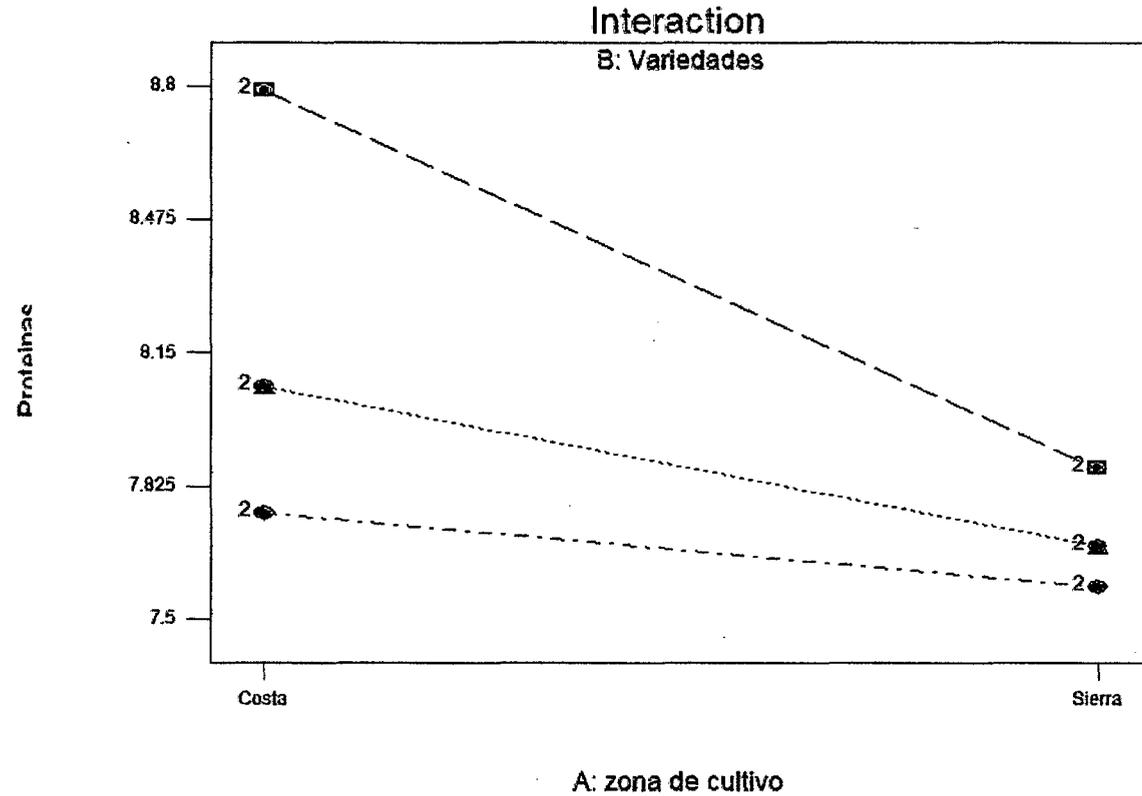
Proteinas

○ Design Points

- B1 INIA 415 PASANKALLA (Roja)
- ▲ B2 INIA 431 - ALTIPLANO (Blanca)
- ◆ B3 INIA 420 COLLANA (Negra)

X1 = A: zona de cultivo

X2 = B: Variedades



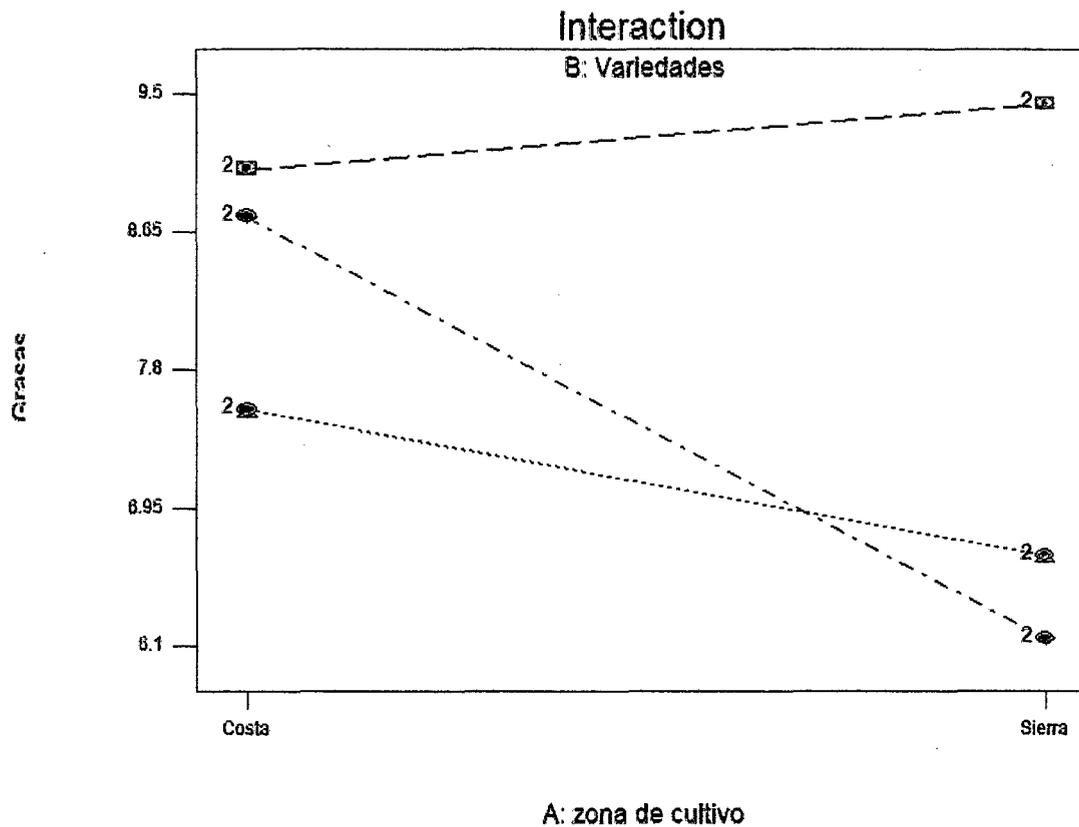
Design-Expert® Software

Grasas

○ Design Points

- B1 INIA 415 PASANKALLA (Roja)
- ▲ B2 INIA 431 - ALTIPLANO (Blanca)
- ◆ B3 INIA 420 COLLANA (Negra)

X1 = A: zona de cultivo
X2 = B: Variedades



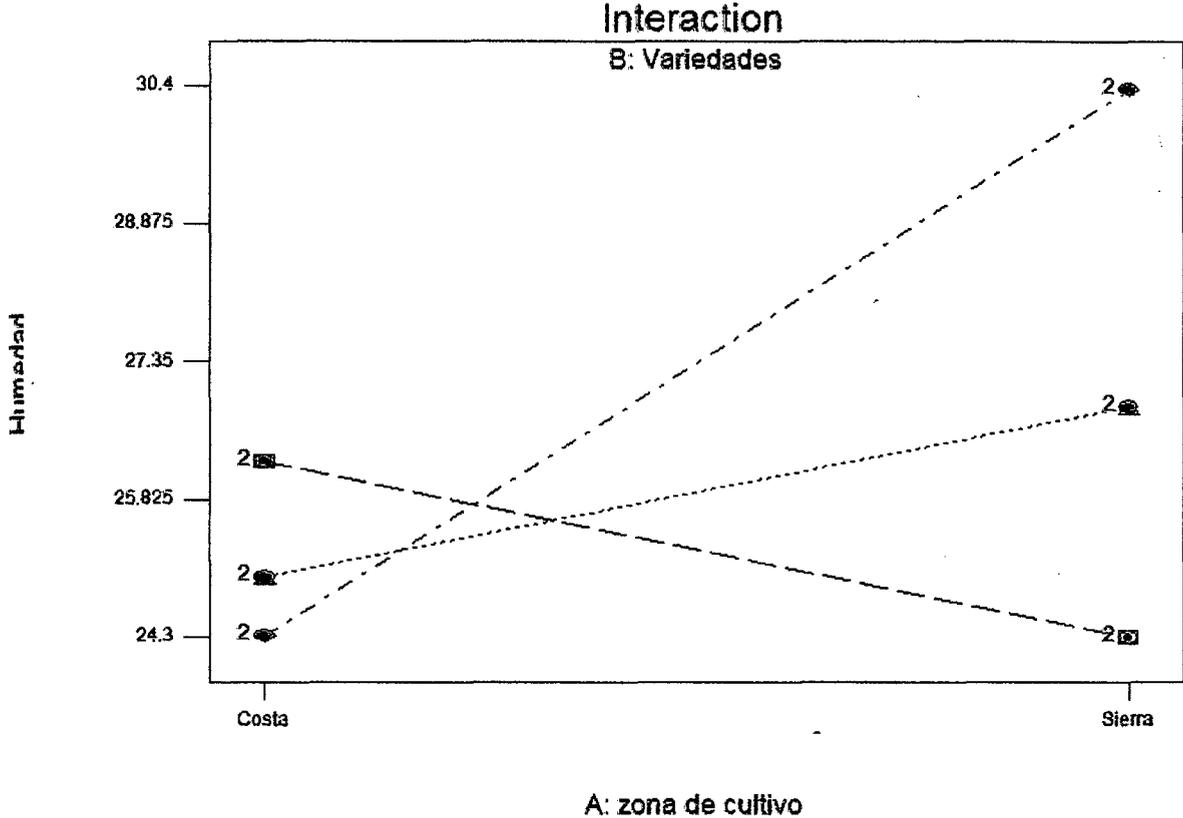
Design-Expert® Software

Humedad

◊ Design Points

- B1 INIA 415 PASANKALLA (Roja)
- ▲ B2 INIA 431 - ALTIPLANO (Blanca)
- ◆ B3 INIA 420 COLLANA (Negra)

X1 = A: zona de cultivo
X2 = B: Variedades



Design-Expert® Software

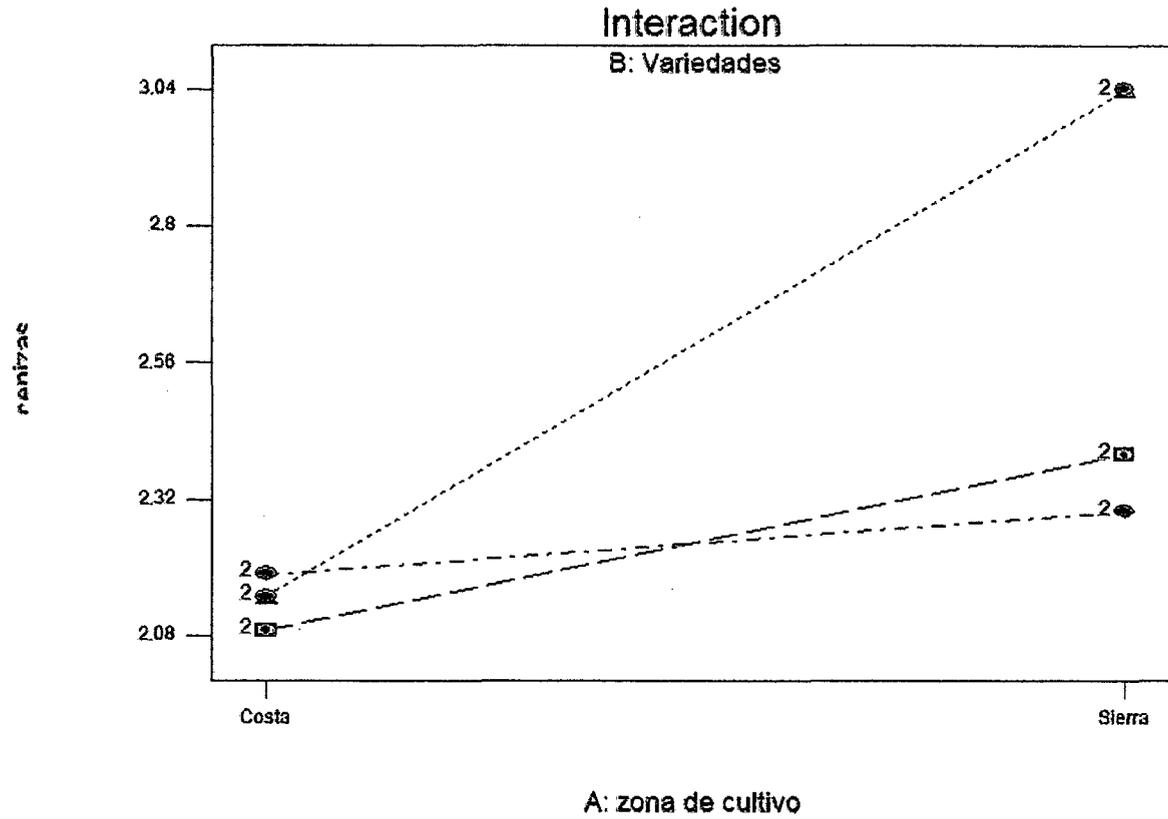
cenizas

○ Design Points

- B1 INIA 415 PASANKALLA (Roja)
- ▲ B2 INIA 431 - ALTIPLANO (Blanca)
- ◆ B3 INIA 420 COLLANA (Negra)

X1 = A: zona de cultivo

X2 = B: Variedades



Design-Expert® Software

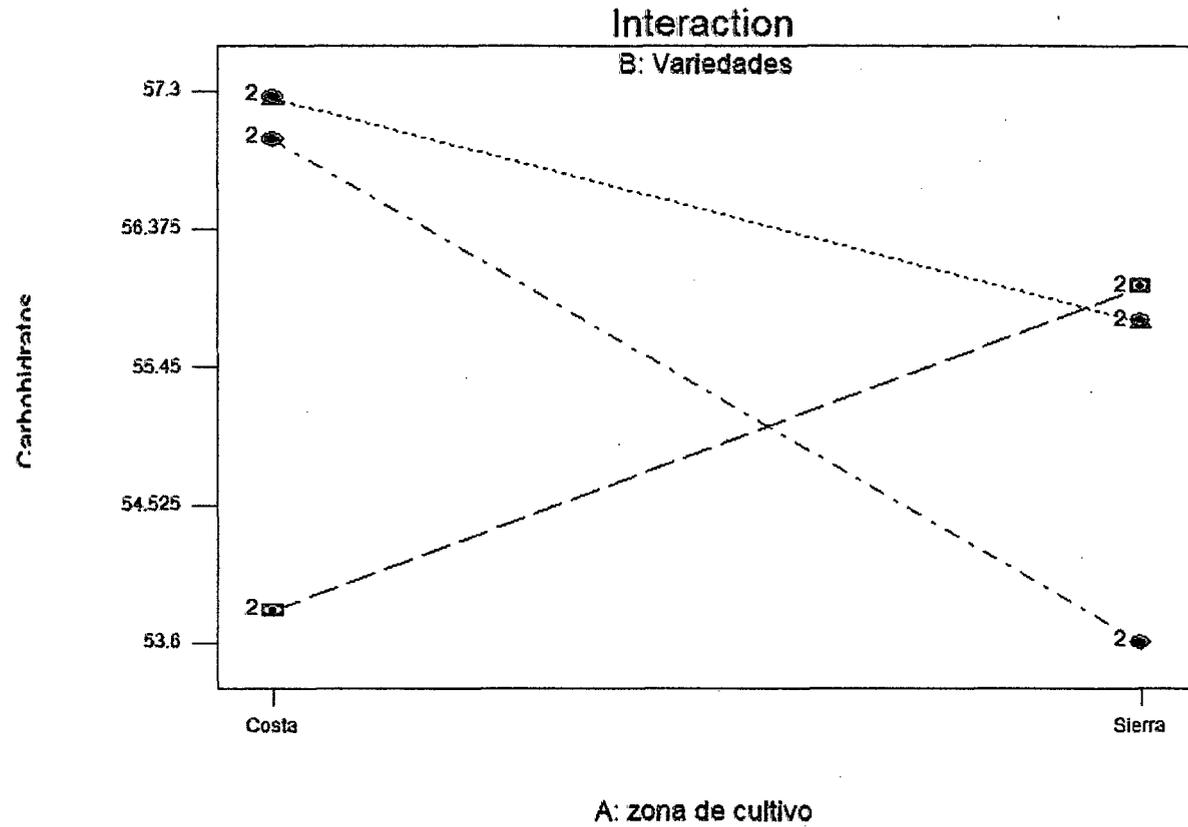
Carbohidratos

○ Design Points

- B1 INIA 415 PASANKALLA (Roja)
- ▲ B2 INIA 431 - ALTIPLANO (Blanca)
- ◆ B3 INIA 420 COLLANA (Negra)

X1 = A: zona de cultivo

X2 = B: Variedades



Design-Expert® Software

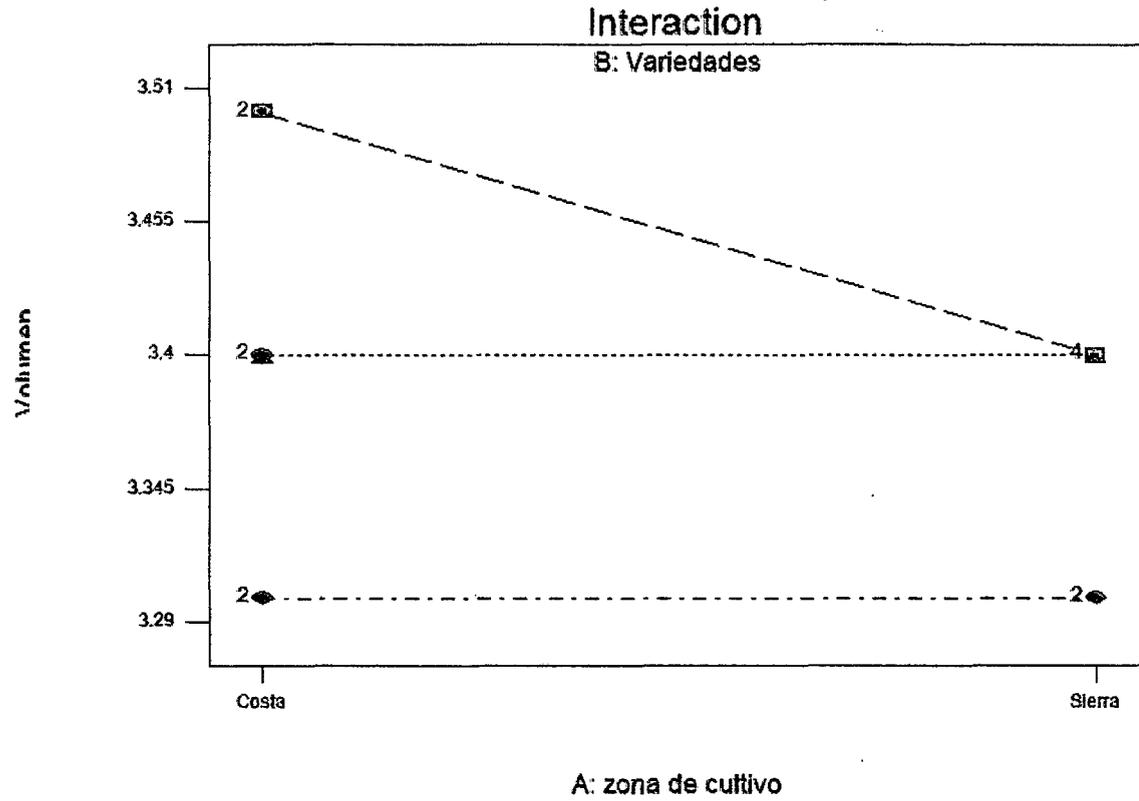
Volumen

○ Design Points

- B1 INIA 415 PASANKALLA (Roja)
- ▲ B2 INIA 431 - ALTIPLANO (Blanca)
- ◆ B3 INIA 420 COLLANA (Negra)

X1 = A: zona de cultivo

X2 = B: Variedades



Design-Expert® Software

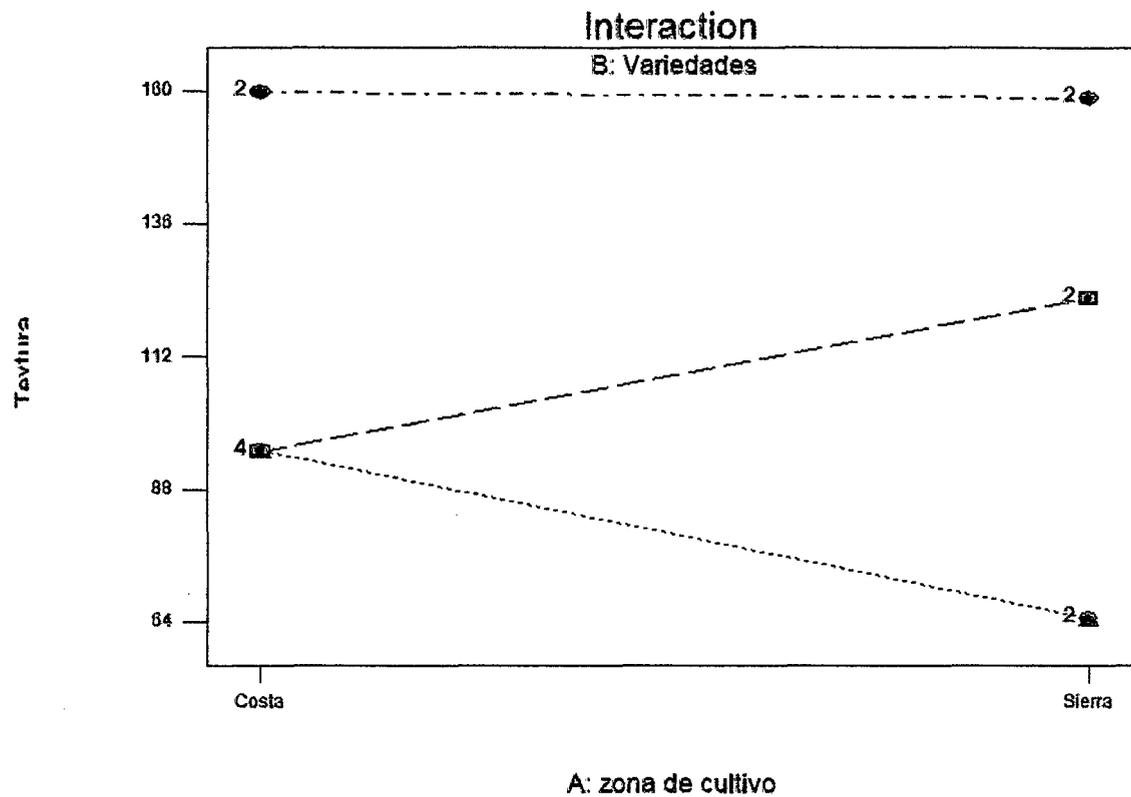
Textura

◇ Design Points

- B1 INIA 415 PASANKALLA (Roja)
- ▲ B2 INIA 431 - ALTIPLANO (Blanca)
- ◆ B3 INIA 420 COLLANA (Negra)

X1 = A: zona de cultivo

X2 = B: Variedades



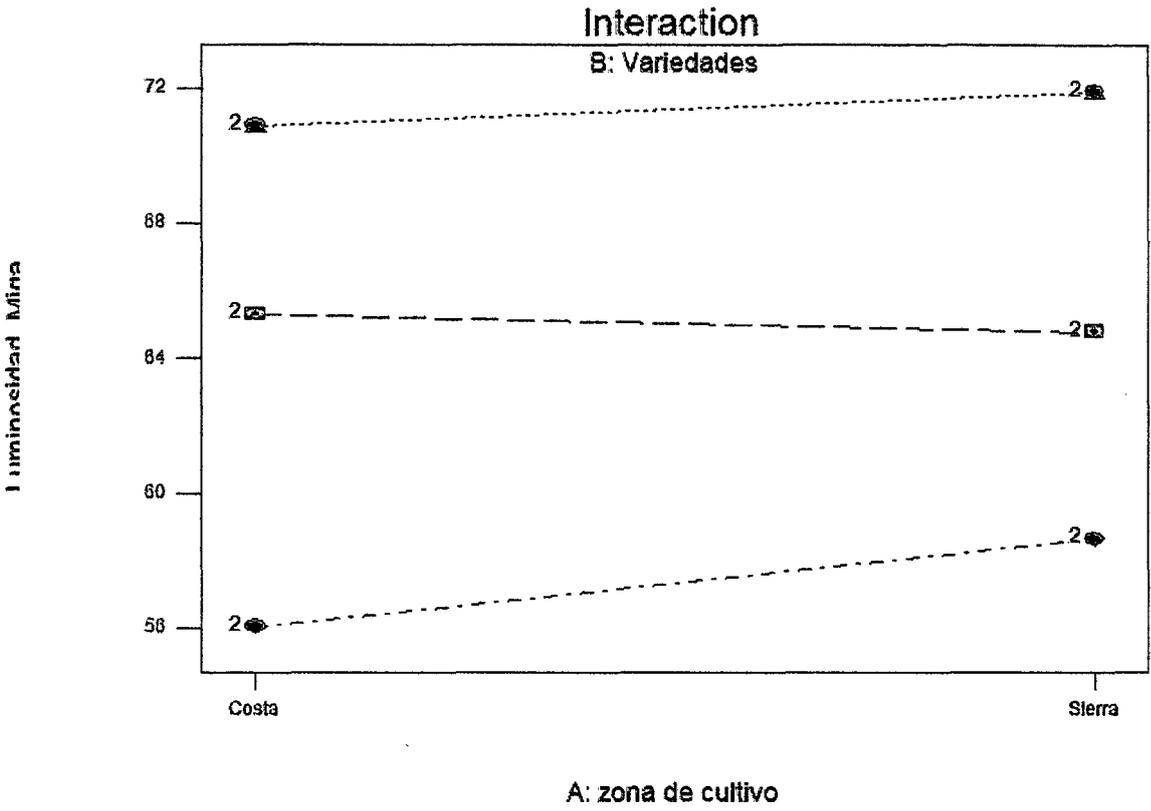
Design-Expert® Software

Luminosidad Miga

○ Design Points

- B1 INIA 415 PASANKALLA (Roja)
- ▲ B2 INIA 431 - ALTIPLANO (Blanca)
- ◆ B3 INIA 420 COLLANA (Negra)

X1 = A: zona de cultivo
X2 = B: Variedades



Design-Expert® Software

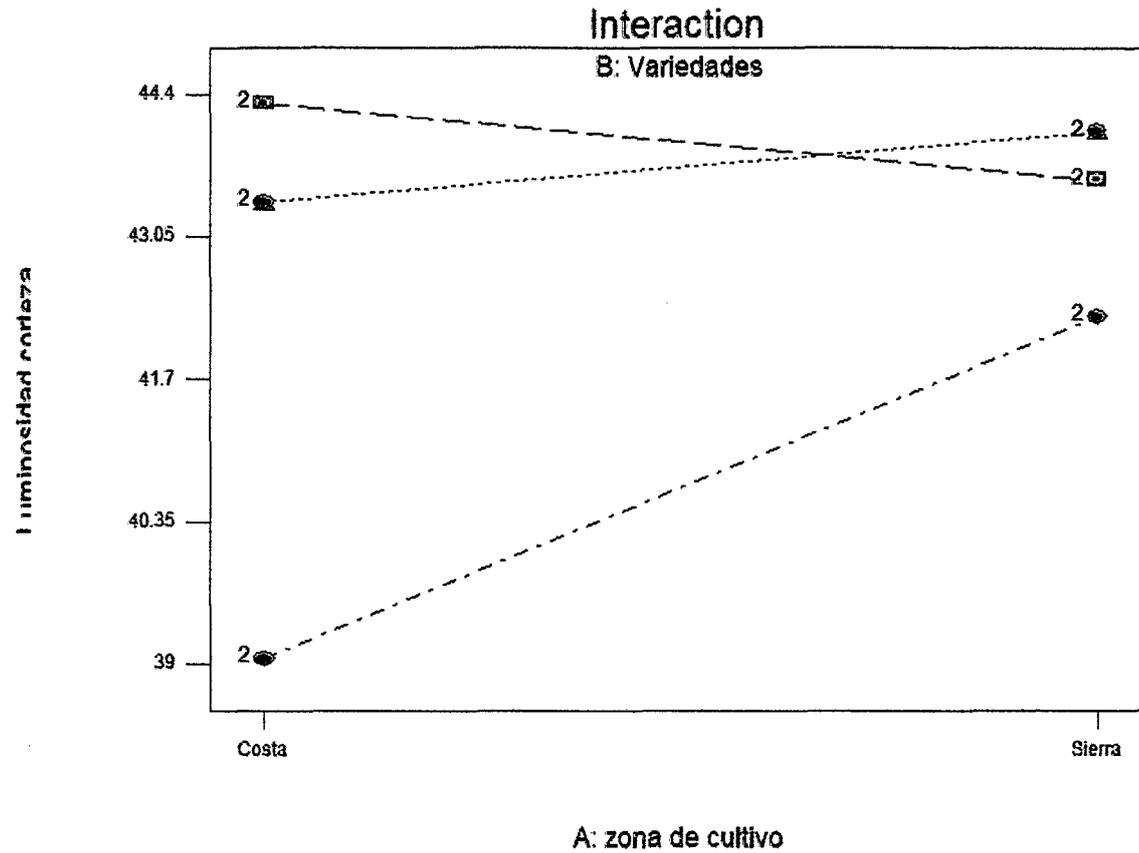
Luminosidad corteza

◇ Design Points

- B1 INIA 415 PASANKALLA (Roja)
- ▲ B2 INIA 431 - ALTIPLANO (Blanca)
- ◆ B3 INIA 420 COLLANA (Negra)

X1 = A: zona de cultivo

X2 = B: Variedades



Design-Expert® Software

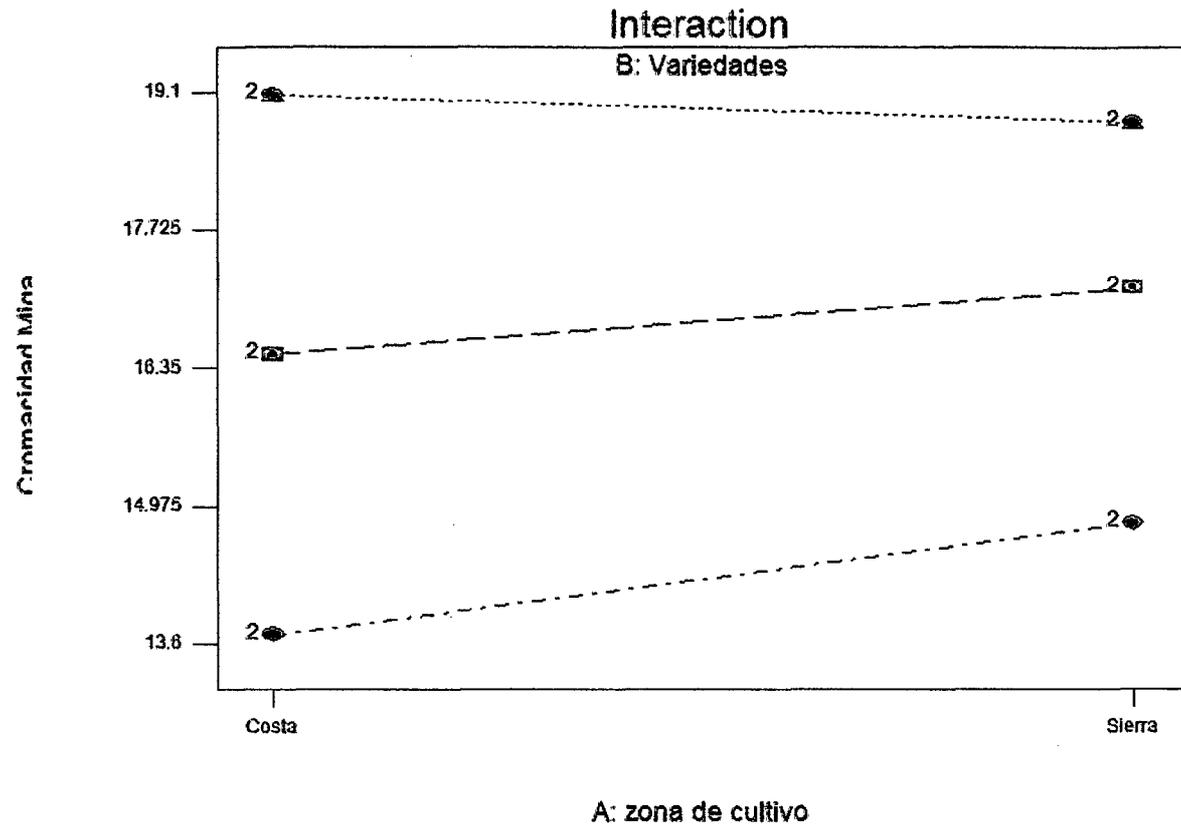
Cromacidad Miga

○ Design Points

- B1 INIA 415 PASANKALLA (Roja)
- ▲ B2 INIA 431 - ALTIPLANO (Blanca)
- ◆ B3 INIA 420 COLLANA (Negra)

X1 = A: zona de cultivo

X2 = B: Variedades



Design-Expert® Software

Cromaticidad Corteza

○ Design Points

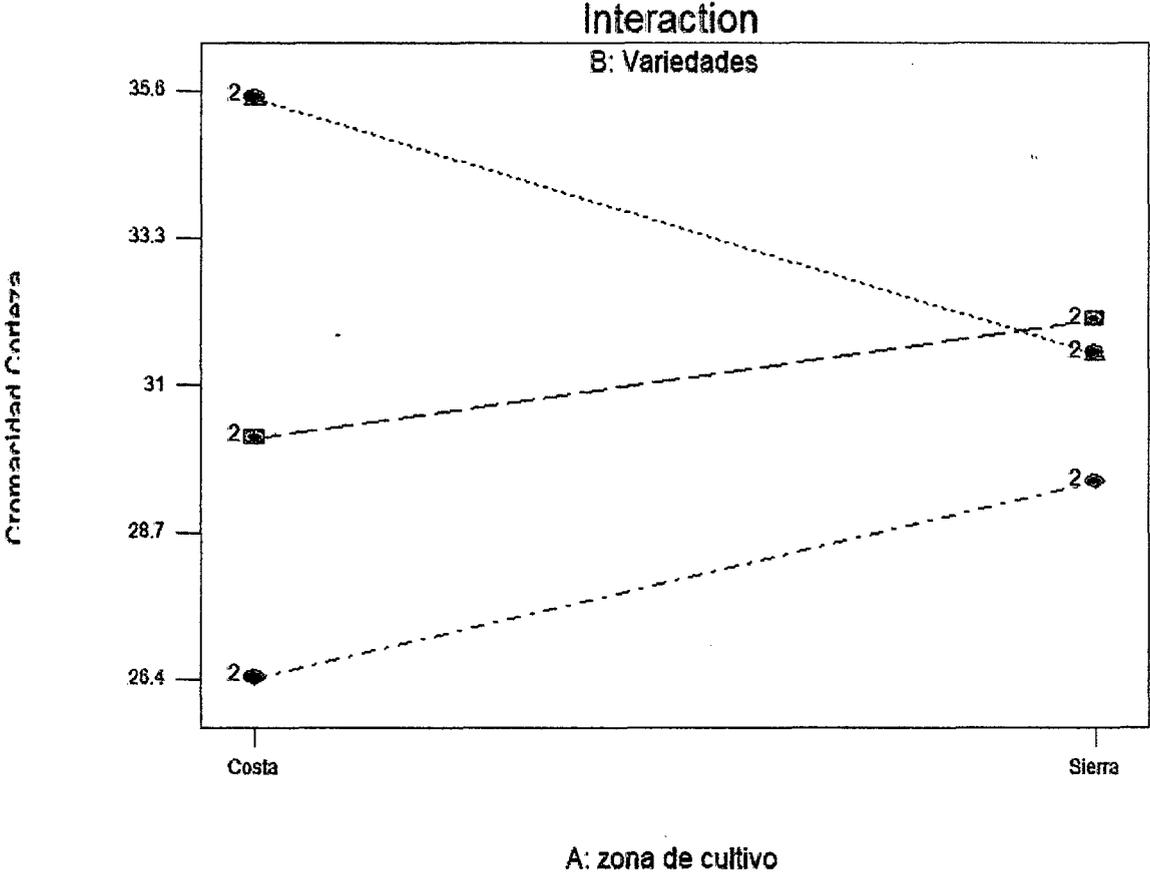
■ B1 INIA 415 PASANKALLA (Roja)

▲ B2 INIA 431 - ALTIPLANO (Blanca)

◆ B3 INIA 420 COLLANA (Negra)

X1 = A: zona de cultivo

X2 = B: Variedades



Design-Expert® Software

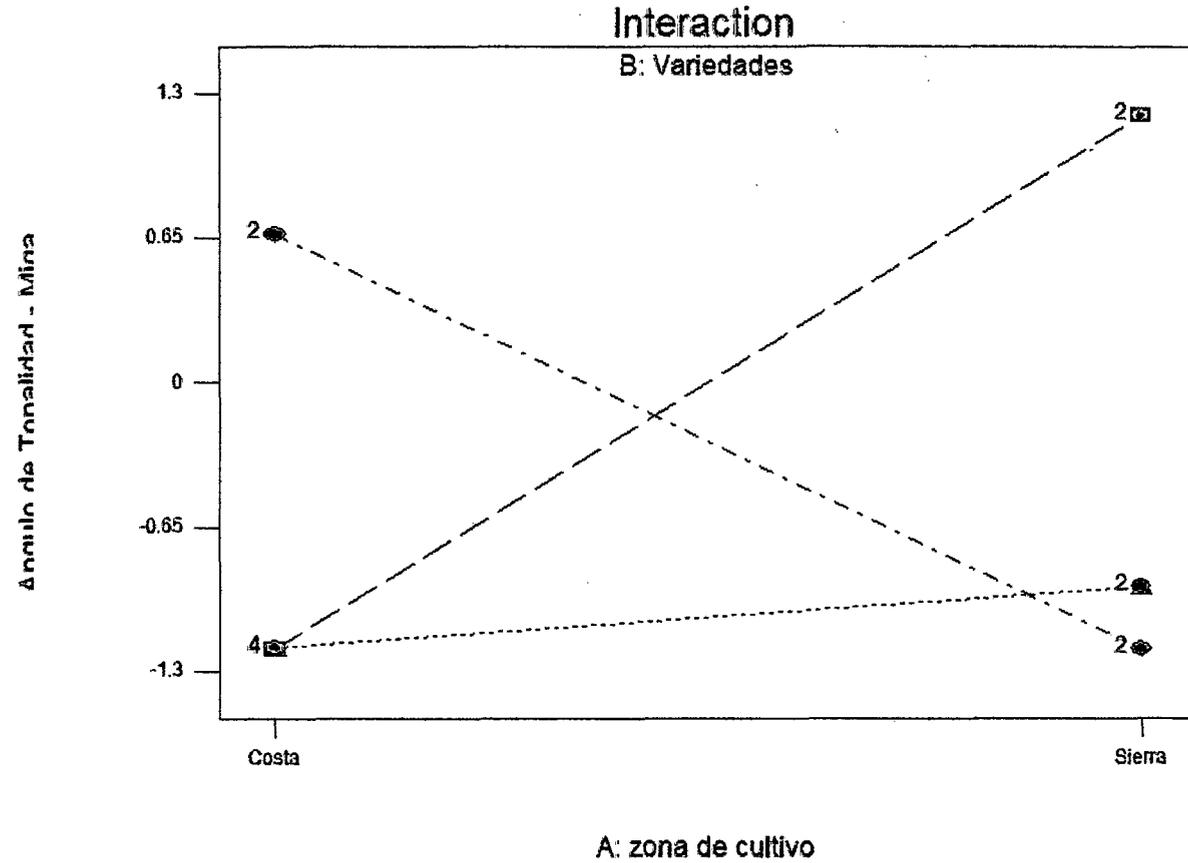
Angulo de Tonalidad - Miga

◇ Design Points

- B1 INIA 415 PASANKALLA (Roja)
- ▲ B2 INIA 431 - ALTIPLANO (Blanca)
- ◆ B3 INIA 420 COLLANA (Negra)

X1 = A: zona de cultivo

X2 = B: Variedades



Design-Expert® Software

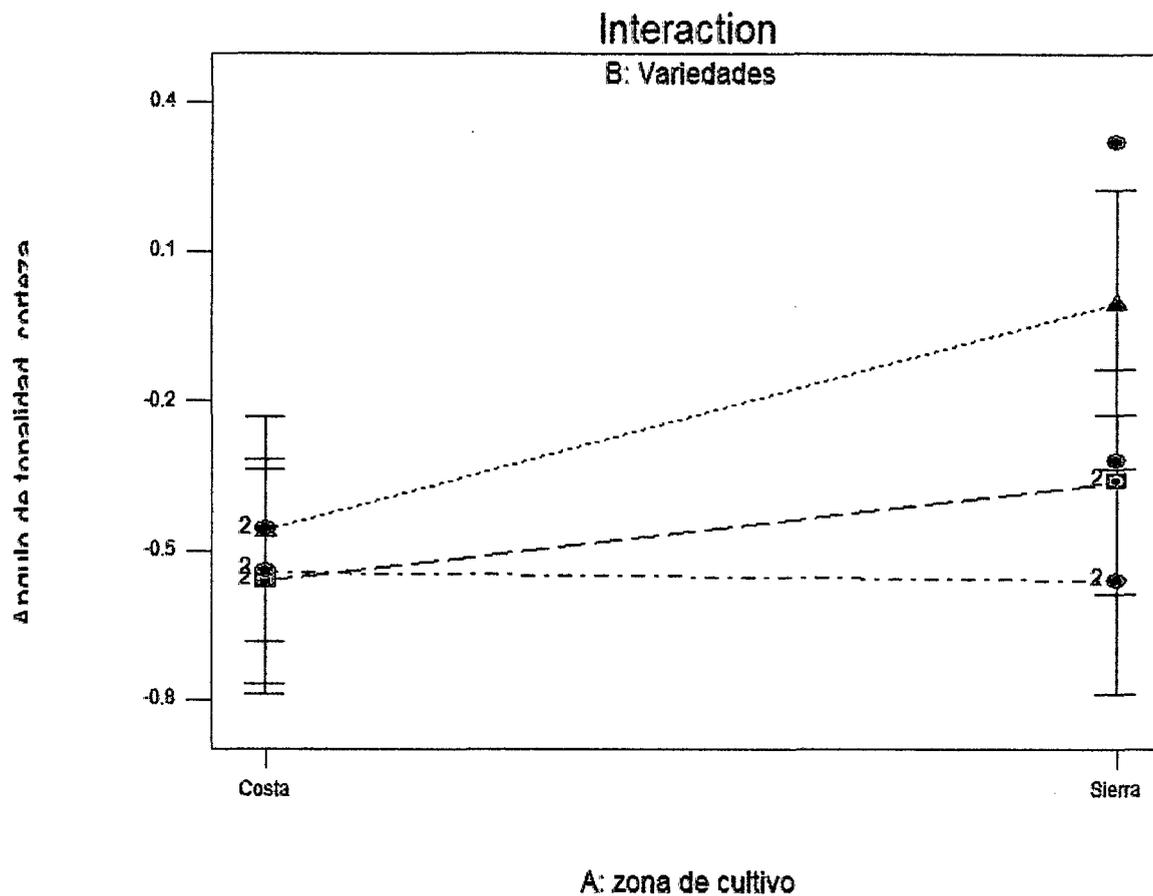
Angulo de tonalidad corteza

○ Design Points

- B1 INIA 415 PASANKALLA (Roja)
- ▲ B2 INIA 431 - ALTIPLANO (Blanca)
- ◆ B3 INIA 420 COLLANA (Negra)

X1 = A: zona de cultivo

X2 = B: Variedades



ANEXO 08: RESULTADO DE PROTEINAS DE HARINA DE QUINUA DE 3 VARIETADES (INIA 415 PASANKALLA (Roja); INIA 431 ALTIPLANO (Blanca); INIA 420 COLLANA (Negra)), cultivadas en la Costa y Sierra del Peru.



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INDECOPI-SNA CON REGISTRO No LE - 046



INFORME DE ENSAYO Nº 2014-14

SOLICITADO POR : Katherine Marianne Alva Ramirez
 PRODUCTO DECLARADO : INIA 431-Altiplano (Blanca) Sierra, INIA 431-Altiplano (Blanca) Costa
 INIA 415-Pasancalla (Roja) Sierra, INIA 415-Pasancalla (Roja) Costa
 INIA 420-Collana (Negra) Sierra, INIA 420-Collana (Negra) Costa
 CANTIDAD DE MUESTRA : 50 gr
 PRESENTACION DE LA MUESTRA : En Bolsas de polietileno, transparente y cerrada
 FECHA DE RECEPCION : 2014-07-08
 FECHA DE INICIO DEL ENSAYO : 2014-07-08
 FECHA DE TERMINO DEL ENSAYO : 2014-07-08
 CONDICION DE LA MUESTRA : En buen estado
 ENSAYOS REALIZADOS EN : Laboratorio Fisico Quimico
 CODIGO COLECBI :

RESULTADOS

ENSAYOS	MUESTRA					
	M1	M2	M3	M4	M5	M6
	Altiplano (Blanca) Sierra INIA 431	Altiplano (Blanca) Costa INIA 431	Pasancalla (Roja) Sierra INIA 415	Pasancalla (Roja) Costa INIA 415	Collana (Negra) Sierra INIA 420	Collana (Negra) Costa INIA 420
(*)Proteinas (%) Factor 6.25	14,70	12,91	12,83	15,40	14,00	14,31

(*) El método indicado no ha sido acreditado por INDECOPI-SNA.

METODOLOGIA EMPLEADA

(*)Proteinas: AOAC 2001.11 2012 Protein (crude) In Animal Feed Forage (Plant Tissue) Grain and Oilseeds.

Nota:

- Muestra recepcionada en Laboratorios COLECBI S.A.C.
- Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra ensayada.
- Estos resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- No afecto al proceso de Dirimencia por su perecibilidad y/o muestra única.

LC-MP-HRIE
 Rev. 03
 Fecha: 2012-07-27

[Handwritten Signature]
 Gustavo Vargas Ramos
 INGENIERO EN QUIMICA
 LABORATORIO DE ENSAYO
 COLECBI S.A.C.

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE INFORME SIN LA AUTORIZACION ESCRITA DE COLECBI S.A.C

COLECBI S.A.C.

Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 | Etapa - Nuevo Chimbote - Telefax: 043-310752
 Nextel: 839*2893 - RPM # 902995 - Apartado 127
 e-mail: colecbi@speedy.com.pe/ medioambiente_colecbi@speedy.com.pe
 Web: www.colecbi.com

ANEXO 09: ANALISIS ESTADISTICO DEL PAN DE MOLDE CON SUTITUCION PARCIAL DE HARINA DE QUINUA DE 3 VARIEDADES (INIA 415 PASANKALLA (Roja); INIA 431 ALTIPLANO (Blanca); INIA 420 COLLANA (Negra)), cultivadas en la Costa y Sierra del Peru.



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INDECOPI-SNA CON REGISTRO No LE - 046



INFORME DE ENSAYO N° 2268-14

SOLICITADO POR : Katherine Marianne Alva Ramirez
 PRODUCTO DECLARADO : INIA 431-Altiplano (Blanco) Costa, INIA 431-Altiplano (Blanco) Sierra
 INIA 415-Pasancalla (Roja) Costa, INIA 415-Pasancalla (Roja) Sierra
 INIA 420-Collana (Negra) Sierra, Harina de Trigo Testigo, INIA 420-Collana (Negra) Costa

CANTIDAD DE MUESTRA : 50 gr
 PRESENTACION DE LA MUESTRA : En Bolsas de polietileno, transparente y cerrada
 FECHA DE RECEPCION : 2014-07-18
 FECHA DE INICIO DEL ENSAYO : 2014-07-18
 FECHA DE TERMINO DEL ENSAYO : 2014-07-19
 CONDICION DE LA MUESTRA : En buen estado
 ENSAYOS REALIZADOS EN : Laboratorio Físico Químico
 CODIGO COLECBI :

RESULTADOS

ENSAYOS	MUESTRA						
	M1	M2	M3	M4	M5	M5	M6
	Altiplano (Blanco) Costa INIA 431	Altiplano (Blanco) Sierra INIA 431	Pasancalla (Roja) Costa INIA 415	Pasancalla (Roja) Sierra INIA 415	Collana (Negra) Sierra INIA 420	Harina De Trigo Testigo	Collana (Negra) Costa INIA 420
(*)Proteínas (%) Factor 6.25	8.07	7.68	8.79	7.87	7.58	7.44	7.76

(*) El método indicado no ha sido acreditado por INDECOPI-SNA.

METODOLOGIA EMPLEADA

(*)Proteínas: AOAC 2001.11 2012 Protein (crude) In Animal Feed Forage (Plant Tissue) Grain and Oilseeds.

Nota:

- Muestra recepcionada en Laboratorios COLECBI S.A.C.
- Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra ensayada.
- Estos resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- No afecta al proceso de Dirimencia por su perecibilidad y/o muestra única.

FECHA DE EMISION: Nuevo Chimbote, Julio 18 del 2014.

Esteban Vargas Ramos
 Director de Laboratorio
 Laboratorio de Ensayo
 COLECBI S.A.C.

I.C-MP-HRIE
 Rev. 03
 Fecha: 2012-07-27

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE INFORME SIN LA AUTORIZACION ESCRITA DE COLECBI S.A.C

COLECBI S.A.C.

Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 | Etapa - Nuevo Chimbote - Telefax: 043-310752
 Nextel: 839*2893 - RPM # 902995 - Apartado 127
 e-mail: colecbi@speedy.com.pe/ medioambiente_colecbi@speedy.com.pe
 Web: www.colecbi.com

ANEXO 09: FORMATO DE ANALISIS DEL PAN DE MOLDE CON SUTITUCION PARCIAL DE HARINA DE QUINUA DE 3 VARIEDADES (INIA 415 PASANKALLA (Roja); INIA 431 ALTIPLANO (Blanca); INIA 420 COLLANA (Negra)), cultivadas en la Costa y Sierra del Peru.

Prueba de analisis sensorial para determinar la aceptabilidad de "Pan de molde"

Fecha: _____

Sexo: Masculino Femenino Edad: _____

Instrucciones: Evalúe las cuatro muestras de "Pan de molde" en sus atributos de color, olor, sabor y textura. Marque con un aspa en el recuadro donde corresponde.

Evaluación de Atributos

N° Muestra

color	1	2	3	4	5
olor	1	2	3	4	5
sabor	1	2	3	4	5
textura	1	2	3	4	5

Evaluación de Atributos

N° Muestra

color	1	2	3	4	5
olor	1	2	3	4	5
sabor	1	2	3	4	5
textura	1	2	3	4	5

Evaluación de Atributos

N° Muestra

color	1	2	3	4	5
olor	1	2	3	4	5
sabor	1	2	3	4	5
textura	1	2	3	4	5

Evaluación de Atributos

N° Muestra

color	1	2	3	4	5
olor	1	2	3	4	5
sabor	1	2	3	4	5
textura	1	2	3	4	5

Evaluación de Atributos

N° Muestra

color	1	2	3	4	5
olor	1	2	3	4	5
sabor	1	2	3	4	5
textura	1	2	3	4	5

Evaluación de Atributos

N° Muestra

color	1	2	3	4	5
olor	1	2	3	4	5
sabor	1	2	3	4	5
textura	1	2	3	4	5

Evaluación de Atributos

N° Muestra

color	1	2	3	4	5
olor	1	2	3	4	5
sabor	1	2	3	4	5
textura	1	2	3	4	5

Escala Hedonica

1	Muy desagradable
2	Desagradable
3	Regular
4	Agradable
5	Muy agradable

REGISTRO DEL TRABAJO DE INVESTIGACION

I. DATOS GENERALES (PRE GRADO)

- ✓ **Universidad:** Universidad Nacional del Santa

- ✓ **Escuela o carrera profesional:** Ingeniería Agroindustrial

- ✓ **Título del trabajo:** “Estudio comparativo de la calidad de pan de molde con sustitución parcial de las variedades de quinua (*chenopodium quinoa wild*): Inia 415 - pasankalla (roja), Inia 431- altiplano (blanca) y Inia 420 - collana (negra), cultivadas en la costa y sierra del Perú”

- ✓ **Área de investigación:**

Área: Producción y Competitividad.

Línea: Transformación de cultivos nativos.

- ✓ **Autora:**

DNI: 44555900 **Apellidos y Nombres:** Katherine Marianne Alva Ramirez

- ✓ **Título profesional a que conduce:** Título Profesional de Ingeniero
Agroindustrial

- ✓ **Año de Aprobación de la sustentación:** 2015

II. CONTENIDO DEL RESUMEN:

✓ Planteamiento del problema.

¿Cuál es el pan de molde de mejor calidad con sustitución parcial de las variedades de quinua (*chenopodium quinoa wild*): INIA 415 PASANKALLA (Roja), INIA 431 – ALTIPLANO (Blanca) Y INIA 420 COLLANA (Negra), cultivadas en la costa y sierra del Perú?

✓ Objetivos:

Objetivo General:

- ¿Determinar la calidad de pan de molde con sustitución parcial de las variedades de quinua (*chenopodium quinoa wild*): INIA 415 PASANKALLA (Roja), INIA 431 – ALTIPLANO (Blanca) y INIA 420 COLLANA (Negra), cultivadas en la costa y sierra del Perú?

Objetivos Específicos:

- Obtención de harinas de las variedades de quinua (*chenopodium quinoa wild*): INIA 415 PASANKALLA (Roja), INIA 431 – ALTIPLANO (Blanca) y INIA 420 COLLANA (Negra), cultivadas en la costa y sierra del Perú.
- Determinar los análisis físico-químicos de las harinas de las variedades de quinua (*chenopodium quinoa wild*): INIA 415 PASANKALLA (Roja), INIA 431 – ALTIPLANO (Blanca) Y INIA 420 COLLANA (Negra), cultivadas en la costa y sierra del Perú.
- Determinar el análisis proximal de las variedades de quinua (*chenopodium quinoa wild*): INIA 415 PASANKALLA (Roja), INIA 431 – ALTIPLANO (Blanca) y INIA 420 COLLANA (Negra), cultivadas en la costa y sierra del Perú.
- Evaluar las características reológicas de la formulación 85% de trigo y 15% de quinua (*chenopodium quinoa wild*), con las variedades: INIA 415 PASANKALLA (Roja), INIA 431 – ALTIPLANO

(Blanca) y INIA 420 COLLANA (Negra), cultivadas en la costa y sierra del Perú.

- Determinar los análisis físico-químicos del pan de molde con sustitución parcial de quinua (*Chenopodium Quinoa Willd*) al 15%, con las variedades: INIA 415 PASANKALLA (Roja), INIA 431 – ALTIPLANO (Blanca) y INIA 420 COLLANA (Negra), cultivadas en la costa y sierra del Perú.
- Evaluar las características sensoriales del pan de molde con sustitución parcial de quinua (*Chenopodium Quinoa Willd*) al 15%, con las variedades: INIA 415 PASANKALLA (Roja), INIA 431 – ALTIPLANO (Blanca) INIA 420 COLLANA (Negra), cultivadas en la costa y sierra del Perú.
- Evaluación de la calidad del pan de molde según el programa Design expert v. 7. 0.

✓ **Hipótesis:**

Hi: El pan de molde de mejor calidad es con 15% de sustitución parcial de harina de trigo por la harina de quinua INIA 415- Pasankalla (roja) cultivada en la costa del Perú.

✓ **Breve referencia al marco teórico.**

En La elaboración de una harina compuesta de harina de trigo y harina de quinua, ofreciendo así un producto que proporcione mejores aportes proteicos y que pueda garantizarse para su uso posterior en productos panificables. A partir de la investigación se llegó a la conclusión de que la adición de la harina se vio reflejada en varios aspectos como: pérdida de volumen, aumento en el grosor de la corteza, aumento de color, 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. De la misma manera se determinó que una mezcla de 85 % de harina de trigo y

un 15% de harina de quinua es la ideal para obtener un producto con buenos aportes proteicos y con buen sabor. (Arroyabe, 2006)

Se observó que la mezcla que tiene mayor contenido proteico es la 35/65 (Quinua /Trigo), respectivamente, la que también presentó un mejor aporte de minerales. A nivel sensorial, las galletas con contenido de quinua no fueron tan aceptadas como las que solo contenían harina de trigo. De las galletas con contenido de harina de quinua las de mayor aceptación fueron las de la mezcla 15/85 (Quinua/Trigo) respectivamente. Se requiere efectuar un perfil de aminoácidos de cada uno de los tratamientos con el fin de verificar que al mezclar harina de trigo con harina de quinua se obtiene un producto de mayor potencial nutricional. (Mosquera, 2009)

✓ **Conclusiones y/o recomendaciones.**

Conclusiones:

- La composición química proximal de la harina de trigo para la elaboración del pan de molde es: Proteína (12.23 %), Humedad (10.8 %), Cenizas (0.51 %), Grasas (1.72 %), Carbohidratos (74.74%).
- Composición química proximal de las variedades de harinas de quinua es:
 - INIA 415 Pasankalla (Roja) – (Costa):** Proteína (15.40%), Humedad (13.99 %), Cenizas (2.55 %), Grasas (5.08 %), Carbohidratos (62.98%).
 - INIA 415 Pasankalla (Roja) – (Sierra):** Proteína (12.83%), Humedad (13.04 %), Cenizas (2.97%), Grasas (5.65%), Carbohidratos (65.51%).
 - INIA 420 Collana (Negra) – (Costa):** Proteína (14.31%), Humedad (13.96 %), Cenizas (2.12 %), Grasas (3.71%), Carbohidratos (65.90%)

INIA 420 Collana (Negra) – (Sierra): Proteína (14.00%), Humedad (13.07 %), Cenizas (2.40 %), Grasas (6.79 %), Carbohidratos (63.74%)

INIA 431 Altiplano (Blanca) – (Costa): Proteína (12.91%), Humedad (13.94 %), Cenizas (1.88 %), Grasas (1.42%), Carbohidratos (69.85%)

INIA 431 Altiplano (Blanca) – (Sierra): Proteína (14.70%), Humedad (13.95 %), Cenizas (3.08 %), Grasas (5.66 %), Carbohidratos (62.61%)

- El comportamiento reológico de las mezclas M1, M2, M3, M4, M5, M6 para la elaboración de los panes de moldes.

Análisis amilografico: Determina la temperatura de gelatinización (°C) para M1= 63.8, M2= 61, M3=61.9, M4=52, M5=60, M6=61.3, y máxima de gelatinización (UA) para M1=1261, M2= 945, M3=1296, M4= 1098, M5=1267.9, M6=1192. En las cuales estadísticamente tienen diferencias significativas, al 5% de significancia.

Análisis Farinografico: Determina el porcentaje de absorción de agua para M1= 60.2, M2=61.60, M3=61.5, M4= 52, M5=60.2, M6=60.5; Consistencia (FE) para M1= 668, M2=724, M3=721, M4=611, M5=705.4, M6=679; y Tiempo de desenvolvimiento (min) para M1=1:43, M2=1:39, M3=2:07, M4=2, M5=3, M6=3:03. En las cuales estadísticamente tienen diferencias significativas, al 5% de significancia.

Análisis extensografico: Determina Extensibilidad (mm) para M1=107, M2=97, M3=104, M4=88, M5=105, M6=91, y resistencia a la extensión (BU) para M1=870, M2=1125, M3=824, M4=698, M5=806.1, M6=709. En las cuales estadísticamente tienen diferencias significativas, al 5% de significancia.

- La composición Físico - Químico del pan de molde M3= H. trigo 85% y H. quinua INIA 415 PASANCALLA (Roja)-Costa 15%; Proteína (8.79%), Cenizas (2.09%), Humedad (26.25%), Grasa (9.04%), y

Carbohidratos (53.82%).

- Análisis sensorial realizados con panelistas no entrenados, determino las dos mejores mezclas M3 (H. trigo 85% y H. quinua INIA 415 PASANCALLA (Roja)-Costa); se notó mayor preferencia por el pan de molde que contiene mayor proteína, ya que cuando se realizó la prueba de significación de tukey se encontró que existe diferencias significativas.

Recomendaciones:

- Para obtener resultados satisfactorios en la elaboración de los análisis reologicos, es recomendable dejar un tiempo de reposo de la masa de 18 – 24 horas, para que las propiedades de elasticidad, viscosidad y plasticidad puedan ser determinadas por el equipo.
- La adición de la sustitución con quinua debe ser garantizada, ya que es importante mezclar un porcentaje exacto de esta con la harina de trigo, para trabajar con una mezcla homogénea y así obtener un producto final con características internas y externas óptimas.
- Dado el elevado contenido de agentes antimicrobianos naturales se recomienda completar este estudio con la posibilidad de utilizar este pseudo cereal como agente conservante en los productos de panificación.
- De acuerdo a las características presentadas en la realización del pan de quinua como su bajo volumen, se sugiere evaluar productos de galletería, ya que estos no requieren de crecimiento significativo en su proceso de cocción.
- Se sugiere practicar ensayos de este producto con porcentajes inferiores de sustitución para así evaluar su comportamiento en los análisis reológicos y así obtener unos mejores resultados en el proceso de panificación.

✓ **Bibliografía.**

1. Astaiza M., Ruiz L., Elizalde A. (2010), "Elaboración de pastas enriquecidas a partir de harina de quinua (*Chenopodium quinua wild.*) y zanahoria (*Daucus carota*)".
2. Benjamín Castañeda Castañeda¹, Renán Manrique M.², Fabricio Gamarra Castillo³, Ana Muñoz Jáuregui⁴, Fernando Ramos E.⁵, Frank Lizaraso Caparó⁶, Jorge Martínez H⁷, (2008) "Probiótico elaborado en base a las semillas de *Lupinus mutabilis* sweet (chocho o tarwi)".
3. Dendy, David A.V., Dobras. k, Bogdan J. (2003), "Cereales y productos derivados: química y tecnología", Editorial Zaragoza, Acribia.
4. Ingrid Johanna De La Espriella Martínez, (2010). "Determinación de la vida útil de spaghetti y fideos doria (elaborados en barranquilla) bajo condiciones aceleradas".
5. Jara, C. (2006). "Estudio de la propiedades reológicas de la masa para pastas a base de harina de quinua". Universidad de Chile.
6. Manuela Ramos, (2007). "El camino de la quinua".
7. Sánchez Herrera, Daniel Ruben, Valderrama Curo, Donal Jesús. (2009), "Efecto de la sustitución parcial de la harina de trigo (*Triticum aestivum*) por harina de tarwi (*Lupinus mutabilis* sweet) en la calidad de fideos",
8. Aguilar, Ma. Guadalupe Alanís Guzmán* Victor Da Mota Zanella y Zeferino Gamiño Sierra: Propiedades Funcionales y Valor Nutritivo de Panes Integrales con Chía y Linaza.
9. Bennion, E. (1967). Fabricación de Pan. España, Editorial Acribia. Pág. 18.
10. Bennion, Edmund. 1967. Fabricación de Pan. España, Editorial Acribia. pp. 18-29,41-55.

11. Charley, H. (1989). Tecnología de Alimentos: Procesos Químicos y Físicos de la preparación de alimentos. México, Editorial Limusa. pp. 207-208,215.
12. Delgado Amorin Luis, (1984).Determinación del nivel óptimo de sustitución de harina de trigo por cebada en panificación. Tesis para optar el título de ingeniero en industrias alimentaria. UNA - LA MOLINA, (1984).
13. Guemes Vera, Norma; Díaz Maldonado, Emmanuel; Soto Simental Sergio; Reyes Santamaria, Ma. Isabel; Quintero Lira, Aurora; Totosaus Sanchez, Alfonso: Análisis de Perfil de Textura en Masas y Panes Dulces de harina fortificados con lactosuero.
14. INTECAP. (Instituto Técnico de Capacitación y Productividad, GT). (1993). El germen de Trigo. Guatemala, INTECAP (Boletín Técnico). 5 p.
15. SOTO, P. Panadería – Pastelería. Editora y distribuidora palomino E.I.R.L. Primera Edición. 2000 pp 13-14
16. Tapia, M., (1997). “Cultivos andinos subexplotados y su aporte a la alimentación”.
17. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe.