



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



TEMA

**“DESARROLLO DE LA TECNOLOGÍA DE OBTENCIÓN DE HARINA DE
AMARANTO DE DOS VARIEDADES (INIAP ALEGRÍA Y
SANGORACHE)PARA PANIFICACIÓN”**

**Trabajo de Investigación (Graduación). Modalidad: Seminario de Graduación.
Presentando como Requisito Previo a la Obtención del Título de Ingeniero en
Alimentos, otorgado por la Universidad Técnica de Ambato, a través de la
Facultad de Ciencias e Ingeniería en Alimentos**

AUTOR:Grace De Prada

TUTOR: Ing. Lenin Garcés

AMBATO – ECUADOR

2011

Ing. Lenin Garcés

TUTOR DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CERTIFICA:

Que el presente Trabajo de Investigación: **“DESARROLLO DE LA TECNOLOGÍA DE OBTENCIÓN DE HARINA DE AMARANTO DE DOS VARIEDADES (INIAP ALEGRÍA Y SANGORACHE) PARA PANIFICACIÓN”** desarrollado por el Grace De Prada , observa las orientaciones metodológicas de la Investigación Científica.

Que ha sido dirigida en todas sus partes, cumpliendo con las disposiciones en la Universidad Técnica de Ambato, a través del Seminario de Graduación.

Por lo expuesto:

Autorizo su presentación ante los organismos competentes para la respectiva calificación.

Ambato, Junio del 2011

Ing. Lenin Garcés
TUTOR DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

AUTORIA DE LA INVESTIGACIÓN

La responsabilidad del contenido del Trabajo de Investigación “**DESARROLLO DE LA TECNOLOGÍA DE OBTENCIÓN DE HARINA DE AMARANTO DE DOS VARIEDADES (INIAP ALEGRÍA Y SANGORACHE) PARA PANIFICACIÓN**”, corresponde a Grace De Prada y del Ingeniero Lenin Garcés Tutor del Trabajo de Investigación, y el patrimonio intelectual del mismo a la Universidad Técnica de Ambato.

Grace De Prada
Autor del Trabajo de Investigación

Ing. Lenin Garcés
Tutor del Trabajo de Investigación

A CONSEJO DIRECTIVO DE LA FCIAL

El Tribunal de Defensa del Trabajo de Investigación “**DESARROLLO DE LA TECNOLOGÍA DE OBTENCIÓN DE HARINA DE AMARANTO DE DOS VARIEDADES (INIAP ALEGRÍA Y SANGORACHE) PARA PANIFICACIÓN**”, presentado por la Señorita Grace De Prada y conformada por: Ingeniero Dario Velasteguí y la Ingeniera Dolores Robalino Miembros del Tribunal de Defensa y Tutor del Trabajo de Investigación Ingeniero Lenin Garcés y presidido por el Ingeniero Romel Rivera, Presidente de Consejo Directivo, Ingeniera Mayra Paredes E., Coordinadora del Décimo Seminario de Graduación FCIAL-UTA, una vez escuchada la defensa oral y revisado el Trabajo de Investigación escrito en el cuál se ha constatado el cumplimiento de las observaciones realizadas por el Tribunal de Defensa del Trabajo de Investigación, remite el presente Trabajo de Investigación para su uso y custodia en la Biblioteca de la FCIAL.

Ing. Romel Rivera
Presidente Consejo Directivo

Ing. Mayra Paredes E.
Coordinadora Décimo Seminario de Graduación

Ing. Dario Velastegui
Miembro del Tribunal

Ing. Dolores Robalino
Miembro del Tribunal

Dedicatoria

A mis padres Marco De Prada y Maribel Poveda que me han apoyado incondicionalmente, brindándome todo lo que estuvo al alcance de ellos, que con su esfuerzo han logrado sacar adelante a todos sus hijos.

A mis hermanos Marco, Victor, Emilia que han estado siempre conmigo en los momentos difíciles y felices, que solo con su compañía sin decirme ninguna palabra ellos aliviaban mis preocupaciones.

Agradecimiento

A Dios mi Señor, mi Guía, mi Proveedor, mi Fin Ultimo; sabes lo esencial que has sido en mi posición firme de alcanzar esta meta, esta alegría, que si pudiera hacerla material, la hiciera para entregártela, pero a través de esta meta, podré siempre de tu mano alcanzar otras que espero sean para tu Gloria.

A mis padres GRACIAS por enseñarme que todo se aprende y que todo esfuerzo es al final recompensa. Sus esfuerzos, se convirtieron en sus triunfos y el mío.

A la Universidad Técnica de Ambato, por medio de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos gracias por la formación académica que me han impartido durante todo este tiempo de vida universitaria.

Al Ingeniero Lenin Garcés y a la Ingeniera Mayra Paredes por brindarme su ayuda, conocimientos y su tiempo incondicional que me han impartido durante el trabajo de Investigación.

Y gracias a mis amigos Caro, Majo, Vero, Paty, Alberth, Telmo, y Andres.

GRACIAS

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDO

INTRODUCCION

Portada	I
Certificación de Aprobación del Tutor	II
Autoría de la investigación	III
Aprobación del Tribunal de Grado	IV
Agradecimiento	V
Dedicatoria	VI
Índice general	VII
Resumen ejecutivo	XIX

Capítulo 1

El problema

1.1 Tema	1
1.2 Planteamiento del problema	1
1.2.1 Contextualización	1
Contextualización Macro	1
Contextualización Meso	3
Contextualización Micro	4
1.2.2. Análisis crítico	5

1.2.2.1	Árbol de problemas	7
1.2.3	Prognosis	8
1.2.4	Formulación del problema	8
1.2.5	Interrogantes	8
1.2.6	Delimitación del objeto de investigación	9
1.3	Justificación	10
1.4	Objetivos	11
1.4.1	General	11
1.4.2	Específicos	11

Capítulo 2

Marco teórico

2.1	Antecedentes investigativos	12
2.2	Fundamentación filosófica	21
2.3	Fundamentación legal	22
2.4	Categorías fundamentales	23
2.5	Hipótesis	24
2.6	Señalamiento de variables	25

Capítulo 3

Metodología

3.1	Enfoque	27
3.1	Modalidad básica de investigación	27
3.2	Nivel o tipo de investigación	28
3.3	Población y muestra	28
3.4	Operacionalización de variables	29
3.5	Recolección de información	31

3.6 Procedimiento y análisis	31
3.7 Materiales y Métodos	31
3.7.1 Materiales	31
3.7.2 Equipos de laboratorio	31
3.8 Metodología	
3.8.1 Metodología para la obtención de harina de amaranto	32
3.8.1.1 Diseño Experimental para obtención de harina de Amaranto	33
3.11 Metodología para la obtención de pan	37
3.12 Diseño Experimental para la aceptabilidad de pan con harina de amaranto	38
3.13 Métodos de evaluación	41
3.13.1 Farinografía	41
3.13.2 Granulometría	43
3.13.3 Humedad	44

Capítulo 4

Análisis e interpretación de resultados

4.1 Resultados	45
4.1.1 Rendimiento	45
4.1.2 Evaluación mediante análisis granulométrico	46
4.1.3Evaluación mediante análisis farinográfico	49

4.1.3.1 Porcentaje de absorción de agua		49
4.1.3.2 Tiempo de desarrollo		50
4.1.3.3 Estabilidad	51	4.1.3.4
Índice de tolerancia	52	
4.1.4 Evaluación sensorial		53
4.1.4.1 Apariencia		53
4.1.4.2 Coloración		54
4.1.4.3 Sabor		55
4.1.4.4 Textura		55
4.1.4.5 Aceptabilidad		56
4.1.5 Selección del mejor tratamiento		56
4.1.6 Verificación de las Hipótesis		57

Capítulo 5

Conclusiones y Recomendaciones

5.1 Conclusiones	59
5.2 Recomendaciones	60

Capítulo 6

Propuesta

6.1 Datos informativos	61
6.2 Antecedentes de la propuesta	62
6.3 Justificación	63
6.4 Objetivos	64
6.5. Análisis de factibilidad	64
6.6. Fundamentación	65
6.7. Metodología modelo operativo	66
6.8. Administración	67
6.9 Previsión de la evaluación	69

MATERIALES DE REFERENCIA

1. Bibliografía	70
2. Anexos	75
Anexos A: Datos experimentales	78
Anexos B: Análisis de varianza pruebas de significación	88
Anexos C: Figuras	109
Anexos D: Fotografías	115
Anexos E: Normas	119

ÍNDICE DE CUADROS

- CUADRO 1.** Valor alimenticio del amaranto en la semilla
- CUADRO 2.** Distribución en las fracciones físicas en la proteína del grano de amaranto y algunos granos de cereales
- CUADRO 3.** Balance de aminoácidos de alimentos en relación con el amaranto
- CUADRO 4.** Determinación de factor y niveles para elaborar el diseño experimental.
- CUADRO 5.** Determinación de tratamientos para elaborar el diseño experimental.
- CUADRO 6.** Variable Independiente: Harina de amaranto de dos variedades (Iniap Alegría y sangorache).
- CUADRO 7.** Variable Dependiente: Aceptabilidad de la harina de amaranto mediante su aplicación en panificación.
- CUADRO 8.** Evaluación de la calidad de harina de amaranto se observan los siguientes resultados de las hipótesis
- CUADRO 9.** Contenido de proteínas del amaranto comparado con otros cereales
- CUADRO 10.** Modelo Operativo (Plan de Acción)
- CUADRO 11.** Administración de la propuesta
- CUADRO 12.** Previsión de la evaluación

INDICE DE TABLAS

TABLA A1.	Formulaciones para farinografía y granulometría
TABLA A2.	Rendimiento de harina de amaranto
TABLA A3.	Valoraciones del módulo de finura y uniformidad de harina de amaranto
TABLA A4.	Valoraciones para granulometría
TABLA A5.	Valoraciones para farinografía
TABLA A6.	Valoraciones para farinografía
TABLA A7.	Resultado de las pruebas sensoriales para el atributo apariencia
TABLA A8.	Resultado de las pruebas sensoriales para el atributo color
TABLA A9.	Resultado de las pruebas sensoriales para el atributo sabor
TABLA A10.	Resultado de las pruebas sensoriales para el atributo textura
TABLA A11.	Resultado de las pruebas sensoriales para el atributo aceptabilidad
TABLA B1.1	Análisis de varianza ANOVA para Granulometría Tamiz Base
TABLA B2.1	Análisis de varianza ANOVA para Granulometría Tamiz 40
TABLA B3.1	Análisis de varianza ANOVA para Granulometría Tamiz 60
TABLA B3.2.	Diferencia mínima de Tukey para Granulometría Tamiz 60
TABLA B3.3.	Subconjuntos de tratamientos establecidos mediante la prueba de Tukey para Granulometría Tamiz 60

TABLA B4.1 Análisis de varianza ANOVA para Granulometría Tamiz 80

TABLA B4.2 Diferencia mínima de Tukey para Granulometría Tamiz 80

TABLA B4.3. Subconjuntos de tratamientos establecidos mediante la prueba de Tukey para Granulometría Tamiz 80

TABLA B5.1. Análisis de varianza ANOVA para Granulometría Tamiz 100

TABLA B5.2. Diferencia mínima de Tuckey para Granulometría Tamiz 100

TABLA B5.3. Subconjuntos de tratamientos establecidos mediante la prueba de Tukey para Granulometría Tamiz 100

TABLA B6.1 Análisis de varianza ANOVA para Farinografía en Absorción de agua

TABLA B6.2. Diferencia mínima de Tukey para Farinografía en Absorción de agua.

TABLA B6.3. Subconjuntos de tratamientos establecidos mediante la prueba de Tukey para Absorción de agua

TABLA B7.1 Análisis de varianza ANOVA para Farinografía en Tiempo de desarrollo.

TABLA B7.2 Diferencia mínima de Tuckey para Farinografía en Tiempo de desarrollo.

TABLA B6.3. Subconjuntos de tratamientos establecidos mediante la prueba de Tukey para Tiempo de desarrollo

TABLA B8.1 Análisis de varianza ANOVA para Farinografía en Estabilidad.

TABLA B9.1 Análisis de varianza ANOVA para Farinografía en Índice de Tolerancia.

TABLA B10.	Descripción de las muestras de pan
TABLA B11.	Calificaciones promedio para aceptabilidad de pan
TABLA B12.1.	Análisis de varianza ANOVA para Atributo apariencia
TABLA B12.2.	Prueba de la DMS de Dunnet, para la apariencia
TABLA B13.1	Análisis de varianza ANOVA para Atributo color
TABLA B13.2.	Prueba de la DMS de Dunnet, para la coloración
TABLA B14.1	Análisis de varianza ANOVA para Atributo sabor
TABLA B14.2.	Prueba de la DMS de Dunnet, para el atributo sabor
TABLA B15.1.	Análisis de varianza ANOVA para atributo aceptabilidad
TABLA B15.2.	Prueba de la DMS de Dunnet, para el atributo aceptabilidad
TABLA B16.1.	Análisis de varianza ANOVA para Atributo textura

ÍNDICE DE GRÁFICOS

- GRÁFICO 1** Relación causa y efecto para el desarrollo de la tecnología de obtención de harina de amaranto de dos variedades (Iniap Alegría y Sangorache) para panificación.
- GRÁFICO 2** Diagrama de proceso para la obtención de harina de amaranto
- GRÁFICO 4** Diagrama de proceso para la obtención de pan con harina de amaranto
- GRÁFICO 3** Balance de materiales para la obtención de harina de amaranto
- GRÁFICO 5** Balance de materiales para la obtención de pan con harina de amaranto
- GRAFICO B3.1.** Gráfico de interacciones Variedades de amaranto (Iniap Alegría y Sangorache) con el tipo de molino (muelas de acero y piedra) para Tamiz 60
- GRAFICO B4.1.** Gráfico de interacciones Variedades de amaranto (Iniap Alegría y Sangorache) con el tipo de molino (muelas de acero y piedra) para Tamiz 80
- GRAFICO B5.1.** Gráfico de interacciones Variedades de amaranto (Iniap Alegría y Sangorache) con el tipo de molino (muelas de acero y piedra) para Tamiz 100
- GRAFICOB6.1** Gráfico de interacciones Variedades de amaranto (Iniap Alegría y Sangorache) con el tipo de molino (muelas de acero y piedra) para Absorción de agua

GRAFICO B7.1 Gráfico de interacciones Variedades de amaranto (Iniap Alegría y Sangorache) con el tipo de molino (muelas de acero y piedra) para Tiempo de desarrollo.

INDICE DE FIGURAS

- FIGURA 1.** *Amaranthus caudatus*
- FIGURA 2.** Corte transversal y longitudinal de la semilla de amaranto
- FIGURA 3.** Amaranto blanco (molino de acero) Réplica 1
- FIGURA 4.** Amaranto blanco (molino de acero) Réplica 2
- FIGURA 5.** Amaranto blanco (molino de piedra) Réplica 1
- FIGURA 6.** Amaranto blanco (molino de piedra) Réplica 2
- FIGURA 7.** Amaranto negro (molino de acero) Réplica 1
- FIGURA 8.** Amaranto negro (molino de acero) Réplica 2
- FIGURA 9.** Amaranto negro (molino de piedra) Réplica 1
- FIGURA 10.** Amaranto negro (molino de piedra) Réplica 2
- FIGURA 11.** Amaranto blanco 30% y harina de trigo importada canadiense sin aditivos (molino de acero).

RESÚMEN EJECUTIVO

Durante los últimos años ha ido decayendo la producción de amaranto y los precios de este pseudo cereal se han incrementado, sin embargo no se a perdido la costumbre de consumir productos integrales ni cereales andinos por tener un alto valor nutritivo, por esta razón se realizó análisis farinográficos y granulométricos para conocer el comportamiento de estas harinas aplicándolo en panificación obteniendo un producto de buena calidad.

El presente proyecto de investigación trata sobre el desarrollo de la tecnología para la obtención de harina de amaranto a partir de dos variedades INIAP Alegría y Sangorache que son un pseudo cereal de muy baja demanda pero de alto valor nutritivo para aplicarla en panificación obteniéndose una tecnología adecuada utilizando un molino de piedra dando lugar a que su rendimiento sea mayor y no haya pérdidas para los productores de harina.

Los análisis farinográficos, granulométricos determinan que si se trabaja con amaranto blanco y negro con un molino de piedra da mejores resultados y rendimientos de la harina y también al elaborar pan la calidad sensorial establece que el tratamiento que obtuvo mejores resultados y que no difiere significativamente del testigo que es una pan 100% harina de trigo canadiense importado sin aditivos fue el pan hecho a base de 30% harina de amaranto blanco Iniap Alegría mediante un molino de acero 70% de trigo canadiense importado sin aditivos.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 TEMA

"DESARROLLO DE LA TECNOLOGÍA DE OBTENCIÓN DE HARINA DE AMARANTO DE DOS VARIEDADES (INIAP ALEGRÍA Y SANGORACHE) PARA PANIFICACIÓN".

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.2.1 Contextualización

Macro

Se considera que China es actualmente el país en donde se cultiva la mayor extensión de amaranto, así en 1.998 se sembraron 150.000 has, y actualmente los chinos ya cuentan con una importante colección de germoplasma localizada en el Institute of Crop Germplasm Resources, en Beijing. En otros países de Asia y África las diferentes especies de *Amaranthus* son utilizadas fundamentalmente como verduras en la preparación de muy variados platillos (NIETO, C. 1989).

En Europa y Estados Unidos se consumen en forma de granos integrales, sopas (grano y harina), pasteles, galletas, panes (harina, grano entero, grano reventado), cereal para el desayuno (entero, reventado o germinado y molido). (11).

Según www.alimentación-sana.org, "Composición de los alimentos" (2005), el amaranto tiene mayor contenido de lisina, fósforo, calcio y hierro, que otros

cereales comunes como el arroz, maíz, trigo, cebada, avena y el centeno. Solamente la leche de vaca y la materna contienen igual o un poco más de estas sustancias nutritivas.

A esto cabe sumar, que el amaranto favorece mayores niveles nutricionales para los agricultores que lo adopten como autoconsumo, en complemento a su dieta tradicional, también cabe recalcar que el amaranto se produce en un ciclo corto (150-180 días, según la especie y variedad), soporta la escasez e irregularidad de lluvias, necesita de la humedad solamente en el momento de la siembra hasta que aparezcan los retoños. Los amarantos de grano se desenvuelven bien con escasa agua, más aún, llegan a crecer mejor en condiciones secas y templadas.

Ante esta realidad, distintos organismos en algunos países del mundo han encontrado potenciales usos industriales del amaranto: como verdura, planta de ornato, para producir grano y esquilmos, lo cual tiene aplicación en múltiples actividades y sectores, tales como en la industria de alimentos y bebidas, la química, la farmacéutica, la cosmetológica, en el sector agrícola, pecuario y en nichos específicos como el gourmet, naturista y repostería.

Hay cuatro especies cultivadas de amaranto para grano alrededor del mundo, cuyo origen pertenece a América: ***Amaranthu (A.) cruentos*** de México y Centroamérica, ***A. hypochondriacus*** de México, ***A. caudatus*** de la región de los Andes de América del Sur, y ***A. edulis*** de la región Salta de Argentina (Sauer, 1967; Mujica y Jacobsen, 1999; Jacobsen y Mujica, 2001; Mujica *et al.*, 2001).

Meso

La producción de amaranto en Perú, es una tradición milenaria que decayó durante varios siglos. Durante el año 2000 se cosecharon 1800 hectáreas y se produjeron 2700 toneladas, y en el primer semestre de 2001 la producción aumentó en un 50% respecto al mismo período del año anterior. Los avances agronómicos en este país son muy importantes y es donde se han alcanzado los mayores rendimientos. En algunos ensayos experimentales se obtuvieron rendimientos en grano de hasta 72 qq/ha de grano, muy superiores al promedio mundial, que ronda de 10- 30 qq/ha. (Monteros *et al.*, 1994).

Perú cuenta con dos de las colecciones de germoplasma de amaranto más importantes del mundo y es el país donde se han logrado los mayores rendimientos. En algunos campos experimentales se han alcanzado a producir hasta 7.200 Kg./ha de grano, significativamente mayor que el promedio mundial que va de los 1.000 a los 3.000 Kg./ha. (Barros, C. 1.997).

El cultivo de amaranto también lo podemos encontrar en México, pues es una tradición milenaria que decayó por mucho tiempo; sin embargo en años recientes se ha dado un nuevo realce a la investigación de la planta y a su reintroducción. En México el cultivo del amaranto disminuyó drásticamente durante la época de la conquista. Sin embargo en algunas regiones se sigue cultivando por lo que investigadores como Bressani, R (1986) y Rico N,N Morales (1994) proponen su utilización para complementar la alimentación.

Actualmente en México se conocen cuatro especies de amaranto que son: ***Amaranthus hypochondriacos, hybridus, cruentus y caudatus*** (Bressani, R 1986).

En el Departamento de Biotecnología de la Universidad Autónoma de México, (2001), se han dedicado a la elaboración de una bebida sustituto de leche de vaca a base de amaranto, misma que aseguraría el aporte de nutrientes a sus consumidores. También se contempla la elaboración de otros productos como las mayonesas y los aderezos. La harina de amaranto generalmente se utiliza para enriquecer pastas, panes, galletas y alimentos para bebés. En mezclas con harina de trigo al 25-30% se obtiene pan francés de alto valor nutritivo. (10)

Micro

El cultivo de amaranto (*Amaranthus sp.*), originario de América y conocido en Ecuador como "ataco", "sangorache" o "quinua de castilla", ha sido desplazado de los campos de cultivo, hasta casi desaparecer como especie alimenticia. Sin embargo, hay evidencias arqueológicas de que este cultivo fue utilizado en América desde hace 4.000 años. Cuando los españoles llegaron al Continente Americano, encontraron al amaranto, junto con el maíz y la quinua, como los principales granos alimenticios de las poblaciones nativas

La influencia de los conquistadores se cree que fue negativa y el amaranto junto con otras especies nativas, fue reemplazado por especies introducidas, que se impusieron en los campos de cultivo y en los hábitos alimenticios de la población. En la actualidad el amaranto, es considerado como una especie casi desconocida en el Ecuador.

Actualmente se cuenta con algunas variedades mejoradas de alta producción y tecnología de cultivo y transformación adecuada que puede

permitir un desarrollo sobresaliente del cultivo en este país. Los rendimientos comerciales que se obtienen varían de 640-3750 kg/ha.. A pesar de los logros obtenidos en la investigación y la tecnología disponibles es necesario efectuar más estudios a nivel de laboratorio y campo para alcanzar mejores niveles tecnológicos de producción; así mismo campañas de promoción de la producción, utilización y consumo de este cultivo son necesarias. En base a estos elementos se considera al cultivo como una alternativa de producción para muchas áreas agrícolas del Ecuador y una opción importante para la seguridad alimentaria de la población ecuatoriana. (Monteros *et al.*, 1.994, citado por Calero, J.J. y Pachala, A. 2.004).

1.2.2. ANÁLISIS CRÍTICO

Los diversos estudios que existen respecto a la calidad nutricional del amaranto no pueden predecir el comportamiento de este pseudocereal cuando forma una parte o su totalidad en alimentos como panes, fideos, galletas, sopas, etc., ni para la tecnología de obtención de harina de amaranto. Por esta razón se realizó un estudio reológico de la harina de amaranto que se entendieron sus propiedades y su comportamiento.

En el presente proyecto se estudiaron las propiedades reológicas (farinografía y granulometría), las cuales dependen de la variedad y del proceso de obtención de la harina; y luego con ese conocimiento se formuló adecuadamente este pseudo cereal en panificación. Mediante este estudio se obtuvo mayor información sobre el comportamiento de esta harina de alto valor nutritivo en alimentos, esto permitirá aumentar el consumo de amaranto en nuevas formulaciones de alimentos. El aumento de la demanda hará que la agroindustria de este pseudo cereal se incremente provocando un mejoramiento en la calidad de vida de los agricultores y de la población.

El 20 % de las proteínas en las semillas de amaranto corresponden a las globulinas ricas en lisina y en aminoácidos azufrados, los cuales son esenciales para la salud, dando como resultado la combinación que cumple con los requerimientos recomendados por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), para una óptima nutrición humana, llevando a cabo una tecnología adecuada para el producto mencionado.

1.2.2.1 Árbol de Problemas

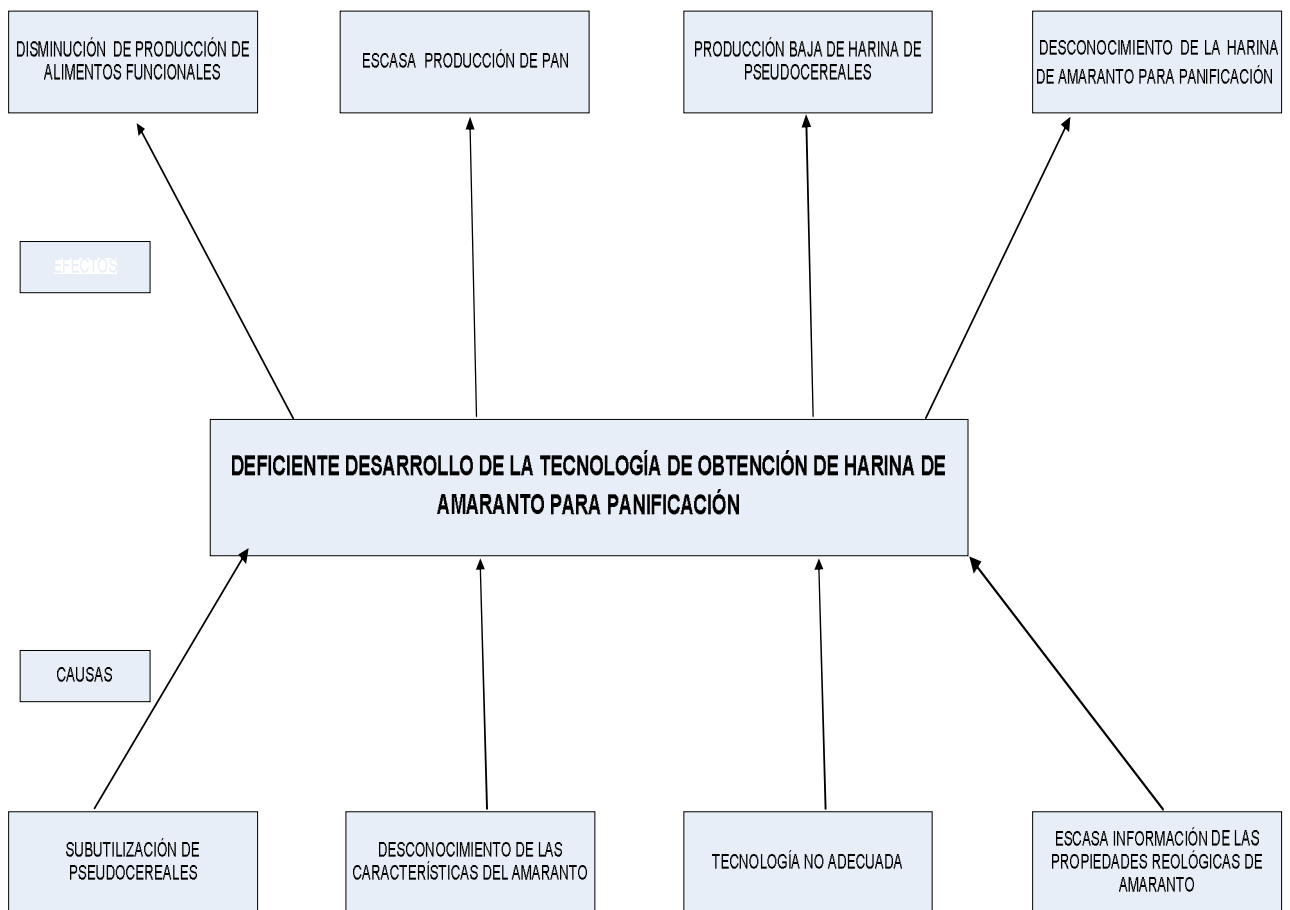


Gráfico No. 1: Relación causa - efecto del desarrollo de la tecnología para la obtención de harina de amaranto de dos variedades (Iniap Alegría y Sangorache) para panificación

Elaborado por: De Prada Grace, 2011.

1.2.3 PROGNOSIS

La no realización de este proyecto afectará de manera significativa al conocimiento de las características funcionales del amaranto, lo que no permitirá desarrollar una tecnología adecuada para la obtención de harina de amaranto. De ejecutarse el mismo permitirá aprovechar con mayor idoneidad la información, producto de la experimentación presente; que guiará a la obtención de grandes resultados para el común de la sociedad ecuatoriana, disponiendo de alimentos funcionales de alto nivel nutricional y calidad.

Por su parte, los agricultores mejorarán su calidad de vida gracias a los ingresos debidos a la demanda del amaranto; en la agroindustria se podrán efectuar exportaciones del amaranto de manera positiva.

De esta manera el desarrollo de la tecnología de obtención de harina de amaranto y su caracterización reológica, contribuirá a potencializar su uso y consumo, beneficiando al agricultor, a la agroindustria y a la población ecuatoriana al disponer de un alimento de alta calidad nutricional.

1.2.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cuál será la tecnología más adecuada para elaborar harina de amaranto de dos variedades para panificación?

1.2.5 INTERROGANTES

La investigación se basará en el planteamiento de las siguientes preguntas:

¿Por qué el amaranto es subutilizado?

¿Cuál es la tecnología adecuada para obtención de amaranto?

¿Cómo influye el proceso de elaboración de harina de amaranto en las propiedades reológicas?

¿Cómo dependen las propiedades reológicas de las variedades de amaranto?

¿Cómo el conocimiento de las propiedades reológicas de la harina de amaranto permiten predecir su desempeño en el pan?

1.2.6 Delimitación del objeto de Investigación

Campo: Alimentos

Área: Cereales

Aspecto: "Desarrollo de la tecnología de obtención de harina de amaranto de dos variedades (Iniap Alegría y Sangorache) para panificación".

Delimitación Temporal:

El trabajo de investigación se realizó de Noviembre 2010 a Junio del 2011.

Delimitación Espacial:

Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Unidad Operativa de Investigaciones de la Universidad Técnica de Ambato.

1.3 Justificación

El amaranto es un pseudo cereal que su comercialización, producción y cultivo es de muy baja demanda, por ser un cereal ancestral pero de muy alto valor nutritivo obteniéndose que la proteína del amaranto presenta un buen balance de aminoácidos esenciales, el contenido de lisina es superior a 5 gr. por 100 gr. de proteína y es considerado el aminoácido esencial limitante, es equivalente a la leche de vaca y a la yema de huevo, además es un alimento rico en hierro, proteínas, vitaminas A, C, fibra y minerales como el calcio y magnesio, por lo tanto es ideal en lactancia, para niños, anemias y desnutrición, por ello se logró mejorar el nivel nutricional de la población al utilizarlo en un producto de diario consumo como el pan.

Mediante el presente proyecto se logró un mejor aprovechamiento del pseudo cereal amaranto mediante la obtención de una harina integral de amaranto de dos variedades (Iniap Alegría (blanco) y sangorache (negro) de alto contenido nutricional, aplicándolo para la fabricación de pan mediante la sustitución del 30% de la Harina de Trigo importada por la harina antes mencionada, para enriquecer pastas, panes, galletas y alimentos para bebés, según el Centro Universitario Sancti –Spíritus Facultad de Ingeniería, Grupo de Ingeniería Industrial.

El objetivo principal de este proyecto de investigación es de llevar a su mesa productos elaborados con amaranto o mezclados con él, de un alto valor nutritivo, a un costo muy económico, mejorando así el estado de salud de la población.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 GENERAL

- ✓ Desarrollar la tecnología para la obtención de harina de amaranto de dos variedades (Iniap Alegría y Sangorache) para panificación.

1.4.2 ESPECÍFICOS

- ✓ Desarrollar la técnica más idónea para la molienda del amaranto.
- ✓ Analizar las propiedades reológicas de las harinas de amaranto obtenidas.
- ✓ Evaluar la aceptabilidad del pan con sustitución de harina de amaranto al 30%.

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes investigativos

Según estudios realizados por el Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias del Ecuador (INIAP) el amaranto es un cultivo domestico en América Central y en Sudamérica. Junto al maíz y fréjol fue un producto principal de la alimentación de incas, aztecas y mayas. Se consumía como hortaliza y en grano reventado. Como otros productos andinos fue relegado de la alimentación por las costumbres españolas. (PERALTA, 1985).



Fig. 1. *Amaranthus caudatus*

Según Reyes Pedro 1985 se puede observar la clasificación taxonómica del amaranto

Reino: Sub-Reyno: División: Plantae (Vegetal) Antofita

Subdivisión: Clase: Orden: (Fanerógamas) Spermatofhyta

Familia: Genero: Especie: (espermatofita) Angiospermas

Nombre Científico: Nombre Dicotiledónea Centrospermales

Vulgar: Amarantaceae Amaranthus Sp. *Amaranthus sp.* Ataco, Sangorache o Quinoa de Castilla.

El interés mundial por el amaranto es muy reciente. A partir de los años 80, aparecen las primeras investigaciones, lideradas por la Academia Nacional de Ciencias de Estados Unidos y prácticamente se produce un redescubrimiento del cultivo, justificado principalmente por su valor nutritivo y potencial agronómico.

El amaranto o ataco tienen abundantes proteínas, vitaminas y minerales, aminoácidos, fibra, grasas, compuestos antioxidantes. Se lo recomienda para prevenir o curar la osteoporosis, la diabetes mellitas, la obesidad, la hipertensión arterial, el estreñimiento, la diverticulosis, la insuficiencia renal crónica, la insuficiencia hepática, la encefalopatía hepática, Y aún se puede continuar enumerando sus beneficios. Hasta se habla de la prevención del cáncer del colon.

En el Cuadro 2 se explica el valor alimenticio del grano de amaranto donde su contenido de proteína y grasa es mayor que la de los cereales convencionales.

La realidad de nuestro país refleja un alto porcentaje de población con deficiencias nutricionales es por ello que los estudios deben encaminarse a ser parte de la solución que permita obtener productos ricos en proteína y estén al alcance de nuestra gente por su bajo costo.

Se han considerado como características deseables para emplear el grano de amaranto en la alimentación humana: su contenido y su calidad relativamente alta de proteína, calcio, fósforo, caroteno y aceite. En la Figura 2 se observa la distribución de los componentes en la semilla del amaranto.

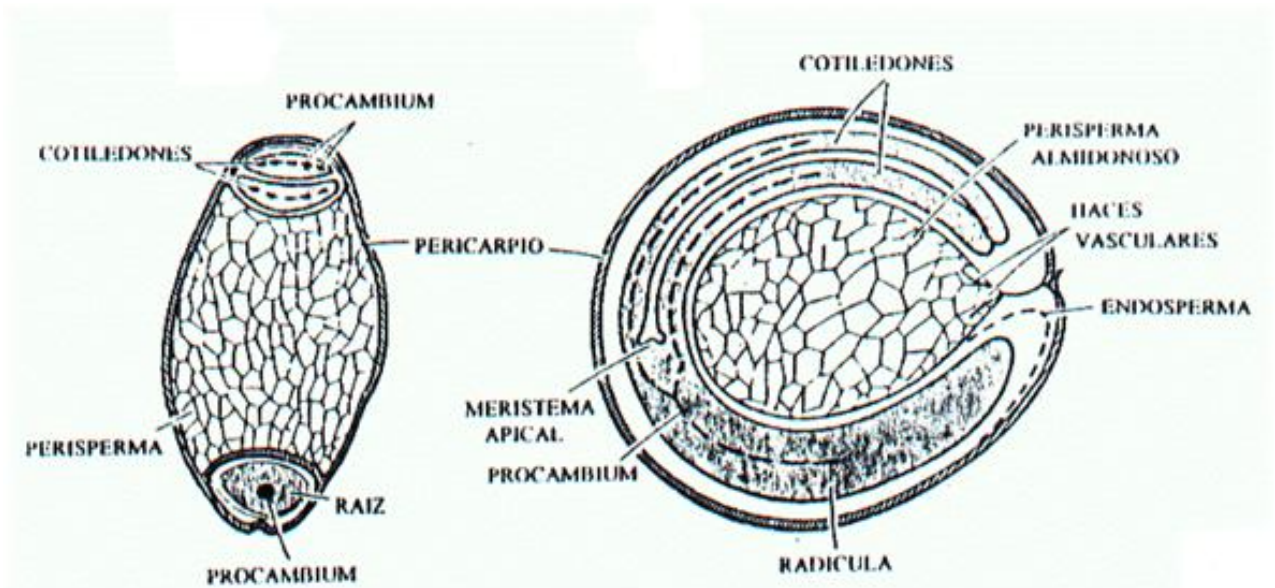


Fig. 2. Corte transversal y longitudinal de la semilla de amaranto

La importancia potencial del amaranto estriba en su combinación de características agronómicas, ya que es una planta extraordinariamente resistente que crece casi en cualquier sitio donde se goza de plena luz solar y suficiente humedad: calidad de su composición desde el ángulo nutricional y su factibilidad de aplicación como alimento y como forraje.

Hoy en día en diversas partes del mundo, debido al alto valor nutritivo del grano y de la parte vegetativa, se realizan estudios de investigación cuyo objetivo es promover su cultivo y su utilización.

Características Agrícolas

Según Bressani 1992, el amaranto es conocido en el Perú como Kiwicha en Cuzco, achita en Ayacucho, achis en Ancash, coyo en Cajamarca y qawaya en Arequipa, en Bolivia se lo denomina coimi, millmi en Argentina y ataco o sangorache en Ecuador.

El *Amaranthu caudatus* es una planta anual que varía en altura entre 0.80 a 2.50 metros. El tallo principal se ramifica en forma irregular en la parte superior. Puede llegar a engrosar bastante, con aristas fuertes y hueco en el centro.(Spillari Figueroa).

Hojas.- Son de forma ovoide, bastante nervadas y generalmente de color verde claro. Mientras son tiernas, se las puede consumir como hortalizas, conjuntamente con la inflorescencia.

Flores.- Se presenta una flor estaminada terminal en cada glomérulo y varias flores pistiladas.

Las flores masculinas o estaminales presenta cinco estambres con filamentos delgados y alargados que terminan en anteras que se abren en dos sacos. Las flores pistiladas tienen un ovario esférico, con un solso óvulo y tres ramas estigmáticas de diferentes formas y tamaños.

Inflorescencia.- La típica inflorescencia de *A. caudatus* ha influido en su

denominación, encontrándose en forma colgante semejante a una cola. En algunas regiones se le denomina “moco de pavo” por esta forma.

La inflorescencia es generalmente de un gran tamaño (0.50 . 0.90 m) con formas y coloraciones muy variadas.

Cultivo.- El amaranto tiene un amplio rango de adaptabilidad tanto a suelos como a cimas. Se ha comprobado que prospera muy bien desde el nivel del mar hasta cerca de los cuatro mil metros de altitud, con lluvias que pueden oscilar entre los 300 y 3000 mm por año. Pero un aspecto relevante es la tolerancia a largos periodos de sequía, por lo que se clasifica como una planta xerofítica, al igual que la quinua. La época de siembra en la sierra (Ecuador) estaría relacionada con la caída de las primeras lluvias, osea en los meses de septiembre, octubre y noviembre mientras que en la costa y el oriente podría ser en cualquier época.

Composición química

Almidón de amaranto.- El almidón es el mayor componente del grano de amaranto, constituyendo cerca del 50 – 60% del total de peso seco (**Saunders y Becker, 1984; Teutonico y Knorr, 1985**). Del total de almidón la amilosa (cadena recta) esta del 0 al 20%, lo restante es la cadena ramificada de amilopectina (Lehmann, 1988; Tomita et al. 1981). En almidones comerciales los diámetros de los gránulos de almidón están en un rango de 3 – 8 micrómetros para el gránulo de arroz a 100 micrómetros para el de. En comparación con los gránulos de almidón de amaranto que son extremadamente pequeños de 1- 3 micrómetros de diámetros. Los almidones se aislaron y se caracterizaron para varias especies de amaranto

Nutrientes específicos

Contenido de ácidos grasos.- El contenido de grasa cruda en el grano de amaranto varía del 4.8 al 8.1% (**Saunders y Becker, 1984; Teutonico y Knorr, 1985; Becker, 1989**). El germen es la fracción mas rica en este componente. El aceite es rico en ácido linoléico con valores que varían del 43.4% en A. caudatus. el aceite de amaranto contiene del 18.6 al 21.3% de ácido palmítico. La variabilidad reportada sugiere diferencias entre especies y también entre las variedades de una misma especie (**Bressani et al., 1987 a**). otras clases de lípidos inclusive esteroides, de los cuales el espinasterol esta en gran cantidad alrededor de 0.20% en aceite crudo. Los lípidos del amaranto y notó que el escualeno es un ingrediente importante en cosméticos para la piel y lubricantes para discos de computadora. Las presentes fuentes de escualeno son los hígados de tiburones y ballenas. La composición de ácidos grasos del grano de amaranto es muy similar al aceite del germen de maíz y arroz. El contenido total de ácidos grasos insaturados para los tres aceites varía del 78% en el arroz al 83% en el maíz, con alrededor del 77% para el aceite de amaranto. (5)

Proteína.- El segundo componente mas abundante del grano de amaranto es la proteína. Las proteínas son usadas como ingredientes funcionales en formulaciones de alimentos. Los atributos funcionales son: absorción de agua, formación de gel, emulsificación, batido y formación de espuma, entre otros. Se extrajo proteína de cinco especies de amaranto y sus fracciones. Consistiendo en cantidades de albúmina 65%, globulinas 17%, prolaminas 11% y glutelinas 7%.

Barros C. 1997 estableció la existencia de cerca del 2% de lectinas en la proteína de Amaranthu caudatus. Trabajos recientes de la Universidad de Michigan sugieren que la lectina del amaranto apodado “amarantin” está

ligado con células que producen cáncer del colon y tumores premalignos y pueden abrigar un potencial expediente para aquellas serias anomalías indeseables. El término amarantín fue escogido en este caso porque se aplicó por largo tiempo al pigmento de betacianina responsable del color rojo de varias partes de la planta de amaranto. (Lehmann et al., 1990; anónimo, 1989).

En el Cuadro 3 se puede observar la distribución en las fracciones físicas en la proteína del grano de amaranto y algunos granos de cereales como el amaranto el sojo, maíz y arroz, obteniéndose que el amaranto es el que posee mayor contenido de germen y el arroz mayor endospermo.

Contenido en aminoácidos

Uno de los problemas con estos datos es que la pérdida de aminoácidos puede ocurrir durante el proceso de hidrólisis, particularmente para aminoácidos azufrados. Esto puede hacer difícil el consistente establecimiento de diferencias entre el patrón de aminoácidos y las especies y entre las variedades y algunas especies. Para conocer si uno o más aminoácidos están presentes en relativo exceso o deficiencia, el patrón de amaranto está comparado con un patrón de referencia, en este caso es de **(FAO/OMS de 1973)**. Esta comparación revela que el aminoácido más deficiente es la leucina, primer limitante, no obstante otros aminoácidos pueden ser limitantes, tal como la valina, isoleucina y treonina. Estas conclusiones fueron reveladas por otros **(Saunders y Becker, 1984. Teutonico y Knorr, 1985; Betschart et al . , 1981)**. Los datos también indican que la proteína de amaranto es una buena fuente de lisina, triptófano

y aminoácidos azufrados. En contraste los granos de cereales son deficientes en lisina, y el maíz es también deficiente en triptófano. En todo caso, el balance de aminoácidos de la proteína del grano de amaranto es significativamente mayor que muchas otras proteínas de origen vegetal. Las proteínas del germen son ricas fuentes de aminoácidos esenciales comparadas con las almacenadas en el endospermo, esta distribución de la proteína puede explicar la alta concentración de lisina en el grano de amaranto comparada con otros granos de otros cereales, excepto para la alta calidad de proteína de maíz, en la cual la proteína del endospermo tiene alto contenido de lisina.

En el Cuadro 4 se observa el contenido de aminoácidos según Hernandez 1974, donde el amaranto posee mayor contenido de fenil alanina en comparación con la leche de vaca, maíz, soya, maíz , arroz y trigo, y en cuanto a la lisina tienen los mismos contenidos en comparación con el trigo y la soya.

En Ecuador, el Programa de Cultivos Andinos del INIAP, inició las primeras investigaciones a partir de 1.983 con la recolección y evaluación de germoplasma nativo, complementado con la introducción de germoplasma de otros países, especialmente de la Zona Andina. (11)

La composición de una semilla de amaranto varía a causa de las prácticas argonómicas. Donde se a observado un contenido de 62 – 69% de almidón, 14 – 13% de proteína, 2- 3% de azúcares totales, 6 – 7% de lípidos y 3.3 – y 2% de cenizas. (11)

En el Ecuador el amaranto estuvo considerado como una especie casi desconocida, recientemente esta siendo investigado por el INIAP y Universidades, así como por la actividad privada. En el aspecto productivo, se tiene grandes posibilidades, sobre todo en los valles de la sierra, cuyas altitudes no superan los 2800 msnm y que presentan alta luminosidad y poca pluviosidad. Las mejores posibilidades estarían en las provincias de Loja, Azuay, Tungurahua, Cotopaxi, Pichincha, Imbabura y en las zonas secas y con riego de la costa. Actualmente se cuenta con algunas variedades mejoradas de alta producción y tecnología de cultivo y transformación adecuada que puede permitir un desarrollo sobresaliente del cultivo en este país. Los rendimientos comerciales que se obtienen varían de 640-3750 kg/ha. En los ensayos llevados a cabo en Quito en 1992-93 los rendimientos fluctuaron entre 800 y 2492 kg/ha. A pesar de los logros obtenidos en la investigación y la tecnología disponibles es necesario efectuar más estudios a nivel de laboratorio y campo para alcanzar mejores niveles tecnológicos de producción; así mismo campañas de promoción de la producción, utilización y consumo de este cultivo. En base a estos elementos se considera al cultivo como una alternativa de producción para muchas áreas agrícolas del Ecuador y una opción nutritiva importante para la población. (11)

Según la FAO y la OMS, sobre un valor proteico ideal de 100, el amaranto posee 75, la leche vacuna 72, la soya 68, el trigo 60 y el maíz 44. Además la digestibilidad de su grano es del 93% –las reducidas dimensiones de este gránulo facilitan su digestión, que resulta de 2 a 5 veces más rápida que el maíz–. Cuando se realizan mezclas de harina de amaranto con harina de maíz, la combinación resulta excelente, llegando a índices cercanos de 100, porque el aminoácido que es deficiente en uno abunda en el otro. El grano de amaranto no posee gluten lo que lo hace apto para celíacos (personas con propensión a problemas diarreicos).

El grano o semillas de amaranto tienen un nivel de proteínas que oscilan entre el 17% y el 20%, mientras que la mayoría de los cereales contienen aproximadamente 10% de proteínas en su composición.

El amaranto es un alimento muy especial que no sólo tiene las propiedades de un cereal integral, sino que cuenta con las proteínas semejantes a las de la leche vacuna. Por eso decimos que es un “cereal hiperproteico”.

Según estudios realizados por **Brümmer y Morgenstern (1992)** los niveles de inclusión de harina de amaranto en la fabricación de pan alcanzan hasta un 30%. Niveles mayores producen un pan de baja calidad con menor volumen y textura gruesa. Además se ha incluido hasta un 25% de harina de amaranto en la fabricación de espagueti, sin cambios importantes en color, sabor y calidad culinaria lo que permitió obtener una calidad de pasta aceptable pero con mayor contenido de proteína y lisina que espagueti fabricado con trigo candeal (**Necoechea et al., 1986; Rayas-Duarte et al., 1996**).

2.2 Fundamentación filosófica

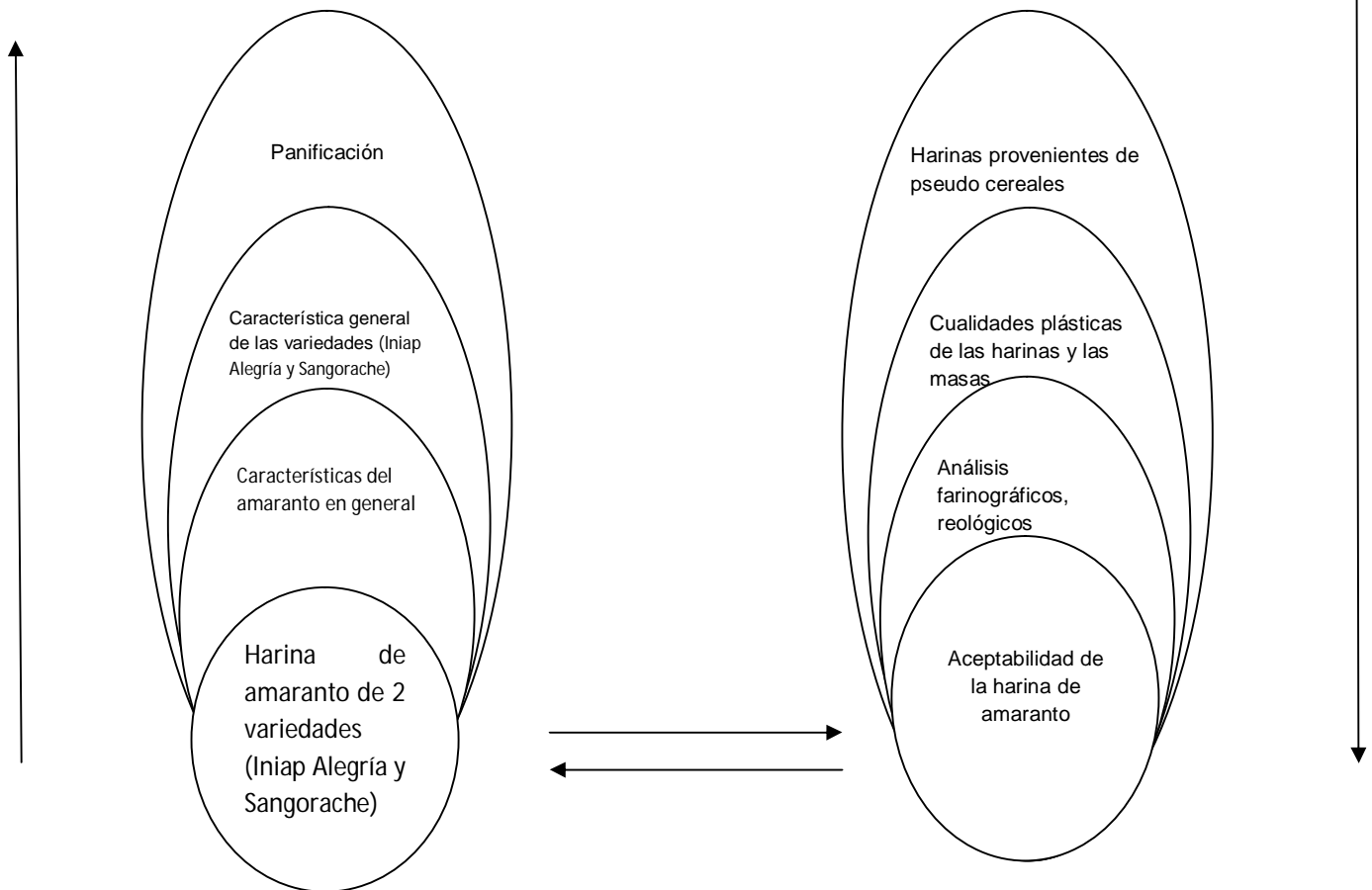
El presente estudio se basa en el paradigma positivista de Reichart y Cook (1986), mismo tiene como escenario de investigación el laboratorio a través de un diseño pre estructurado y esquematizado; su lógica de análisis está orientada a lo confirmatorio, reduccionista, verificación, inferencial e hipotético deductivo mediante el respectivo análisis de resultados. Además la realidad es única y fragmentable en partes que se pueden manipular independientemente, y la relación sujeto-objeto es independiente. Para este

enfoque la realidad es algo exterior, ajeno, objetivo y puede y debe ser estudiada y por tanto conocida.

2.3 Fundamentación Legal

- NORMA DEL CODEX PARA LA HARINA DE TRIGO STAN 152-1985.
- NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-147-SSA1-1996, Bienes y Servicios. Cereales y sus productos. Harinas de cereales, sémolas o semolinas. Alimentos a base de cereales, de semillas comestibles, harinas, sémolas o semolinas o sus mezclas. Productos de panificación. Disposiciones y especificaciones sanitarias y nutrimentales
- NORMA INEN 530 1980-12 Harina de trigo ensayo de panificación.
- Para los análisis farinográficos y reológicos, los métodos que se llevaron a cabo están basados en los manuales de funcionamiento de los equipos BRABENDER (farinógrafo), acorde al método AACCC (American Association of Cereal Chemistry).

2.4 Categorías fundamentales



Variable independiente

Desarrollo de la tecnología para obtener Harina de amaranto de dos variedades (Iniap Alegría y Sangorache)

Variable dependiente

Aceptabilidad de la harina de amaranto mediante su aplicación en panificación

2.5. HIPÓTESIS

Hipótesis nula

El uso de molino de acero y molino de piedra no influye en la calidad de la harina

El uso de dos variedades de amaranto (Iniap Alegría y Sangorache) no influye en la calidad de la harina

El efecto combinado de las variedades (Iniap Alegría y Sangorache) y tipos de molino (acero y piedra) no influyen en la calidad de la harina

Hipótesis alternativa

El uso de molino de acero y molino de piedra si influye en la calidad de la harina

El uso de dos variedades de amaranto (Iniap Alegría y Sangorache) si influye en la calidad de la harina.

El efecto combinado de las variedades (Iniap Alegría y Sangorache) y tipos de molino (acero y piedra) si influyen en la calidad de la harina

Hipótesis nula

Pan con 30% de harina de amaranto blanco mediante molienda de acero y 70% harina de trigo no difiere del control o pan con 100% de harina de trigo.

Pan con 30% de harina de amaranto blanco mediante molino de piedra y 70% harina de trigo no difiere del control o pan con 100% de harina de trigo.

Pan con 30% de harina de amaranto negro mediante molienda de acero y 70% harina de trigo no difiere del control o pan con 100% de harina de trigo.

Pan con 30% de harina de amaranto negro mediante molino de piedra y 70% harina de trigo no difiere del control o pan con 100% de harina de trigo.

Hipótesis alternativa

Pan con 30% de harina de amaranto blanco mediante molienda de acero y 70% harina de trigo si difiere del control o pan con 100% de harina de trigo.

Pan con 30% de harina de amaranto blanco mediante molino de piedra y 70% harina de trigo si difiere del control o pan con 100% de harina de trigo.

Pan con 30% de harina de amaranto negro mediante molienda de acero y 70% harina de trigo si difiere del control o pan con 100% de harina de trigo.

Pan con 30% de harina de amaranto negro mediante molino de piedra y 70% harina de trigo si difiere del control o pan con 100% de harina de trigo.

2.6 Señalamiento de variables

Variable Independiente.

Harina de amaranto de dos variedades (Iniap Alegría y sangorache)

Variable Dependiente.

Aceptabilidad de la harina de amaranto mediante su aplicación en panificación.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 Enfoque

Al tratarse de una investigación experimental donde se busca la explicación, predicción y control de fenómenos físicos y químicos el enfoque del estudio es neopositivista donde la generalización científica se basa en leyes naturales inmutables.

3.1 Modalidad básica de Investigación

El desarrollo de la presente investigación requiere de dos modalidades una experimental y bibliográfica con el fin de conocer diferentes enfoques, teorías y conceptualizaciones y criterios de diferentes autores sobre los aspectos referentes al tema, la investigación que se aplica es de campo.

Experimental: La investigación permitió el conocimiento del desarrollo de la tecnología para la obtención de harina de amaranto de dos variedades (Iniap Alegría y Sangorache), los parámetros reológicos de la harina y la sustitución de harina de trigo para la panificación mediante la recopilación de información obtenida de cada una de las muestras.

Bibliográfica: Se aportó con información relevante que complementó a la reportada bibliográficamente con respecto al tema que se enfocó en este proyecto de investigación.

3.2 Nivel o Tipo de investigación

El tipo de investigación aplicada a este estudio es correlacional porque permite:

- a. Predicciones estructuradas.
- b. Análisis de correlación de variables.
- c. Medición cuantitativa de resultados

Con el fin de evaluar el comportamiento de una de las variables en función de otras y medir el grado de relación entre las mismas.

3.3 Población y Muestra

Con el propósito de establecer la relación entre los factores de estudio:

Población: Se tiene como población para este proyecto investigativo a los pseudo cereales.

Muestra: De la población de los pseudo cereales se trabajó con:

Variedades de amaranto

- Amaranto Iniap Alegría (blanco)
- Amaranto Sangorache (negro)

Tipos de Molino

- Molino de acero
- Molino de piedra
-

3. Operacionalización de variables

Cuadro 6. Variable Independiente: Harina de amaranto de dos variedades (Iniap Alegría y sangorache).

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Ítems Básicos	Téc-Instrumentos
La harina es el producto principal obtenido en la molienda de las semillas de amaranto (Iniap Alegría y Sangorache). El grano de Amaranto, al igual que la quinoa, es considerado como un pseudo cereal, ya que tiene propiedades similares a las de los cereales. Por ello se puede evaluar las propiedades reológicas de harina de amaranto.	Propiedades reológicas	Farinografía Granulometría	¿Estos análisis son respaldados por fundamentación legal?	MANUAL FARINOGRÁFICO MÉTODO AACC 54-21

Elaborado por: De Prada Grace, 2011

Operacionalización de variables.

Cuadro 7. Variable Dependiente: Aceptabilidad de la harina de amaranto mediante su aplicación en panificación.

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Ítems Básicos	Téc- Instrumentos
La elaboración de pan se hace con masas elaboradas utilizando harina de trigo con harina de amaranto, mezclada con cantidades constantes de manteca vegetal, azúcar, sal, bicarbonato de sodio, levadura y agua destilada.	Propiedades sensoriales	Análisis sensorial	¿Las muestras de harina de amaranto con harina de trigo enriquecieron la calidad en panes? ¿El uso de muestras de harina de amaranto proporcionaron los parámetros de calidad establecidos para panificación?	INEN:NTE 530: Ensayo de Panificación Hoja de catación

Elaborado por: De Prada Grace, 2011

3.5 Recolección de información

El plan de recolección de información toma en cuenta las metodologías requeridas por los objetivos e hipótesis de investigación, de acuerdo con el enfoque propuesto.

3.6 Procedimiento y análisis

Se analizaron y procesaron los datos obtenidos en la parte experimental a través de un paquete estadístico Statgraphics Plus 4.0, y como existió diferencia significativa se utilizó el programa Excel.

3.7 Materiales y Métodos

3.7.1 Materiales

- Amaranto blanco o Iniap Alegría
- Amaranto negro o Sangorache
- Harina de trigo canadiense importada sin aditivos.

3.7.2 Equipos de laboratorio

- Balanza
- Balanza infrarroja
- Túnel de secado
- Molino con muelas de acero
- Molino de piedra
- Tamizador
- Farinógrafo
- Granulómetro
- Horno

3.8 Metodología

3.8.1 METODOLOGÍA PARA LA OBTENCIÓN DE HARINA DE AMARANTO

Recepción: Se recibió la materia prima de acuerdo a las especificaciones.

Selección: En este paso se clasificó la materia prima de acuerdo a la características requeridas, además se eliminó producto con golpes, magulladuras o con contaminación.

Lavado: Una vez escogido el producto sano se procedió a lavar con agua corriente. Esto se realizó con el fin de eliminar impurezas como tierra y ayudar a reducir la carga microbiana.

Pesado: Se empleó una balanza para efectuar el respectivo pesado de la materia prima (semillas de amaranto).

Secado: Se empleó un secador adecuado que permita obtener las condiciones idóneas para el producto. El producto debe alcanzar humedad de 12% al final del secado.

Molienda: Este proceso se llevó a cabo utilizando un molino de acero que trabaja a 2750 rpm, donde procesa 5kg/h de carga pesada y 20 kg/h de carga liviana y se trabajó con molino de piedra, controlando la rotura para así evitar un sobrecalentamiento de la harina en el proceso de molienda.

Tamizado: El producto molido se tamiza para obtener una harina de una granulometría definida con dimensiones del tamiz 30 – 80 mesh.

Almacenado: Finalmente la harina de amaranto se almacena

3.8.1.1 Diseño Experimental para la tecnología de la obtención de harina de amaranto de dos variedades Iniap alegría y sangorache con dos tipos de molino (molino de piedra y molino con muelas de acero).

Se considera aplicar un **DISEÑO EXPERIMENTAL A*B CON ARREGLO FACTORIAL 2ⁿ**

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + (AB)_{ij} + R_k + E_{ijk}$$

Factores A

A: Variedades de amaranto:

a_0 = Amaranto blanco (INIAP – ALEGRÍA).

a_1 = Amaranto negro (sangorache o quinua de castilla)

Factores B

B: Tipos de molino

b_0 = Molino de acero.

b_1 = Molino de piedra

Se detalla a continuación los factores de estudio con sus respectivos niveles:

Cuadro 4. Determinación de factor y niveles para elaborar el diseño experimental.

FACTORES	NIVELES
VARIEDADES	Amaranto blanco (INIAP – ALEGRÍA) Amaranto negro (sangorache o quinua de castilla)
TIPOS DE MOLINO	Acero Piedra

Elaborado por: De Prada Grace, 2011

Cuadro 5. Determinación de tratamientos para elaborar el diseño experimental.

TRATAMIENTOS	
T1 Amaranto blanco Molino de acero	A0B0
T2 Amaranto blanco Molino de piedra	A0B1
T3 Amaranto negro Molino de acero	A1B0
T4 Amaranto negro Molino de piedra	A1B1

Elaborado por: De Prada Grace, 2011

Del total de tratamientos (4), se realizan mediciones con 2 réplicas. Al finalizar los cálculos estadísticos, se efectúa anova, y las pruebas de Tukey correspondientes en los tratamientos que sean significativos.

La obtención de las respuestas experimentales implican, primero determinar la calidad de la harina, para ello se evaluó los siguientes parámetros:

- ✓ Farinografía
- ✓ Granulometría

Los ensayos se realizarán por duplicado para todas las muestras de harina, para lo cual se utilizará la tabla de ANOVA y la prueba de Tuckey para determinar el mejor tratamiento mediante el programa Statgraphics.

El proceso para la obtención de harina de amaranto se muestra en el siguiente esquema.

GRÁFICO 2 “DIAGRAMA DE PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE HARINA DE AMARANTO”

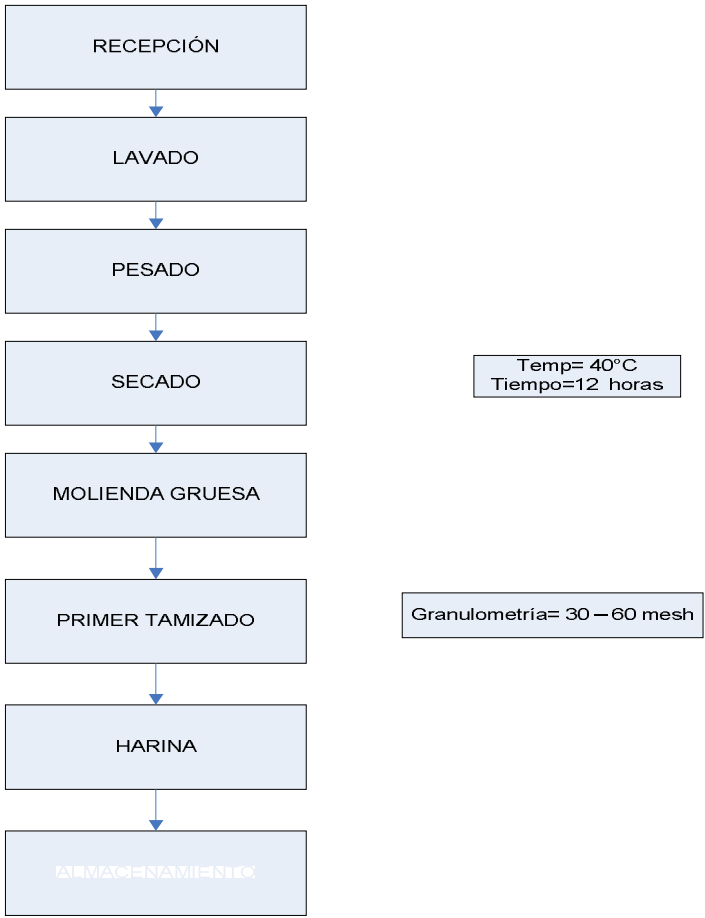
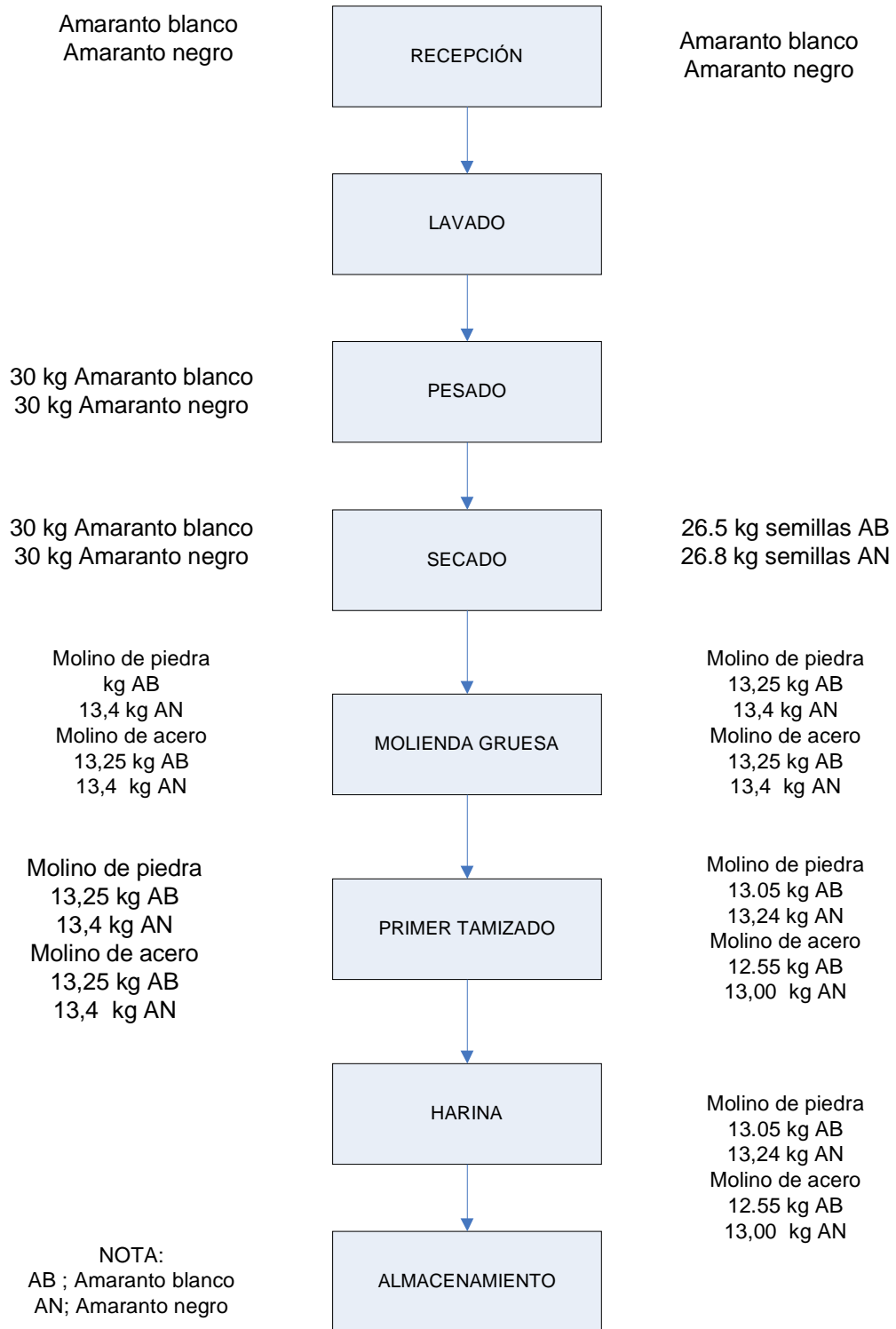


GRÁFICO 3 “BALANCE DE MATERIALES PARA LA OBTENCIÓN DE HARINA DE AMARANTO”



3.11 METODOLOGÍA PARA LA OBTENCIÓN DE PAN

Recepción: Se recibió la materia prima de acuerdo a las especificaciones.

Pesado: En este paso se logró pesar la harina, levadura, azúcar, sal y manteca para una relación de 500 gr de harina, donde se pesó 350 gr de harina de trigo canadiense importada sin aditivos y 150 gr de harina de amaranto.

Adición: Se adicionó a la harina la sal el azúcar y la mantequilla.

Mezclado: Se mezclan los ingredientes antes mencionados.

Segunda adición: Se vuelve a adicionar la levadura accionada a 37 grados centígrados, y el agua respectivo conforme la masa cumpla con la condiciones idóneas para el producto.

Reposo: En cuanto al reposo se le deja a la masa un tiempo estimado de 30 minutos dentro de una funda plástica.

Cortado: En este paso se le corta a la masa en pedazos pequeños para luego llevarlos al boleado.

Boleado: En cuanto al boleado se lo realizó en una mesa con las manos hasta que la bola de masa se encuentre en las condiciones estimadas.

Leudado: Las bolas de pan se las coloca en una bandeja donde se las deja leudar durante 30 minutos.

Horneado: Las bandejas con las bolas de masas leudadas se las coloca en el horno a una temperatura 250° c.

3.12 Diseño Experimental para la aceptabilidad de pan con harina de amaranto

Evaluación de la calidad culinaria de la harina mediante la elaboración de pan, se determina mediante análisis sensorial de 5 muestras de pan; por ello se trabaja con un diseño factorial de bloques completos al azar, en el que intervienen los siguientes factores: tratamientos y catadores. Los 20 catadores no entrenados son escogidos aleatoriamente de los estudiantes de la Universidad Técnica de Ambato entre una edad de 18 a 24. Para la hoja de cataciones (ANEXO A) se utilizó una escala hedónica evaluándose los siguientes atributos de calidad:

Apariencia.- permite evaluar si la apariencia obtenida del pan es agradable.

Color.- permite evaluar si el color obtenido del pan es agradable.

Sabor.- permite evaluar si el sabor obtenido del pan agrada o desagrada.

Textura.- permite evaluar si la textura obtenida del pan es suave o dura.

Aceptabilidad.- permite evaluar si es aceptable o no el pan obtenido.

Las Muestras analizadas mediante análisis sensorial son los siguientes:

Muestra 1: pan 100% harina de trigo importado canadiense sin aditivos.

Muestra 2: pan 70% harina de trigo importado canadiense sin aditivos, 30% harina de amaranto negro con tipo de molino de acero.

Muestra 3: pan 70% harina de trigo importado canadiense sin aditivos, 30% harina de amaranto blanco con tipo de molino de piedra.

Muestra 4: pan 70% harina de trigo importado canadiense sin aditivos, 30% harina de amaranto negro con tipo de molino de piedra.

Muestra 5: pan 70% harina de trigo importado canadiense sin aditivos, 30% harina de amaranto blanco con tipo de molino de acero.

Al mejor tratamiento evaluado mediante el análisis sensorial se realiza un análisis farinográfico para conocer el comportamiento de la harina del mejor tratamiento.

El proceso para la obtención de harina de amaranto se muestra en el siguiente esquema.

GRÁFICO 4 “DIAGRAMA DE PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE PAN CON HARINA DE AMARANTO”

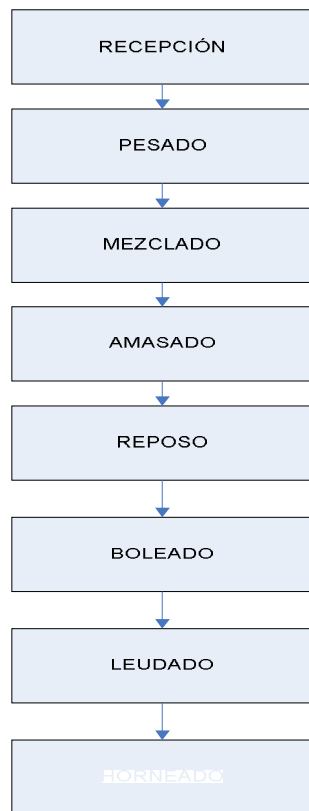
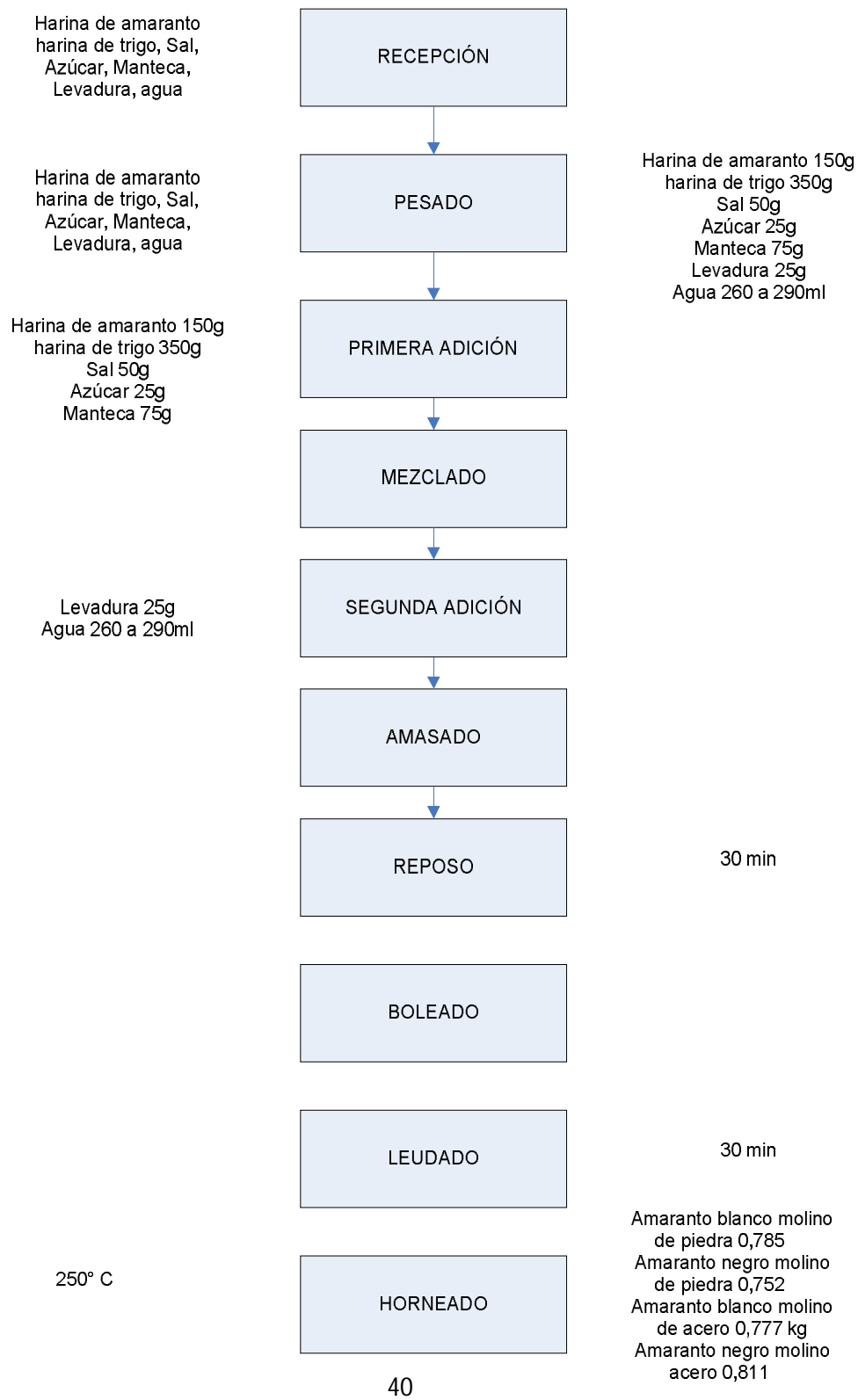


GRÁFICO 5 “BALANCE DE MATERIALES PARA LA OBTENCIÓN DE PAN CON HARINA DE AMARANTO”



3.13 Métodos de evaluación

PARÁMETROS REOLÓGICOS

3.13.1 FARINOGRAFÍA

El método de trabajo que se llevó a cabo es establecido por la casa BRABENDER fabricante del equipo, basada en la norma ICC No 115.

Curva de titulación

- Es necesario hacer una revisión y limpieza previa del equipo, así como verificar las condiciones óptimas del papel y tinta del farinógrafo.
- Se determina la humedad de las muestras de harina que van a ser analizadas farinográficamente.
- Se llena con agua destilada la bureta de acuerdo a la capacidad del mezclador utilizado, que es de 50g.
- Se pesa la harina de acuerdo a su contenido de humedad y se procede a verterla en el mezclador en 2 partes, luego de haber añadido la primera mitad, se pone el equipo en posición "ON"(63 rpm), se lo enciende presionando al mismo tiempo los dos botones de contacto y se permite rotar las paletas unos cuantos segundos, se levanta la tapa del mezclador con lo cual se detiene el equipo, se añade el otro 50% de harina y se arranca nuevamente el mismo para dar inicio al ensayo.

- Transcurrido aproximadamente un minuto (durante el cual se controla la temperatura y se realiza el mezclado de la harina), con el equipo en funcionamiento, se vierte desde la bureta agua destilada (30°C) en una cantidad tal que la línea continua obtenida en el registrador y que corresponde al desarrollo de la masa alcance una consistencia de 500 unidades farinográficas en el punto de- máximo desarrollo (el centro de la banda en el punto de máximo desarrollo debe alcanzar la consistencia de 500 U.F.).
- La cantidad de agua añadida desde la bureta indica la absorción de la muestra de harina, en porcentaje, así por ejemplo 54% de absorción de agua significa, peso de agua consumida en porcentaje o lo que es lo mismo, 54% del peso de la harina.
- Si hay desviaciones de las 500 unidades de consistencia, puede calcularse la absorción correcta de agua a partir de las desviaciones: 20 unidades de desviación, corresponden a 0,5% de absorción (si la consistencia es mayor de 500 U.F., se necesita más agua y viceversa). En caso de desviaciones más grandes a 20 U.F., la curva de titulación debe repetirse.
- El operador debe permitir el funcionamiento del equipo por suficiente tiempo, hasta que se note una caída apreciable de la curva o que la consistencia sea constante, luego debe desconectarse el equipo y proceder a la limpieza completa del mezclador. Terminado el proceso de limpieza armar el equipo y ponerlo a punto para correr la curva estándar de análisis.

Curva estándar.

- Se añaden 50 g. de harina en el cabezal, si es que la humedad de la misma es del 14 % y cuando esta difiere se utiliza tablas de compensación.
- Arrancar el farinografo-resistógrafo a 63 rpm y luego de haber corrido por un minuto (controlando la temperatura y el mezclado de la harina), verter la cantidad de agua que se determinó en la curva de titulación lo más rápidamente posible.
- Con cuidado y utilizando una espátula de plástico incorporar a la mezcla la masa y la harina acumuladas en las paredes del mezclador, luego que se note una caída apreciable de la curva, dejar funcionar el equipo por 12 minutos adicionales y desconectarlo. El tiempo total del ensayo es generalmente de 20 minutos.

3.13.2 Granulometría

Se sugieren tamices para harina con una descripción de:

- 40 mesh
- 60 mesh
- 80 mesh
- 100 mesh

Se pesan 100 gramos y se lo coloca en el tamiz de 40 la harina respectiva, se coloca la tapa y los sujetadores, luego se ubica el tiempo de 15 minutos y con una amplitud de 60, después del tiempo transcurrido se pesa el contenido de harina de amaranto de cada tamiz.

3.13.3 Humedad

Mediante una balanza infrarroja, se coloca a una temperatura de 120°C, a un tiempo de 15 minutos, se tara y pesan 3 gramos de la muestra, luego se tapa la balanza, y después de transcurrido el tiempo se lee el porcentaje de humedad de la muestra analizada.

CAPITULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1. RESULTADOS

Los datos obtenidos durante la investigación y el análisis estadístico, se presentan en el Anexo A y B respectivamente y corresponden al rendimiento, análisis de Farinografía, granulometría de los dos tipos de harina y evaluación de la calidad sensorial del pan.

4.1.1 Rendimiento de los dos tipos de harina

Para la elaboración de harina de amaranto se empleo dos metodologías, en la primera se trabajó con amaranto blanco Variedad Iniap Alegría y en la segunda con amaranto negro o sangorache, a estas se le aplicaba dos diferentes tipos de molino (acero y molino de piedra), obteniéndose buen rendimiento en las cuatro harinas obtenidas, donde el mayor rendimiento obtenido fueron las harinas de amaranto blanco y negro a partir del molino de piedra (87% y 88.27%) respectivamente (Tabla A2).

La humedad de los tipos de harina ANEXO E se encuentra dentro de las normas CODEX, que establecen como valor máximo 15,5%.

4.1.2 Evaluación mediante análisis granulométrico

Módulo de finura y módulo de uniformidad

El tamaño promedio de partículas de la harina de trigo representa poco menos de la mitad del tamaño promedio de partículas de las harinas de amaranto, que son semejantes entre si.

MF= 5,00 Muy Grueso

MF= 4,10 Grueso

MF= 3,20 Mediano

MF= 2,30 Fino

MF= 1,50 Muy fino

El módulo de finura de la harina trigo es menor en un 23,7% que el módulo de finura de las harinas de amaranto. El módulo de finura de las harinas analizadas esta en un rango de de 1,91 y 2,80 ver TABLA A3 denominándolas harinas finas y muy finas que corresponde a harinas que generalmente poseen un bajo contenido de gluten y poseen una fuerza gasificadora mayor que las gruesas lo que se debe a que contienen los gránulos de almidón mas dañados como es en el caso de la harina de amaranto negro utilizando un molino de piedra. Según Silver 1931, Henderson y Perri, el módulo de uniformidad presentó una distribución normal de las partículas aunque no hay un parámetro establecido sobre esta característica.

Los módulos de la harina de trigo de referencia así como las de harinas de amaranto se las clasifica como partículas medianas y ligeramente gruesas respectivamente.

Las harinas de amaranto presentan mayor porcentaje de partículas gruesas, seguida de las medianas y por último las finas.

Porcentaje de harina en los tamices

Granulometría para la base

La variedad de amaranto blanco o Iniap Alegría presenta menor cantidad de harina en la base al igual que el molino de acero por lo que se considera como mejor al tratamiento aobo porque presentan un mayor rendimiento para un tamiz de mayor tamaño, además se aprecia mediante el gráfico de interacciones para la calidad de la harina que el efecto combinado AxB no influye significativamente. (Anexo B1).

Granulometría para el tamiz 40

Para un nivel de significancia de 0,05% se acepta las hipótesis nulas para las variedades de amaranto (Factor A), los tipos de molino (Factor B) y el efecto combinado AxB. Por lo que para el tamiz 40, no influyen las variables en la calidad de la harina. (Anexo B2).

Granulometría tamiz 60

Para un nivel de significancia de 0,05% se rechaza la hipótesis nulas para las variedades de amaranto el tipo de molino y el efecto combinado $A \times B$. Por lo que se determina que la calidad de la harina varía para el tamiz 60. Se establece como mejor tratamiento al t2 (amaranto blanco mediante molino de piedra) porque presenta mayor rendimiento para este tamiz, siendo el mas indicado para obtener harina fina de calidad. (ANEXO B3)

Granulometría 80

Para un nivel de significancia de 0.05% se rechaza la hipótesis nula para: la variedad de amaranto (Factor A), tipo de molino (Factor B) y el efecto combinado $A \times B$; por lo tanto el empleo del tamiz #80 se ve influenciado por los tratamientos afectando en forma directa a la calidad de la harina. Como se aprecia en el gráfico de interacción las respuestas experimentales influyen en dependencia de las variables. Se establece como mejor tratamiento al T2 (Amaranto blanco con molino de piedra) en función a su rendimiento. (ANEXO B4).

Granulometría 100

Para el nivel de significancia 0,05% se rechaza la hipótesis nula para las variedades de amaranto (Factor A), tipo de molino (Factor B) y el efecto combinado $A \times B$, por lo tanto se ve influenciado el tamiz 100 con las variables estudiadas afectando de manera directa la calidad de la harina, por ello se aprecia en los resultados que le mejor tratamiento es T2 (amaranto blanco con molino de piedra) donde se obtuvo harina mas fina sin verse afectado el rendimiento del tamiz #60. (ANEXO B5).

4.1.3 Evaluación mediante análisis farinográfico

En las diferentes muestras de harina se analizó el porcentaje de absorción de agua, tiempo de desarrollo, estabilidad de la harina y el índice de tolerancia, parámetros que miden la calidad y comportamiento de la harina. Las diferentes formulaciones empleadas se detallan en la Tabla A1. En esta fase se realizó dos (2) replicas por formulación.

4.1.3.1 Porcentaje de absorción de agua

El porcentaje de absorción de agua es un indicador de la habilidad de la harina para retener agua mientras mantiene su consistencia que representa la cantidad de agua necesaria para alcanzar una consistencia de 500 unidades farinográficas en el amasado. Se encuentra directamente relacionada con la cantidad de pan que puede ser producida por kilo de harina,. Un alto nivel de proteína y almidón dañado nos dan una alta absorción, lo cual es bueno para el desempeño de la panificación, ya que esto incrementa el rendimiento del producto terminado y mejora la vida de anaquel. Los niveles típicos de absorción para harinas panaderas van de 58% a 66%, donde los granos de almidón y proteína de la harina de amaranto tienen mayor capacidad de absorción de agua que las harinas de trigo. Y dentro de los parámetros normales. (Jean-Claude Cheftel, 1992).

En ANEXO B6 se puede apreciar los valores reportados en este parámetro de cada uno de las muestras de harina se aprecia que el tratamiento 2 (Amaranto blanco Molino de piedra) y 3 (Amaranto negro Molino de acero), el porcentaje de absorción de agua tomando como referencia la de harina de

trigo con un valor aconsejable de 58% a 66% (Jean-Claude Cheftel, 1992 porque no existen valores de este parámetro para harina de amaranto.

Mediante el análisis de varianza, que se observa en el (ANEXO B6), se encuentra que los factores A, B y la interacción AxB influyen significativamente sobre este parámetro de absorción de agua y mediante un análisis de Tuckey estadísticamente todos los tratamientos son iguales y con calidad buena de esta manera se tomó al de mayor promedio como mejor tratamiento al 2 que representa a harina de amaranto mediante la un molino con muelas de acero entonces posee mayor cantidad de almidón dañado donde Los niveles típicos de almidón dañado en harinas panaderas es de 5 a 10 porciento por su alto porcentaje de absorción de agua.

4.1.3.2 Tiempo de desarrollo

El tiempo de desarrollo o mejor conocido como el tiempo de amasado necesario para alcanzar el desarrollo óptimo de la masa (Fase en donde se hidratan todas las partículas de la harina), al igual que el tiempo necesario para alcanzar la máxima consistencia. En una harina fuerte, este período puede ser notablemente largo y es posible que este hecho esté en relación con la alta calidad del gluten o también con la velocidad de absorción de agua por parte de la misma, por ello:

Tiempo de desarrollo en harinas para observar en el farinograma (Jesús Calaveras)

2 a 3 min Harina normal

mayor a 4 Harina fuerte

menor de 4 Harina floja

En ANEXO B7 se aprecia que el tratamiento 2 (amaranto blanco con molino de piedra) es el que posee mayor tiempo de desarrollo con un valor de 3.9 min estando dentro de lo normal, pero en el tratamiento 4(amaranto negro con molino de piedra) su valor es muy alto 19.5 min de tiempo de desarrollo pudiéndose observar que es una harina fuerte.

Mediante el análisis de varianza se evidencia que los factores A y B influyen significativamente habiendo diferencia significativa lo que al realizar Tuckey estadísticamente se pudo observar que el tratamiento 4(amaranto negro con molino de piedra) es el que difiere de los demás acercándose a los valores de un harina fuerte 19.5 minutos.

4.1.3.3 Estabilidad

Según Tecnología práctica de Lallemand la estabilidad es el intervalo entre el tiempo de llegada y el tiempo de salida. A esto también se le llama Tolerancia de la harina al sobremezclado o al submezclado. Un valor alto significa que la harina es mas tolerante.

Estabilidad en harinas observándose por medio del farinograma según la Tecnología práctica de Lallemand

Harina óptima > 10min

Harina buena > 7min

Harina discreta > 5min

Harina mediocre > 3min

Harina baja > 2min

En ANEXO B8 se puede observar que la harina se encuentra en el rango de una harina mediocre que no tiene ni una estabilidad baja ni alta esto se puede apreciar en el tratamiento 4 que es la harina con el mayor tiempo de estabilidad en comparación con los otros tratamientos.

Mediante el análisis de varianza, que se observa en la tabla B13, se evidencia que los factores A, B y el efecto combinado AB no influyen significativamente sobre este parámetro para los factores variedad de amaranto tanto Iniap alegría como sangorache y entre el tipo de molino no existe diferencia significativa aunque parezca que son diferentes, donde al trabajar con los molinos tanto de piedra como de acero y las variedades antes mencionadas es diferente.

4.1.3.4 Índice de tolerancia

Según Calaveras J., 1996 y Lallemand, 2009 el índice de tolerancia representa la resistencia de la masa durante el amasado (es la caída de la curva 5 minutos después del punto mas alto); un valor alto significa que la harina se debilitará rápidamente después de alcanzar el máximo desarrollo.

El índice de tolerancia muestra en una harina que si tiene buena tolerancia al mezclado.

Calidad óptima 0–30 U.B.

Calidad buena 30-50 U.B.

Calidad discreta 50-70 U.B.

Calidad mediocre 70-130 U.B.

Calidad baja > 130 U.B.

En ANEXO B9 se observa que solo en el tratamiento 1 (amaranto blanco con molino de acero) y 2 (amaranto blanco con molino de piedra) se obtienen valores de índice de tolerancia es decir solo en la variedad de amaranto blanco Iniap Alegría, con valores de 120 UB dando como evidencia que es una harina de calidad mediocre .

Mediante el análisis de varianza, se evidencia que los factores A, B y el efecto combinado AB no influyen significativamente sobre este parámetro, para los factores variedad de amaranto tanto Iniap alegría como sangorache y entre el tipo de molino no existe diferencia significativa aunque parezca que son diferentes, donde al trabajar con los molinos tanto de piedra como de acero y las variedades antes mencionadas es diferente.

4.1.4 Evaluación sensorial

4.1.4.1 Apariencia

La apariencia es un atributo de calidad, referente al aspecto visual que presenta el pan para la valoración de este atributo se empleo una escala estructurada que va desde 1 "muy mala" a 5 "muy buena" observándose las calificaciones en la Tabla A7.

Mediante el análisis de varianza que se observa en la tabla B17, se evidencia que el efecto de los tratamientos influye significativamente en la apariencia a un nivel de significancia de 0.05%.

Mediante la prueba de Dunnet se observa que los tratamientos elaborados con el 30% de porcentaje de harina de amaranto, difieren del tratamiento control a un nivel de significación de 0.05%, esto se da debido a la coloración

negruzca del pan que es por la variedad sangorache propia de la semilla. Por ende se establece como mejor tratamiento al T5 (Harina de trigo 70% + Harina de amaranto blanco con molino de acero 30%), debido a que presenta menor variación con respecto al control. (ANEXO B12)

4.1.4.2 Coloración

La coloración hace referencia igualmente al aspecto visual que presenta el pan donde el color es influenciado por los pigmentos amarillos del endospermo, partículas de salvado, y por el material extraño. El color de la harina tiene un efecto directo sobre el color de la miga y se combina con la estructura de la miga nos va a dar la brillantes de la miga, a una escala estructurada que va desde 1 "muy pálido" a 5 "muy oscuro" observándose las calificaciones en la Tabla A8.

El análisis de varianza a un nivel de significancia del 0,05%, establece diferencia significativa entre los tratamientos.

Mediante la prueba de Dunnet a un nivel de significancia de 0.05%, se observa que los tratamientos elaborados con el porcentaje de sustitución de harina de amaranto al 30%, difieren del tratamiento control; designándose como mejor tratamiento al T3 (Harina de trigo 70% + Harina de amaranto blanco con molino de piedra 30%) y T5 (Harina de trigo 70% + Harina de amaranto blanco con molino de acero 30%) debido a que presenta una coloración promedio de dorada. (ANEXO B13)

4.1.4.3 Sabor

Para el sabor que es un atributo muy importante se realizaron valoraciones mediante una escala estructurada comprendidas entre 1 “desagrada mucho” y hasta 5 “agrada mucho” observándose sus calificaciones en la Tabla A9.

Mediante el análisis de varianza se observa que existe diferencia significativa entre los tratamientos, a un nivel de significancia de 0.05%.

Mediante la prueba de Dunnet a un nivel de significación de 0.05% se encuentra que los tratamientos elaborados con el porcentaje de sustitución de harina de amaranto al 30%, difieren del tratamiento control; designándose como mejor tratamiento al T3 (Harina de trigo 70% + Harina de amaranto blanco con molino de piedra 30%) y T5 (Harina de trigo 70% + Harina de amaranto blanco con molino de acero 30%) no presentan diferencia significativa con el testigo que es el pan con 100% de harina de trigo, y son considerados los mejores tratamientos porque sus valoraciones de las cataciones son altas. (ANEXO B14)

4.1.4.4 Textura

La textura es un atributo de calidad referente al tacto, mediante una escala estructurada donde 1 textura “dura” y hasta 5 con una textura “suave”, las valoraciones se las puede apreciar en la Tabla A10.

Mediante el análisis de varianza a un nivel de significancia del 0.05% se encuentra que no existe diferencia significativa en los tratamientos, por ende la mezcla de harina de amaranto 30% con harina de trigo al elaborar pan no influye en el atributo textura. (ANEXO B15)

4.1.4.5 Aceptabilidad

La aceptabilidad es el grado de aceptación que tiene cada uno de los tratamientos. Para la evaluación de este atributo se empleo una escala hedónica estructurada que va desde 1 "desagrada mucho" a 5 "agrada mucho" observándose los resultados de las cataciones en la Tabla A11.

Mediante el análisis de varianza se observa que el efecto de los tratamientos influye significativamente en este atributo de calidad a un nivel de significancia del 0,05%.

Mediante la prueba de Dunnet, se observa que solo el tratamiento 5 (Harina de trigo 70% + Harina de amaranto blanco con molino de acero 30%) no es diferente del testigo es decir que no difiere significativamente del control, obteniéndose como mejor tratamiento. (ANEXO B16)

4.1.5 Selección del mejor tratamiento

Tomando en cuenta los resultados del análisis sensorial, se determina como mejor tratamiento al T5 que corresponde a pan elaborado con harina de amaranto blanco Iniap Alegría al 30% y harina de trigo al 70% molido con molino de acero.

Al mejor tratamiento se lo caracterizó en base a análisis farinográfico en base a análisis farinográficos, obteniéndose los siguientes resultados: absorción de agua 66% que es una harina con alto porcentaje de absorción de agua lo cual es positivo para una harina panadera, el tiempo de desarrollo de 1 minuto muestra que es una harina floja , estabilidad 2 minutos y el índice de tolerancia 30 UB evaluándose que es una harina de calidad óptima en todos los ámbitos ver en la Figura 10.

4.1.6 Verificación de las Hipótesis

Hipótesis nula

¿El uso de molino de acero y molino de piedra no influye en la calidad de la harina?

¿El uso de dos variedades de amaranto (Iniap Alegría y Sangorache) no influye en la calidad de la harina?

¿El efecto combinado de las variedades (Iniap Alegría y Sangorache) y tipos de molino (acero y piedra) no influyen en la calidad de la harina?

Hipótesis alternativa

¿El uso de molino de acero y molino de piedra si influye en la calidad de la harina?

¿El uso de dos variedades de amaranto (Iniap Alegría y Sangorache) si influye en la calidad de la harina?

¿El efecto combinado de las variedades (Iniap Alegría y Sangorache) y tipos de molino (acero y piedra) si influyen en la calidad de la harina?

En la evaluación de la calidad de harina de amaranto se observan los siguientes resultados de las hipótesis:

CUADRO 8 “Verificación de hipótesis”

	FACTOR A (Variedades Iniap Alegría y sangorache)	FACTOR B Tipo de molino (molino de acero y molino de piedra)	INTERACCIÓN AB (Variedades Iniap Alegría y sangorache y el tipo de molino)	VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS
GRANULOMETRÍA				
Tamiz 40	Acepto Ho	Acepto Ho	Acepto Ho	Las variedades no influye en la calidad de la harina El tipo de molino no influye en la calidad de la harina El efecto combinado de las variedades (Iniap Alegría y Sangorache) y tipos de molino (acero y piedra) no influyen en la calidad de la harina
Tamiz 60	Rechazo Ho	Rechazo Ho	Rechazo Ho	Las variedades si influye en la calidad de la harina. El tipo de molino si influye en la calidad de la harina. El efecto combinado de las variedades (Iniap Alegría y Sangorache) y tipos de molino (acero y piedra) si influyen en la calidad de la harina
Tamiz 80	Rechazo Ho	Rechazo Ho	Rechazo Ho	
Tamiz 100	Rechazo Ho	Rechazo Ho	Rechazo Ho	
Base	Rechazo Ho	Rechazo Ho	Acepto Ho	Las variedades si influye en la calidad de la harina El tipo de molino si influye en la calidad de la harina El efecto combinado de las variedades (Iniap Alegría y Sangorache) y tipos de molino (acero y piedra) no influyen en la calidad de la harina
FARINOGRAFÍA				
Absorción de agua	Rechazo Ho	Rechazo Ho	Rechazo Ho	Las variedades si influye en la calidad de la harina. El tipo de molino si influye en la calidad de la harina. El efecto combinado de las variedades (Iniap Alegría y Sangorache) y tipos de molino (acero y piedra) si influyen en la calidad de la harina
Tiempo de desarrollo	Rechazo Ho	Rechazo Ho	Rechazo Ho	
Estabilidad	Acepto Ho	Acepto Ho	Acepto Ho	Las variedades no influye en la calidad de la harina El tipo de molino no influye en la calidad de la harina El efecto combinado de las variedades (Iniap Alegría y Sangorache) y tipos de molino (acero y piedra) no influyen en la calidad de la harina
Índice de tolerancia	Rechazo Ho	Acepto Ho	Acepto Ho	Las variedades si influye en la calidad de la harina El tipo de molino no influye en la calidad de la harina El efecto combinado de las variedades (Iniap Alegría y Sangorache) y tipos de molino (acero y piedra) no influyen en la calidad de la harina

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

Se desarrolló la tecnología para la obtención de harina de amaranto de dos variedades para panificación con un gran rendimiento en ambas harinas: son las harinas de amaranto negro (88,27%) y blanco (87%) mediante la utilización de molino de piedra.

Al analizar las propiedades reológicas (farinografía y granulometría), se concluye que las muestras de harina de amaranto de las dos variedades y con diferentes tipos de molino se encuentran casi dentro de los parámetros necesarios: harina con capacidad de absorber agua (59,1%) y tiempo de desarrollo dentro de lo normal (3.9 minutos) para amaranto blanco con molino en piedra; en cuanto al tiempo de estabilidad (3,75 minutos) trabajando con amaranto negro con molino de piedra y por lo tanto el índice de tolerancia es mediocre con un valor de (120UB), los resultados establecen que el amaranto blanco molido en piedra, tiene comportamiento adecuado para panificación.

Al evaluar el mejor tratamiento para panificación se tomó en cuenta la variedad y el tipo de molino para los tratamientos y al ser analizados la técnica más idónea para la molienda de semillas de amaranto es utilizando el molino de piedra, dando como resultado mejores análisis farinográficos.

Al ser evaluados los diferentes tratamientos con sustitución de harina de amaranto al 30% por harina de trigo mediante una análisis sensorial de pan, se llegó a obtener mediante cataciones que el tratamiento con mejor aceptabilidad y que no difiere del testigo pan con harina de trigo al 100%, es pan elaborado a partir de harina de amaranto blanco INIAP Alegría mediante un proceso de molienda (molino con muelas de acero).

5.2 RECOMENDACIONES

Acreditar sobre el cultivo andino de amaranto tanto blanco como negro, específicamente en el uso de su harina.

Promover la producción de harina de amaranto blanco en la población productora de este pseudo cereal tan nutritivo.

Impulsar al estudio de este pseudo cereal mediante análisis farinográficos, alveográficos, extensográficos, amilográficos en harina para su uso.

Mejorar la presentación de pan elaborado con harina de amaranto negro o conocido como sangorache.

Determinar la comercialización y factibilidad de fabricar harina de amaranto blanco en el Ecuador.

Promover planes de producción de la línea de amaranto para su cultivo y comercialización.

Promover a las autoridades de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos arreglar los equipos que están en mal estado como el extensógrafo, porque no se pudo realizar una parte de la fase experimental de este proyecto, por estos inconvenientes.

6.2. ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA

Según **Universidad Nacional de La Pampa e INTA Anguil - Laboratorio de Calidad Industrial de Cereales y Oleaginosas, INTA**, el amaranto es un cultivo de gran potencialidad en mercados de alto valor agregado - funcionales y aditivos, y golosinas- merced a su grano, rico en proteínas sin gluten de valor biológico superior a la caseína y de alta digestibilidad. Además, su almidón puede ser utilizado como sustituto de grasas y cremas, y sus hojas reemplazan a las de espinaca y acelga. Diversas variedades de amaranto contienen dos pigmentos naturales: uno amarillo, (amarantina) y otro rojo, (betalaína), este último con gran potencial en la industria alimentaria, dado que la gran mayoría de los pigmentos rojos empleados actualmente son sintéticos, y la industria alimentaria tiende a prescindir de ellos. El grano revienta ante el calor como el maíz pisingallo, dando lugar a una roseta hipernutritiva y apta para celíacos.

Este cultivo fue seleccionado por la NASA para alimentar a los astronautas debido a sus extraordinarias propiedades nutritivas, a su aprovechamiento integral, su breve ciclo de cultivo y su capacidad de crecer en ambientes adversos.

Si bien es originario de América Central, su cultivo se expandió notablemente en China y en la India, impulsado por los gobiernos para alimentar a estos pueblos.

El amaranto se consume principalmente como cereal reventado, del cual se elaboran los siguientes productos finales: alegrías, amaranto (cereal) reventado, granolas, tamales, atoles, pinole, mazapán, etc.

Existen otros productos elaborados como: cereales enriquecidos, tortillas, galletas, panqués, horchata, bebidas chocolatadas, hojuelas, harinas

6.3 JUSTIFICACIÓN

En la industria alimentaria se enfoca a la búsqueda de elaborar productos que posean un alto valor nutritivo a un bajo costo y que la materia prima tenga un fácil acceso para mejorar las características organolépticas y nutritivas de las galletas pero siempre y cuando no afectar su calidad.

Las galletas presentan una gran aceptabilidad ya que se le sustituye a las galletas harina de amaranto mediante la molienda de acero con un porcentaje del 30% con harina de trigo 70%, donde se incrementa el valor nutritivo porque el amaranto tiene gran porcentaje de proteína superando a las semillas existentes en el Ecuador, obteniéndose una galleta de tipo integral, por esta razón se incrementarán los valores nutritivos de galletas al mercado.

Las galletas deben el incremento de sus costos primeramente por ser productos elaborados a partir de harina de trigo importada candiense sin aditivos y harina de amaranto, por ello la materia prima utilizada resulta de gran importancia investigar la posible sustitución de esta semilla con gran valor nutritivo.

El presente estudio está enfocado en la sustitución de harina de trigo por harina de amaranto al 30% en la elaboración de galletas para incrementar su contenido de proteína y mejorar la calidad del producto.

En cuanto al proceso tecnológico se espera que la incorporación de la harina de amaranto por harina de trigo en la mezcla permite obtener unas galletas

con características farinográficas y nutritivas superiores a las galletas elaboradas artesanalmente con harina de trigo.

6.4. OBJETIVOS

Objetivo General

- Desarrollar la tecnología para la obtención de harina de amaranto de dos variedades (Iniap Alegría y Sangorache) para galletería.

Objetivos Específicos

- Realizar análisis farinográficos a las mezclas de harina establecido para galletas con sustitución de harina de trigo, por harina de amaranto blanco Iniap alegría.
- Analizar la calidad de las galletas elaborada con sustitución de harina amaranto blanco variedad Iniap alegría en base a una evaluación sensorial de las galletas.

6.5. ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

Mediante esta propuesta se logrará mejorar la calidad de las galletas elaboradas con sustitución de harina de trigo por harina de amaranto blanco Iniap alegría, donde se pudo sustituir al 30% porque al realizar este proyecto de investigación se pudo comprobar que es el mejor tratamiento y que no afectó la calidad de las galletas al realizarse.

La propuesta si es factible ya que se cuenta con la materia prima, los equipos y los laboratorios como es en la Universidad Técnica de Ambato y la UOITA.

6.6. FUNDAMENTACIÓN

Según el Centro Universitario Sancti –Spíritus Facultad de Ingeniería, Grupo de Ingeniería Industrial, de la comunidad Banao país Cubano, Según la FAO y la OMS, sobre un valor proteico ideal 100, el amaranto posee 75, la leche vacuna 72, la soja 68, el trigo 60 y el maíz 44. Además, la digestibilidad de su grano es del 93%. Cuando se realizan mezclas de harina de Amaranto con harina de maíz, la combinación resulta excelente, llegando a índices cercanos a 100, porque el aminoácido que es deficiente en uno abunda en el otro.

A su vez, el grano de amaranto no posee gluten, por lo que es un alimento apto para celíacos.

Cuadro 9 Contenido de proteínas del amaranto comparado con otros cereales

Contenido de proteína del Amaranto comparado con los principales cereales (g/100 g pasta comestible)

Cultivo	Proteína
Amaranto	13,6 - 18,0
Cebada	9,5 - 17,0
Maíz	9,4 - 14,2
Arroz	7,5
Trigo	14,0 - 17,0
Centeno	9,4 - 14,0

Fuente: FAO, 1997

Según Brenda Rodas, Ricardo Bressani 2009 el componente principal en la semilla del amaranto es el almidón, pues representa entre 50 y 60% de su peso seco. El diámetro del gránulo de almidón oscila entre 1 y 3 micrones, mientras que los de maíz son hasta 10 veces más grandes y los de papa pueden ser hasta 100 veces mayores. Estas reducidas dimensiones del gránulo de almidón del amaranto facilitan su digestión, que resulta de 2,4 a 5 veces más rápida que el almidón de maíz. A su vez, este tamaño le confiere propiedades aglutinantes y espesantes inusuales, pudiéndose utilizar como espesantes de alimentos, como sustituto de las grasas, y también en la industria cosmética.

El contenido de lípidos ronda el 8%, y de éste aproximadamente el 8% es escualeno, un excelente aceite para la piel, lubricante y precursor del colesterol que se obtiene comúnmente de animales como la ballena y el tiburón.

6.7. METODOLOGÍA MODELO OPERATIVO

Para la elaboración de galletas, se debe seguir el proceso ya conocido, pero siempre y cuando tomando en cuenta los parámetros establecidos para cada proceso de elaboración de galletas.

CUADRO 10 Modelo Operativo (Plan de Acción)

Fases	Metas	Actividades	Responsable	Recursos	Presupuesto	Tiempo
1. Formulación de la propuesta	Galletas con harina de amaranto blanco Iniap Alegría	Revisión bibliográfica	Investigador	Humanos Técnicos Económicos	\$ 500	2 meses
2. Desarrollo preliminar de la propuesta	Cronograma de la propuesta	Elaboración del producto	Investigador	Humanos Técnicos Económicos	\$ 400	3 meses
3. Implementación de la propuesta	Ejecución de la propuesta	Aplicación de Tecnología de elaboración del producto	Investigador	Humanos Técnicos Económicos	\$ 200	3 meses
4. Evaluación de la propuesta	Comprobación del proceso de la implementación	Encuestas a consumidores	Investigador	Humanos Técnicos Económicos	\$ 800	3 meses

Elaborado por: Grace De Prada

6.8 ADMINISTRACIÓN

En cuanto a la administración del producto mencionado como son las galletas a partir de harina de amaranto blanco Iniap alegría, donde se debe tomar en cuenta los recursos económicos del investigador, la materia prima si esta en existencia, para que no haya ningún inconveniente al realizar un producto integral, llevando a cabo una planificación adecuada

CUADRO 11 Administración de la propuesta

Indicadores a mejorar	Situación actual	Resultados esperados	Actividades	Responsable
<p>Porcentaje de sustitución de harina de amaranto por harina de trigo.</p>	<p>Escasa producción de galletas integrales y mas aun utilizando un pseudocereal como es el amaranto.</p>	<p>Si el porcentaje de sustitución de harina de amaranto por harina de trigo influirá en la calidad de la harina y a su vez en la elaboración de galletas.</p> <p>El efecto combinado de la sustitución de harina de amaranto por harina de trigo para galletas influirá favorablemente en la calidad de la harina.</p>	<p>Evaluación de las propiedades reológicas de la harina de amaranto por harina de trigo al 30%.</p> <p>Evaluación culinaria y sensorial de las galletas.</p>	<p>Egda. Grace De Prada</p>

Elaborado por: Grace De Prada.

6.9 PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN.

Cuadro 12 Previsión de la evaluación

Preguntas Básicas	Explicación
¿Quiénes solicitan evaluar?	- Agricultores y productores de harina y de galletas.
¿Por qué evaluar?	- Conocer cómo influye la adición de harina de amaranto al 30% por harina de trigo.
¿Para qué evaluar?	- Incrementar los valores nutritivos de las galletas obteniendo un producto integral.
¿Qué evaluar?	- Absorción de agua - Tiempo de desarrollo - Estabilidad - Índice de tolerancia - Granulometría - Alveografía - Mixolab
¿Quién evalúa?	- Investigador
¿Cuándo evaluar?	- En el tiempo planificado para la elaboración de la fase experimental.
¿Cómo evaluar?	- Análisis estadístico de los resultados experimentales.
¿Con qué evaluar?	- Mediante los métodos y procedimientos establecidos.

Elaborado por: Grace De Prada

BIBLIOGRAFÍA

1. Agronómica para Ecuador. Programa de Cultivos Andinos EESC. Quito, Ecuador. 24p
2. AOAC (1985) Association of official analytical Chemist. Official Methods of Analysis. Washington DC.
3. BARROS, C. y M. BUENROSTRO. Amaranto, fuente maravillosa de sabor y salud. Grijalbo, México, 1997.
4. BRENDA RODAS, RICARDO BRESSANI, 2009 Centro de Ciencia y Tecnología de Alimentos, Instituto de Investigaciones. Universidad del Valle de Guatemala, Guatemala, Volumen 59 - Número 1
5. BRESSANI, R. (1983). El amaranto y su potencial, Boletín N°1.
6. CALAVERAS, J. 1996. "Tratado de panificación y Bollería", Madrid Vicente Ediciones, Primera edición. Madrid España. 318-389 pp.
7. Estación experimental "Santa Catalina", INIAP. Quito 1994. 24p National Research Council. Amaranth, Modern Prospects for ancient crops. National Academy press. 1984. 80 pp.

8. FAO. 1992. Manual sobre utilización de cultivos andinos subexplotados en la alimentación. FAO, Oficina Regional para América Latina y el Caribe. Santiago, Chile
9. INIAP. 2002. Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos: Informe Anual 2001 – Actividades en Amaranto.
10. INTA, Universidad Nacional de La Pampa e INTA Anguil - Laboratorio de Calidad Industrial de Cereales y Oleaginosas, INTA.
11. LASCANO A. “Estudio reológico de mezclas de harinas se cereales Cebada, Maíz, Quinoa, Trigo y Tubérculos papa nacionales con trigo importado para orientar su uso en la elaboración de pan y pastas alimenticias”, Tesis presentada para la obtención de título de ingeniería en alimentos de la facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos, pp 69-84.
12. MAYORGA V. “Estudio de las propiedades reológicas y funcionales del maíz nativo Racimo de uva (Zea mays. L)”, Tesis presentada para la obtención de título de ingeniería en alimentos de la facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos, pp 98-100.
13. MONTEROS C., NIETO C., CAICEDO C., RIVERA M., & VIMOS C. "INIAP-ALEGRIA". Primera variedad mejorada de amaranto para la sierra Ecuatoriana. Boletín divulgativo No. 246.

14. MUJICA SÁNCHEZ, A.; M. BERTI; J. IZQUIERDO. 1997. El Cultivo de Amarantho (*Amaranthus* spp.): producción, mejoramiento genético y utilización. Departamento de Agricultura, División de Producción y Protección Vegetal, Roma – Italia. 97p.
15. NECOECHEA et al., 1986; Rayas-Duarte et al., 1996, Centro Universitario Sancti –Spíritus Facultad de Ingeniería, Grupo de Ingeniería Industrial, Argentina, 2000.
16. NIETO, C. 1989 El Cultivo del Amarantho (*Amaranthus* spp.) Una alternativa para el futuro.
17. Norma oficial Mexicana NOM-147-SSA1-1996, Bienes y servicios, cereales, sémolas o semolinas, alimentos a base de cereales, de semillas comestibles, harinas, sémolas o semolinas o sus mezclas, productos de panificación, disposiciones y especificaciones sanitarias y nutrimentales.
18. ACURIO P. 1993, “Obtención de concentrado protéico a partir de amaranto Iniap Alegría (*Amaranthus caudatus*), Tesis presentada para la obtención de título de ingeniería en alimentos de la facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos, pp 3-23.
19. PERALTA, E. 1985. El Amarantho y su potencial: Situación del Amarantho en el Ecuador. Boletín N° 2. Oficina Editorial de Archivos Latinoamericanos de Nutrición. Washington, USA.

20. RICO, N. N., Morales, L. J., Suárez, N. L. Elaboración de una galleta con base en mezclas Trigo-Amaranto. Rev. Tecnol. Aliment. Mex. No.12
21. SÁNCHEZ, M. A, (1980). Potencialidad del amaranto. Centro de estudios económicos de tercer mundo. México, D.F.
22. SAUNDERS y BECKER, 1984; Teutonico y Knorr, 1985, "Field evaluation of an *Amaranthus* genetic resource collection in China, Volumen 1, 1953.
23. SPILLARI FIGUEROA, M. Composición química de la parte vegetativa de diferentes cultivos de Amaranto (*Amaranthus spp.*) en comparación con la hierba mora (*Solanum spp.*) y chipilín (*Crotalaria longirostrata*). El amaranto y su potencial, Guatemala, 1989. Boletín N° 1. Pp 9-11
24. VARGAS WILSON, 1999, "Composición y evaluación química de la calidad proteínica de cinco líneas de amaranto (*Amaranthus caudatus* y *Amaranthus hybridus*) " Tesis presentada para la obtención de título de ingeniería en alimentos de la facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos, pp 5-14.

Referencias de internet

<http://www.upbusiness.net/Upbusiness/docs/mercados/9.pdf>

<http://www.unjbg.edu.pe/coin/pdf/01040700303.pdf>, Silver 1931, Henderson y Perri

www.alimentación-sana.org, Composición de los alimentos” (2005).

<http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/147ssa16.html>

<http://www.docstoc.com/docs/3180476/IBNORCA-ESQUEMA-DE-NORMA-BOLIVIANA-EQNB-Harina-y-derivados-Pastas>

<http://www.alimentacion-sana.com.ar/informaciones/chef/amaranto.html>

http://archive.idrc.ca/library/document/100162/chap14_s.html

<http://www.enbuenasmanos.com/articulos/muestra.asp?art=946>

<http://ecuador.nutrinet.org/noticias/78/376-el-amaranto-renace-en-los-andes-ecuatorianos>

<http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/produ/cdrom/contenido/libro01/Cap3.htm>

<http://www.fuppue.org.mx/CONVERTIDOS%20PDF/Amaranto/Informe%20final.pdf>

ANEXOS

Cuadro 1. Valor alimenticio del amaranto en la semilla

Valor alimenticio del amaranto en semilla				
Tabla comparativa del amaranto con maíz, arroz y trigo				
	Amaranto	Maíz	Trigo	Arroz
Proteínas	17.1 - 19.4	10.3 - 12.6	9 - 12.2	8
Grasas	8.0 - 8.6	4.6 - 5.7	1.1 - 3.4	1.1
Carbohidratos	66 - 71	73.6 - 92	71.9 - 87	89.8
Fibras	3.7 - 5-7	2.3	2.6	1
Calorías /100 gr.	391	404	390	409

Fuente: Hernández M (1974)

Cuadro 2. Distribución en las fracciones físicas en la proteína del grano de amaranto y algunos granos de cereales

Grano	Germen	Endospermo
Amaranto	65	35
Maíz	18.5	81.5
Sorgo	15.2	84.8
Arroz	12.5	87.5

Fuente: Bressani (1989)

Cuadro 3. Balance de aminoácidos de alimentos en relación con el amaranto

Balance de aminoácidos esenciales								
Gramos por 100 gramos de aminoácidos esenciales en cada alimento								
Concepto	Leucina	Fenil Alanina	Lisina	Valina	Treonina	Isoleucina	Metionina	Triptófano
Nivel de proteína ideal*	19.4	16.7	15.3	13.9	11.1	11.1	9.7	2.8
Leche de vaca*	20.2					10.0	7.0	3.0
Diferencia Leche-Ideal	0.8	21.5	16.5	12.3	9.4	-1.1	-2.7	0.2
Amaranto (grano)*	14.8	4.8	1.2	-1.6	11.4	10.2	11.2	2.1
Diferencia Amaranto-Ideal	-4.6	23.1	16.6	10.3	11.4	-0.9	1.5	-0.7
Soya (grano)*	19.8	6.4	1.3	-3.3	0.3	11.6	6.6	3.3
Diferencia Soya-Ideal	0.4	6.4	1.3	-3.3	0.3	0.5	6.6	0.5
Trigo integral*	20.4	20.6	16.2	12.2	9.8	10.0	12.3	3.3
Diferencia Trigo-Ideal	1.0	20.6	16.2	12.2	9.8	0	12.3	0.5
Maíz (grano)**	35.6	3.9	0.9	-1.7	8.9	-1.1	2.6	1.7
Diferencia Maíz-Ideal	16.2	22.9	8.7	13.5	10.8	12.2	5.2	-1.1
Frijol**	21.7	6.2	7.8	-0.4	8	14.0	-4.5	2.4
Diferencia Frijol-Ideal	2.3	6.2	7.8	-0.4	8	14.0	-4.5	-0.4
Chile**	15.6	12.7	-7.5	14.0	11.0	2.9	2.6	2.7
Diferencia Chile-Ideal	-3.8	12.7	-7.5	14.0	11.0	2.9	2.6	2.7
Carne de res**	20.5	-4.0	19.1	0.1	0	17.3	1.7	-0.1
	1.1	14.1	3.8	15.1	-0.1	6.2	-8.0	2.9
								0.1

Elaboración de Alternativas y Procesos de Participación Social, a partir de:
 *Datos obtenidos de los análisis de laboratorio realizados por Indigenous Foods Consultants, Inc. Ann Arbor, Michigan (asesorados por Rodale R & D), tomados de *Amaranth Round-Up*, 1977, Rodale, Pennsylvania, USA, p. 40
 **Datos obtenidos a partir de Hernández, M. et al., 1974.

Fuente: Hernández M (1974)

ANEXOS A
DATOS EXPERIMENTALES

A. ANÁLISIS SENSORIAL DE CALIDAD Y ACEPTABILIDAD DE PAN

Nombre: _____

Fecha: _____

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

CARACTERÍSTICAS	ALTERNATIVAS	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	MUESTRA 4	MUESTRA 5
APARIENCIA	1. Muy mala	.....	.....	.....	.....	.....
	2. Mala	.....	.....	.....	.....	.....
	3. Regular	.....	.....	.....	.....	.....
	4. Buena	.....	.....	.....	.....	.....
	5. Muy buena	.....	.....	.....	.....	.....
COLOR	1. Muy Pálido	.....	.....	.....	.....	.....
	2. Pálido	.....	.....	.....	.....	.....
	3. Dorado	.....	.....	.....	.....	.....
	4. Oscuro	.....	.....	.....	.....	.....
	5. Muy oscuro	.....	.....	.....	.....	.....
SABOR	1. Desagrada mucho	.....	.....	.....	.....	.....
	2. Desagrada poco	.....	.....	.....	.....	.....
	3. Ni agrada ni desagrada	.....	.....	.....	.....	.....
	4. Agrada poco	.....	.....	.....	.....	.....
	5. Agrada mucho	.....	.....	.....	.....	.....
TEXTURA	1. Dura	.....	.....	.....	.....	.....
	2. Ligeramente dura	.....	.....	.....	.....	.....
	3. Ni dura ni suave	.....	.....	.....	.....	.....
	4. Ligeramente Suave	.....	.....	.....	.....	.....
	5. Suave	.....	.....	.....	.....	.....
ACEPTABILIDAD	1. Desagrada mucho	.....	.....	.....	.....	.....
	2. Desagrada poco	.....	.....	.....	.....	.....
	3. Ni agrada ni desagrada	.....	.....	.....	.....	.....
	4. Agrada poco	.....	.....	.....	.....	.....
	5. Agrada mucho	.....	.....	.....	.....	.....

COMENTARIOS:.....

Gracias por su colaboración.

TABLA A1. FORMULACIONES PARA FARINOGRAFÍA Y GRANULOMETRÍA

TRATAMIENTOS	
T1 Amaranto blanco Molino de acero	A0B0
T2 Amaranto blanco Molino de piedra	A0B1
T3 Amaranto negro Molino de acero	A1B0
T4 Amaranto negro Molino de piedra	A1B1

Elaborado por: Grace De Prada,2011

TABLA A2. RENDIMIENTO DE HARINA DE AMARANTO

Muestras	Rendimiento
amaranto blanco con molino de acero	83,66%
amaranto negro con molino de acero	86,66%
amaranto blanco con molino de piedra	87%
amaranto negro con molino de piedra	88.27%

Elaborado por: Grace De Prada,2011

TABLA A3. VALORACIONES DEL MÓDULO DE FINURA Y UNIFORMIDAD DE HARINA DE AMARANTO

TRATAMIENTOS	Módulo de finura	módulo de uniformidad
amaranto blanco con molino de acero	2,375	0,95:7,55:0,75
amaranto blanco con molino de piedra	1,91	0,4:6,2:2,7
amaranto negro con molino de acero	2,805	1,4:7,85:0,1
amaranto negro con molino de piedra	2,5	1,4:7,4:0,4

Elaborado por: Grace De Prada,2011

TABLA A4. VALORACIONES PARA GRANULOMETRÍA

Réplicas	muestras de harina de amaranto	tamices				
		40	60	80	100	base
R1	amaranto blanco con molino de acero	6	44	34	6	4
R2	amaranto blanco con molino de acero	13	43	30	4	1
R1	amaranto blanco con molino de piedra	5	30	29	22	8
R2	amaranto blanco con molino de piedra	3	32	33	18	6
R1	amaranto negro con molino de acero	14	68	9	1	0
R2	amaranto negro con molino de acero	14	65	15	1	0
R1	amaranto negro con molino de piedra	16	43	30	3	1
R2	amaranto negro con molino de piedra	12	43	32	3	1

Elaborado por: Grace De Prada,2011

TABLA A5. VALORACIONES PARA FARINOGRAFÍA

Réplicas	Muestras de harina de amaranto	Absorción de agua	Tiempo de desarrollo	Estabilidad	Índice de tolerancia	Humedad
R1	T1 amaranto blanco con molino de acero	55,6	0,5	1	60	9,457
R2	T1 amaranto blanco con molino de acero	55,6	0,8	1	100	
R1	T2 amaranto blanco con molino de piedra	59,4	0,5	1,5	160	11,526
R2	T2 amaranto blanco con molino de piedra	59,6	0,8	1,5	80	
R1	T3 amaranto negro con molino de acero	59	1,8	1,5	0	10,437
R2	T3 amaranto negro con molino de acero	59,2	6	2	0	
R1	T4 amaranto negro con molino de piedra	46	19	5	0	10,727
R2	T4 amaranto negro con molino de piedra	46	20	2,5	0	

Elaborado por: Grace De Prada

TABLA A6. VALORACIONES PARA FARINOGRAFÍA

Tratamientos	Absorción de agua	tiempo de desarrollo	estabilidad	índice de tolerancia
t1	55,6	0,65	1	80
t2	59,5	0,65	1,5	120
t3	59,1	3,9	1,75	0
t4	46	19,5	3,75	0

Elaborado por: Grace De Prada

TABLA A7. RESULTADO DE LAS PRUEBAS SENSORIALES PARA EL ATRIBUTO APARIENCIA

catadores	Muestra 1		Muestra 2		Muestra 3		Muestra 4		Muestra 5	
	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2
1	5	5	3	3	4	3	4	3	4	3
2	3	4	2	2	3	4	2	2	3	4
3	3	4	4	1	2	3	1	2	3	3
4	4	5	2	4	4	4	1	4	4	5
5	5	3	2	2	5	3	2	2	4	3
6	5	4	4	3	2	4	3	2	3	3
7	4	4	3	3	2	4	1	3	2	2
8	3	4	2	4	3	4	2	3	3	3
9	3	5	2	4	2	3	2	4	3	5
10	5	4	4	2	4	4	3	2	4	4
11	4	4	2	3	2	3	2	3	4	3
12	4	4	2	3	1	4	2	3	4	2
13	4	4	3	2	2	3	2	4	4	3
14	4	5	2	2	2	3	2	1	4	4
15	4	4	2	2	3	4	3	3	3	3
16	4	4	3	4	3	3	3	3	4	4
17	4	4	2	1	2	3	1	1	2	2
18	4	5	1	1	2	3	2	2	4	4
19	3	4	2	2	3	4	2	2	4	4
20	3	3	2	2	2	3	3	3	3	3

Elaborado por: Grace De Prada

TABLA A8. RESULTADO DE LAS PRUEBAS SENSORIALES PARA EL ATRIBUTO COLOR

catadores	Muestra 1		Muestra 2		Muestra 3		Muestra 4		Muestra 5	
	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2
1	3	3	2	4	3	2	3	5	3	2
2	3	2	5	5	3	3	5	5	3	3
3	1	1	5	4	2	3	5	4	2	2
4	3	2	4	5	2	3	5	4	3	3
5	2	2	4	4	3	3	5	4	3	3
6	3	2	4	4	2	3	5	5	4	3
7	2	3	5	4	4	3	5	4	3	3
8	1	2	5	4	3	3	5	4	4	2
9	2	3	5	4	1	2	5	2	3	3
10	3	2	2	5	2	3	4	5	3	3
11	1	2	3	5	2	4	3	5	2	3
12	1	2	4	4	1	2	4	1	2	4
13	3	3	5	4	2	3	4	4	3	3
14	2	2	5	4	1	1	5	4	3	3
15	3	2	2	3	3	3	4	4	2	2
16	2	3	4	3	3	2	4	5	3	2
17	4	4	1	1	3	2	1	2	2	2
18	3	3	4	4	4	4	2	1	4	3
19	3	2	4	4	3	3	4	4	3	3
20	2	3	4	3	3	4	4	5	2	1

Elaborado por: Grace De Prada

TABLA A9. RESULTADO DE LAS PRUEBAS SENSORIALES PARA EL ATRIBUTO SABOR

catadores	Muestra 1		Muestra 2		Muestra 3		Muestra 4		Muestra 5	
	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2
1	3	4	4	3	2	3	1	1	5	3
2	3	4	2	5	2	2	1	3	4	4
3	3	4	1	3	1	4	1	1	2	4
4	3	5	3	5	2	4	5	2	4	3
5	4	3	2	3	5	4	2	2	4	3
6	5	4	4	5	3	4	1	1	3	4
7	3	3	2	4	1	4	1	4	1	5
8	3	3	3	4	4	3	1	3	4	4
9	4	5	1	5	2	4	4	2	3	5
10	3	4	2	3	4	2	4	1	4	4
11	5	4	1	5	2	5	2	1	3	4
12	5	3	2	4	1	4	2	2	3	2
13	4	5	2	4	3	4	1	1	4	1
14	4	4	2	2	3	4	2	2	5	3
15	3	2	1	2	2	3	2	3	4	4
16	5	4	2	2	4	3	2	3	4	5
17	3	3	5	4	3	4	5	2	4	4
18	4	3	3	3	4	4	1	2	4	4
19	3	4	4	4	4	3	2	2	5	4
20	2	2	4	3	4	3	2	2	3	4

Elaborado por: Grace De Prada

TABLA A10. RESULTADO DE LAS PRUEBAS SENSORIALES PARA EL ATRIBUTO TEXTURA

catadores	Muestra 1		Muestra 2		Muestra 3		Muestra 4		Muestra 5	
	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2
1	1	4	1	3	4	4	3	3	3	3
2	3	2	3	3	3	4	3	3	3	4
3	4	3	5	2	5	2	5	3	5	3
4	2	5	3	5	3	5	3	4	3	5
5	5	4	4	3	5	3	5	2	5	3
6	3	3	3	3	1	4	3	3	2	2
7	3	4	4	4	3	5	5	3	5	4
8	3	2	4	4	3	4	4	2	2	4
9	2	2	2	3	5	3	4	5	2	5
10	3	2	4	4	4	2	4	4	4	3
11	2	4	2	5	2	5	2	4	3	4
12	2	4	2	4	2	4	2	3	3	4
13	3	3	4	5	3	2	2	2	4	3
14	3	2	4	4	2	3	3	4	5	4
15	4	5	4	4	2	3	3	2	3	2
16	3	4	2	3	3	3	4	3	3	4
17	4	4	5	4	5	4	5	4	4	4
18	5	5	4	4	4	3	4	4	3	4
19	4	4	4	4	4	3	3	4	5	4
20	3	4	5	4	5	4	4	4	3	3

Elaborado por: Grace De Prada

TABLA A11. RESULTADO DE LAS PRUEBAS SENSORIALES PARA EL ATRIBUTO ACEPTABILIDAD

catadores	Muestra 1		Muestra 2		Muestra 3		Muestra 4		Muestra 5	
	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2
1	4	4	5	3	3	4	2	1	3	3
2	3	4	2	3	3	2	1	3	4	4
3	3	4	1	3	1	4	1	1	2	4
4	4	5	3	5	2	4	1	2	4	3
5	5	4	2	3	5	3	2	1	3	4
6	5	4	4	5	3	3	1	1	3	3
7	4	4	2	5	1	4	1	4	1	4
8	3	3	4	4	3	3	2	2	4	4
9	4	5	1	4	2	4	4	3	2	5
10	4	2	2	4	4	3	3	2	4	4
11	2	4	2	5	2	5	2	1	3	3
12	3	4	5	3	5	3	4	2	4	1
13	4	5	3	4	3	4	1	2	4	2
14	4	4	2	3	3	2	2	3	5	4
15	4	5	1	2	2	2	2	3	4	5
16	4	4	2	3	4	4	2	3	4	4
17	3	4	2	3	4	3	1	2	3	4
18	5	4	4	4	4	4	2	3	4	4
19	3	3	4	4	4	3	2	2	5	5
20	2	2	4	4	4	3	2	3	3	4

Elaborado por: Grace De Prada

ANEXO B
ANÁLISIS DE VARIANZA
PRUEBAS DE SIGNIFICACIÓN

B1. GRANULOMETRÍA TAMIZ (BASE)

TABLA B1.1 Análisis de varianza ANOVA para Granulometría Tamiz Base

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:VARIEDADES DE AMARANTO	36,125	1	36,125	32,11	0,0109
B:TIPO DE MOLINO	15,125	1	15,125	13,44	0,0351
C:REPLICA	3,125	1	3,125	2,78	0,1942
INTERACCIONES					
AB	6,125	1	6,125	5,44	0,1018
RESIDUOS	3,375	3	1,125		
TOTAL (CORREGIDO)	63,875	7			

Elaborado por: Grace De Prada

B2. GRANULOMETRÍA TAMIZ #40

TABLA B2.1 Análisis de varianza ANOVA para Granulometría Tamiz 40

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:VARIEDADES DE AMARANTO	105,125	1	105,125	9,17	0,0564
B:TIPO DE MOLINO	15,125	1	15,125	1,32	0,3339
C:REPLICA	0,125	1	0,125	0,01	0,9234
INTERACCIONES					
AB	15,125	1	15,125	1,32	0,3339
RESIDUOS	34,375	3	11,4583		
TOTAL (CORREGIDO)	169,875	7			

Elaborado por: Grace De Prada

B3. GRANULOMETRÍA TAMIZ #60

TABLA B3.1 Análisis de varianza ANOVA para Granulometría Tamiz 60

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:VARIEDADES DE AMARANTO	612,5	1	612,5	282,69	0,0005
B:TIPO DE MOLINO	648,0	1	648,0	299,08	0,0004
C:REPLICA	0,5	1	0,5	0,23	0,6638
INTERACCIONES					
AB	60,5	1	60,5	27,92	0,0132
RESIDUOS	6,5	3	2,16667		
TOTAL (CORREGIDO)	1328,0	7			

Elaborado por: Grace De Prada

Diferencia mínima significativa de Tukey

$$T = q \sqrt{\frac{CME}{n}}$$

TUCKEY GRANULOMETRÍA TAMIZ # 60

$$q = 6.82$$

$$Tuckey = 5,019$$

TABLA B3.2. Diferencia mínima de Tukey para Granulometría Tamiz 60

Tratamientos promedios	T3 31	T4 43	T1 43,5	T2 66,5
T3 31	0	12*	12,5*	35,5*
T4 43		0	0,5	23,5*
T1 43,5			0	23*
T2 66,5				0

Elaborado por: Grace De Prada.

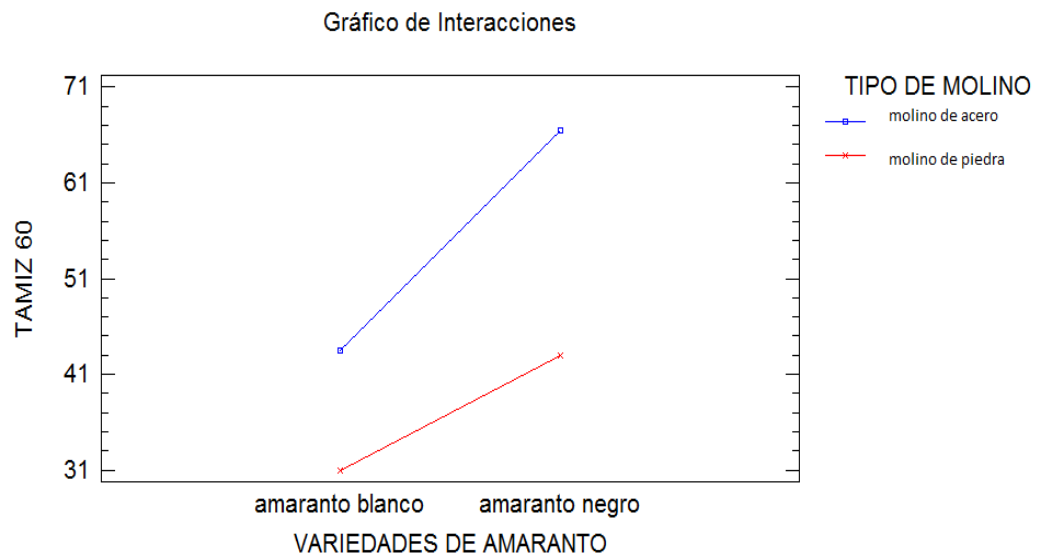
* SIGNIFICANCIA

TABLA B3.3. Subconjuntos de tratamientos establecidos mediante la prueba de Tukey para Granulometría Tamiz 60

Tratamientos	Promedios	Subconjuntos
t2 A0B1	31	c
t4 A1B1	43	b
t1 A0B0	43,5	b
t3 A1B0	66,5	a

Elaborado por: Grace De Prada.

Gráfico B3.1. Gráfico de interacciones Variedades de amaranto (Iniap Alegría y Sangorache) con el tipo de molino (muelas de acero y piedra) para Tamiz 60



e
Elaborado por: Grace De Prada.

B4. GRANULOMETRÍA TAMIZ #80

TABLA B4.1 Análisis de varianza ANOVA para Granulometría Tamiz 80

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:VARIEDADES DE AMARANTO	162,0	1	162,0	17,36	0,0252
B:TIPO DE MOLINO	200,0	1	200,0	21,43	0,0190
C:REPLICA	8,0	1	8,0	0,86	0,4228
INTERACCIONES					
AB	200,0	1	200,0	21,43	0,0190
RESIDUOS	28,0	3	9,33333		
TOTAL (CORREGIDO)	598,0	7			

Elaborado por: Grace De Prada

TUCKEY PARA GRANULOMETRÍA TAMIZ # 80

$$q = 6.82$$

$$\text{Tukey} = 4,12$$

TABLA B4.2 Diferencia mínima de Tukey para Granulometría Tamiz 80

Tratamientos promedios		T2	T3	T4	T1
		12	31	31	32
T2	12	0	19*	19*	20*
T3	31		0	0	1
T4	31			0	1
T1	32				0

Elaborado por: Grace De Prada.

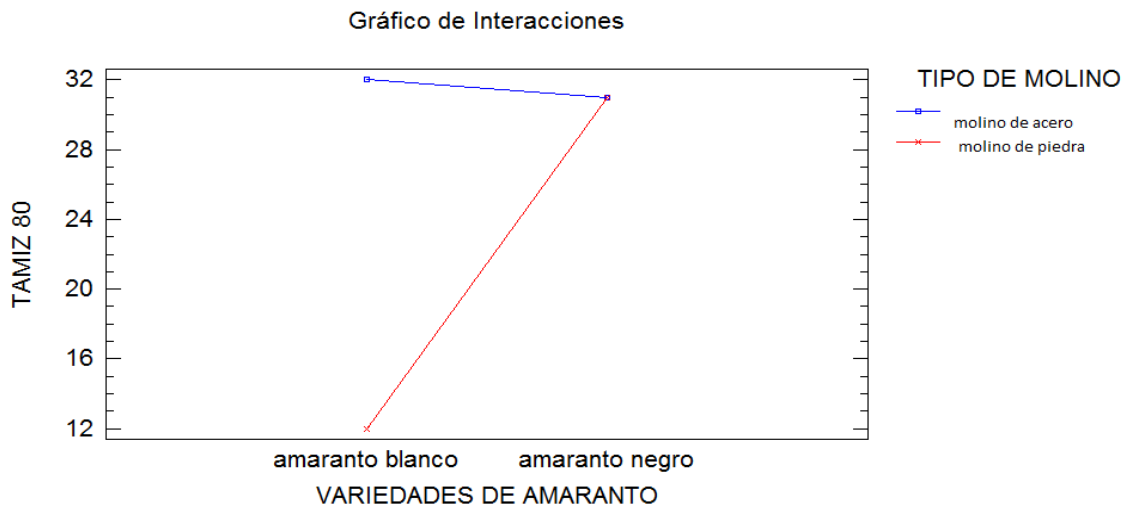
* SIGNIFICANCIA

TABLA B4.3. Subconjuntos de tratamientos establecidos mediante la prueba de Tukey para Granulometría Tamiz 80

Tratamientos	Promedios	Subconjuntos
t2 A0B1	12	b
t3 A1B0	31	a
t4 A1B1	31	a
t1 A0B0	32	a

Elaborado por: Grace De Prada.

Gráfico B4.3. Gráfico de interacciones Variedades de amaranto (Iniap Alegría y Sangorache) con el tipo de molino (muelas de acero y piedra) para Tamiz 80



Elaborado por: Grace De Prada.

B5. GRANULOMETRÍA TAMIZ #100

TABLA B5.1. Análisis de varianza ANOVA para Granulometría Tamiz 100

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:VARIEDADES DE AMARANTO	220,5	1	220,5	120,27	0,0016
B:TIPO DE MOLINO	144,5	1	144,5	78,82	0,0030
C:REPLICA	4,5	1	4,5	2,45	0,2152
INTERACCIONES					
AB	84,5	1	84,5	46,09	0,0065
RESIDUOS	5,5	3	1,83333		
TOTAL (CORREGIDO)	459,5	7			

Elaborado por: Grace De Prada

ANALISIS ESTADISTICO GRANULOMETRÍA TAMIZ # 100

$$q = 6.82$$

$$\text{Tuckey} = 4,62$$

TABLA B5.2. Diferencia mínima de Tuckey para Granulometría Tamiz 100

Tratamientos promedios		T3 1	T4 3	T1 5	T2 20
T2	1	0	2	4	19*
T4	3		0	2	17*
T1	5			0	15*
T2	20				0

Elaborado por: Grace De Prada.

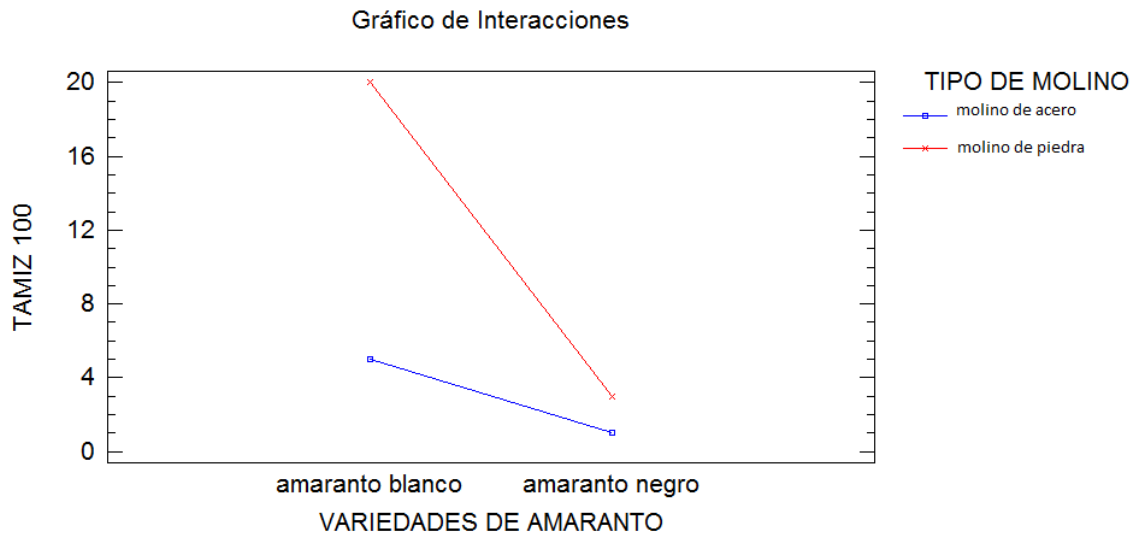
* SIGNIFICANCIA

TABLA B5.3. Subconjuntos de tratamientos establecidos mediante la prueba de Tukey para Granulometría Tamiz 100

Tratamientos	Promedios	Subconjuntos
t3 A1B0	1	b
t4 A1B1	3	b
t1 A0B0	5	b
t2 A0B1	20	a

Elaborado por: Grace De Prada.

Gráfico B3.3. Gráfico de interacciones Variedades de amaranto (Iniap Alegría y Sangorache) con el tipo de molino (muelas de acero y piedra) para Tamiz 100



Elaborado por: Grace De Prada.

B6 Absorción de agua

TABLA B6.1 Análisis de varianza ANOVA para Farinografía en Absorción de agua

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:VARIEDADES DE AMARANTO	50,0	1	50,0	7500,00	0,0000
B:TIPO DE MOLINO	42,32	1	42,32	6348,00	0,0000
C:REPLICAS	0,02	1	0,02	3,00	0,1817
INTERACCIONES					
AB	144,5	1	144,5	21675,00	0,0000
RESIDUOS	0,02	3	0,00666667		
TOTAL (CORREGIDO)	236,86	7			

Elaborado por: Grace De Prada

TUKEY FARINOGRFÍA EN ABSORCIÓN DE AGUA

$$q = 6.82$$

$$\text{Tukey} = 0,28$$

TABLA B6.2. Diferencia mínima de Tukey para Farinografía en Absorción de agua.

		T4	T1	T3	T2
Tratamientos	Promedios	46	55,6	59,1	59,5
T4	46	0	9,6*	13,1*	13,5*
T1	55,6		0	3,5*	3,9*
T3	59,1			0	0,4*
T2	59,5				0

Elaborado por: Grace De Prada

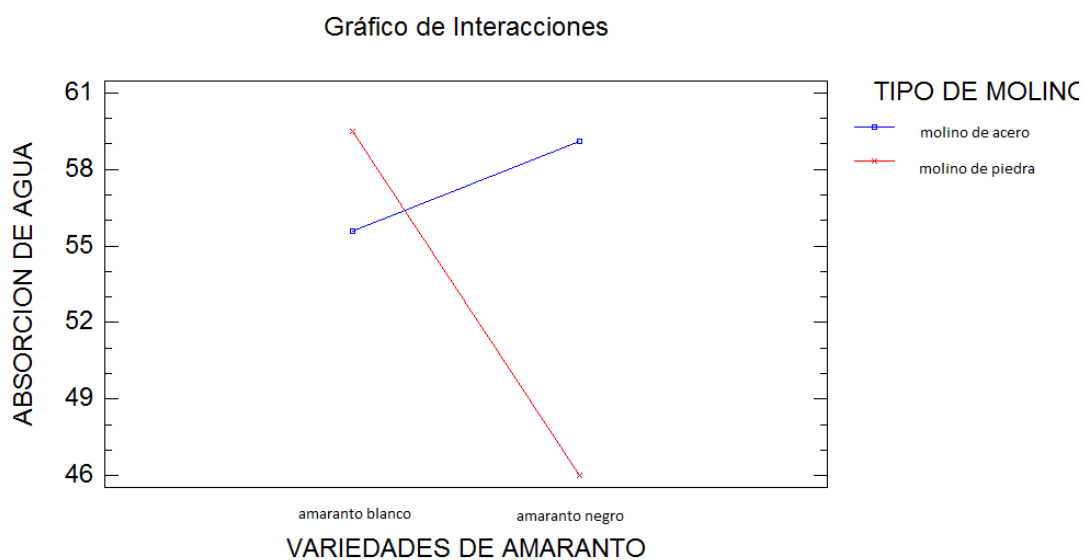
* SIGNIFICANCIA

TABLA B6.3. Subconjuntos de tratamientos establecidos mediante la prueba de Tukey para Absorción de agua

Tratamientos	Promedios	Subconjuntos
t4 A1B1	46	d
t1 A0B0	55,6	c
t3 A1B0	59,1	b
t2 A0B1	59,5	a

Elaborado por: Grace De Prada.

Gráfico 6.3 Gráfico de interacciones Variedades de amaranto (Iniap Alegría y Sangorache) con el tipo de molino (muelas de acero y piedra) para Absorción de agua



Elaborado por: Grace De Prada

B7 Tiempo de desarrollo

TABLA B7.1 Análisis de varianza ANOVA para Farinografía en Tiempo de desarrollo.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:VARIEDADES DE AMARANTO	244,205	1	244,205	140,75	0,0013
B:TIPO DE MOLINO	121,68	1	121,68	70,13	0,0036
C:REPLICA	4,205	1	4,205	2,42	0,2174
INTERACCIONES					
AB	121,68	1	121,68	70,13	0,0036
RESIDUOS	5,205	3	1,735		
TOTAL (CORREGIDO)	496,975	7			

Elaborado por: Grace De Prada

TUCKEY PARA FARINOGRAFÍA TIEMPO DE DESARROLLO

$$q=6.82$$

$$\text{Tuckey}=4,49$$

TABLA B7.2 Diferencia mínima de Tuckey para Farinografía en Tiempo de desarrollo.

Tratamientos promedios	T1	T2	T3	T4
	0,65	0,65	3,9	19,5
T1	0,65	0	3,25	18,85*
T2	0,65	0	3,25	18,85*
T3	3,9		0	15,6*
T4	19,5			0

Elaborado por: Grace De Prada

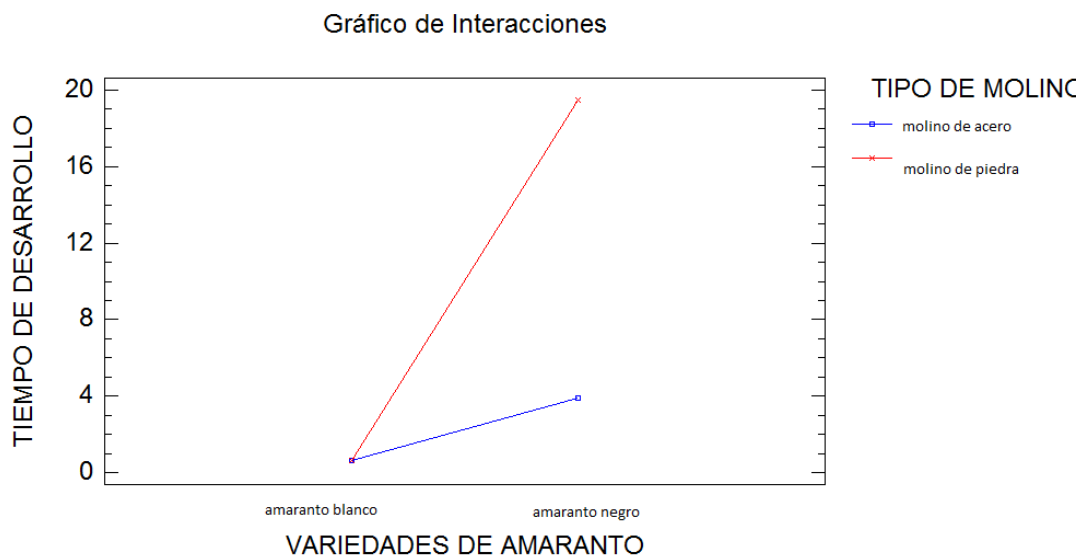
* SIGNIFICANCIA

TABLA B7.3. Subconjuntos de tratamientos establecidos mediante la prueba de Tukey para Tiempo de desarrollo

Tratamientos	Promedios	Subconjuntos
t1 A0B0	0,65	b
t2 A0B1	0,65	b
t3 A1B0	3,9	b
t4 A1B1	19,5	a

Elaborado por: Grace De Prada.

Gráfico 7.3 Gráfico de interacciones Variedades de amaranto (Iniap Alegría y Sangorache) con el tipo de molino (muelas de acero y piedra) para Tiempo de desarrollo.



Elaborado por: Grace De Prada

B8 Estabilidad

TABLA B8.1 Análisis de varianza ANOVA para Farinografía en Estabilidad.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:VARIEDADES DE AMARANTO	4,5	1	4,5	4,91	0,1135
B:TIPO DE MOLINO	3,125	1	3,125	3,41	0,1620
C:REPLICA	0,5	1	0,5	0,55	0,5137
INTERACCIONES					
AB	1,125	1	1,125	1,23	0,3488
RESIDUOS	2,75	3	0,916667		
TOTAL (CORREGIDO)	12,0	7			

Elaborado por: Grace De Prada

B9. Índice de Tolerancia.

TABLA B9.1 Análisis de varianza ANOVA para Farinografía en Índice de Tolerancia.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:VARIEDADES DE AMARANTO	20000,0	1	20000,0	15,79	0,0285
B:TIPO DE MOLINO	800,0	1	800,0	0,63	0,4848
C:REPLICA	200,0	1	200,0	0,16	0,7177
INTERACCIONES					
AB	800,0	1	800,0	0,63	0,4848
RESIDUOS	3800,0	3	1266,67		
TOTAL (CORREGIDO)	25600,0	7			

Elaborado por: Grace De Prada

EVALUACIÓN SENSORIAL DEL MEJOR TRATAMIENTOS DE PAN MEDIANTE

ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

Tabla B10. Descripción de las muestras de pan

Tratamientos	Descripción
1	Harina de trigo 100%
2	Harina de trigo 70% + Harina de amaranto negro con molino de acero 30%
3	Harina de trigo 70% + Harina de amaranto blanco con molino de piedra 30%
4	Harina de trigo 70% + Harina de amaranto negro con molino de piedra 30%
5	Harina de trigo 70% + Harina de amaranto blanco con molino de acero 30%

Elaborado por: Grace De Prada.

TABLA B11. CALIFICACIONES PROMEDIO PARA ACEPTABILIDAD DE PAN

CATADOR	APARIENCIA					COLOR					SABOR					TEXTURA					ACEPTABILIDAD				
	T1	T2	T3	T4	T5	T1	T2	T3	T4	T5	T1	T2	T3	T4	T5	T1	T2	T3	T4	T5	T1	T2	T3	T4	T5
1	5	3	3,5	3,5	3,5	3	3	2,5	4	2,5	3,5	3,5	2,5	1	4	2,5	2	4	3	3	4	4	3,5	1,5	3
2	3,5	2	3,5	2	3,5	2,5	5	3	5	3	3,5	3,5	2	2	4	2,5	3	3,5	3	3,5	3,5	2,5	2,5	2	4
3	3,5	2,5	2,5	1,5	3	1	5	2,5	4,5	2	3,5	2	2,5	1	3	3,5	3,5	3,5	4	4	3,5	2	2,5	1	3
4	4,5	3	4	2,5	4,5	2,5	5	2,5	4,5	3	4	4	3	3,5	3,5	3,5	4	4	3,5	4	4,5	4	3	1,5	3,5
5	4	2	4	2	3,5	2	4	3	4,5	3	3,5	2,5	4,5	2	3,5	4,5	3,5	4	3,5	4	4,5	2,5	4	1,5	3,5
6	4,5	3,5	3	2,5	3	2,5	4	2,5	5	3,5	4,5	4,5	3,5	1	3,5	3	3	2,5	3	2	4,5	4,5	3	1	3
7	4	3	3	2	2	2,5	5	3,5	4,5	3	3	3	2,5	2,5	3	3,5	4	4	4	4,5	4	3,5	2,5	2,5	2,5
8	3,5	3	3,5	2,5	3	1,5	5	3	4,5	3	3	3,5	3,5	2	4	2,5	4	3,5	3	3	3	4	3	2	4
9	4	3	2,5	3	4	2,5	5	1,5	3,5	3	4,5	3	3	3	4	2	2,5	4	4,5	3,5	4,5	2,5	3	3,5	3,5
10	4,5	3	4	2,5	4	2,5	4	2,5	4,5	3	3,5	2,5	3	2,5	4	2,5	4	3	4	3,5	3	3	3,5	2,5	4
11	4	2,5	2,5	2,5	3,5	1,5	4	3	4	2,5	4,5	3	3,5	1,5	3,5	3	3,5	3,5	3	3,5	3	3,5	3,5	1,5	3
12	4	2,5	2,5	2,5	3	1,5	4	1,5	2,5	3	4	3	2,5	2	2,5	3	3	3	2,5	3,5	3,5	4	4	3	2,5
13	4	2,5	2,5	3	3,5	3	5	2,5	4	3	4,5	3	3,5	1	2,5	3	4,5	2,5	2	3,5	4,5	3,5	3,5	1,5	3
14	4,5	2	2,5	1,5	4	2	5	1	4,5	3	4	2	3,5	2	4	2,5	4	2,5	3,5	4,5	4	2,5	2,5	2,5	4,5
15	4	2	3,5	3	3	2,5	3	3	4	2	2,5	1,5	2,5	2,5	4	4,5	4	2,5	2,5	2,5	4,5	1,5	2	2,5	4,5
16	4	3,5	3	3	4	2,5	4	2,5	4,5	2,5	4,5	2	3,5	2,5	4,5	3,5	2,5	3	3,5	3,5	4	2,5	4	2,5	4
17	4	1,5	2,5	1	2	4	1	2,5	1,5	2	3	4,5	3,5	3,5	4	4	4,5	4,5	4,5	4	3,5	2,5	3,5	1,5	3,5
18	4,5	1	2,5	2	4	3	4	4	1,5	3,5	3,5	3	4	1,5	4	5	4	3,5	4	3,5	4,5	4	4	2,5	4
19	3,5	2	3,5	2	4	2,5	4	3	4	3	3,5	4	3,5	2	4,5	4	4	3,5	3,5	4,5	3	4	3,5	2	5
20	3	2	2,5	3	3	2,5	4	3,5	4,5	1,5	2	3,5	3,5	2	3,5	3,5	4,5	4,5	4	3	2	4	3,5	2,5	3,5

Elaborado por: Grace De Prada.

PRUEBA DE DUNNET

Diseño bloques completos:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_j + \beta_i + \varepsilon_{ij}$$

$$DMS_{dunnet} = t_{dunnet} \sqrt{\frac{2CME}{n}}$$

Hipótesis para la prueba de Dunnet:

H₀: Tratamientos= control

H₁: Tratamientos≠ control

B12. ATRIBUTO APARIENCIA

TABLA B12.1. Análisis de varianza ANOVA para Atributo APARIENCIA

Análisis de varianza para apariencia tipo III SUMA DE CUADRADOS

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Tratamientos	37,165	4	9,29125	33,57	0,0000
B:catadores	13,6275	19	0,717237	2,59	0,0018
RESIDUO	21,035	76	0,276776		
TOTAL (CORREGIDO)	71,8275	99			

Elaborado por: Grace De Prada

$$t_{\text{dunnet}} = 2,16$$

$$DMS_{\text{dunnet}} = \mathbf{0,359}$$

Tabla B12.2. Prueba de la DMS de Dunnet, para la apariencia

TRATAMIENTOS	PROMEDIOS	DIFERENCIAS	VALORES	
1	4,025			
2	2,475	T2-T1	1,55	Es diferente al control
3	3,05	T3-T1	0,975	Es diferente al control
4	2,375	T4-T1	1,65	Es diferente al control
5	3,4	T5-T1	0,625	Es diferente al control

Elaborado por: Grace De Prada

B13. ATRIBUTO COLOR

TABLA B13.1. Análisis de varianza ANOVA para Atributo COLOR

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Tratamientos	44,275	4	11,0688	18,36	
B:Catadores	12,0875	19	0,636184	1,06	
RESIDUO	45,825	76	0,602961		
TOTAL (CORREGIDO)	102,188	99			

Elaborado por: Grace De Prada

$$t_{\text{dunnet}} = 2,16$$

$$DMS_{\text{dunnet}} = \mathbf{0,530}$$

Tabla B13.1. Prueba de la DMS de Dunnet, para la coloración

TRATAMIENTOS	PROMEDIOS	DIFERENCIAS	VALORES	
1	2,375			
2	3,875	T2-T1	1,5	Es diferente al testigo
3	2,65	T3-T1	0,275	No es diferente al testigo
4	3,975	T4-T1	1,6	Es diferente al testigo
5	2,75	T5-T1	0,375	No es diferente al testigo

Elaborado por: Grace De Prada

B14. ATRIBUTO SABOR

TABLA B14.1. Análisis de varianza ANOVA para Atributo SABOR

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Tratamientos	34,26	4	8,565	18,16	0,0000
B:Catadores	10,96	19	0,5768	1,22	0,2625
RESIDUO	35,84	76	0,4715		
TOTAL (CORREGIDO)	81,06	99			

Elaborado por: Grace De Prada

$$t_{\text{dunnet}} = 2,16$$

$$DMS_{\text{dunnet}} = \mathbf{0,469}$$

Tabla B14.2. Prueba de la DMS de Dunnet, para el atributo sabor

TRATAMIENTOS	PROMEDIOS	DIFERENCIAS	VALORES	
1	3,625			
2	3,075	T2-T1	0,55	Es diferente al testigo
3	3,175	T3-T1	0,45	No es diferente al testigo
4	2,05	T4-T1	1,575	Es diferente al testigo
5	3,675	T5-T1	0,05	No es diferente al testigo

Elaborado por: Grace De Prada

B15. ATRIBUTO ACEPTABILIDAD

TABLA B15.1. Análisis de varianza ANOVA para Atributo ACEPTABILIDAD

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Tratamientos	35,81	4	8,9525	17,23	0,0000
B:Catadores	7,81	19	0,4110	0,79	
RESIDUO	39,49	76	0,5196		
TOTAL (CORREGIDO)	83,11	99			

Elaborado por: Grace De Prada

$$t_{\text{dunnet}} = 2,16$$

$$DMS_{\text{dunnet}} = \mathbf{0,530}$$

Tabla B15.2. Prueba de la DMS de Dunnet, para el atributo aceptabilidad

TRATAMIENTOS	PROMEDIOS	DIFERENCIAS	VALORES	
1	3,775	T2-T1	0,55	Es diferente al testigo
2	3,225	T3-T1	0,55	Es diferente al testigo
3	3,225	T4-T1	1,725	Es diferente al testigo
4	2,05	T5-T1	0,2	No es diferente al testigo
5	3,575			

Elaborado por: Grace De Prada

B16. Atributo textura

TABLA B16.1. Análisis de varianza ANOVA para Atributo TEXTURA

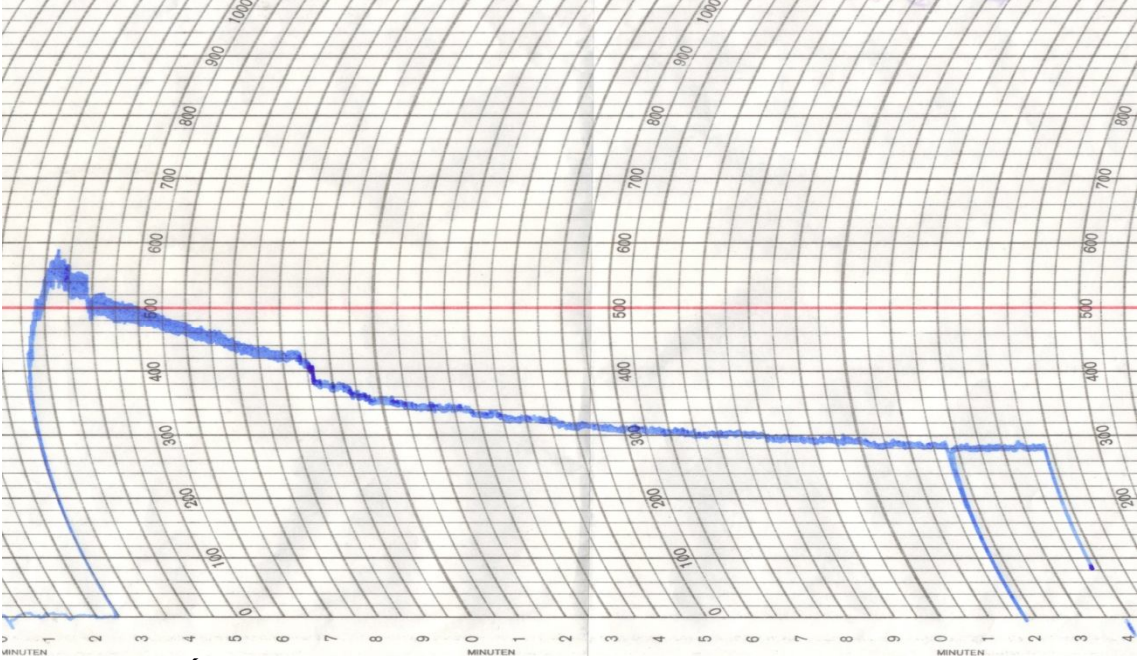
Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Tratamientos	1,09	4	0,2725	0,73	0,5715
B:Catadores	18,3275	19	0,9646	2,60	0,0018
RESIDUO	28,21	76	0,371		
TOTAL (CORREGIDO)	47,6275	99			

Elaborado por: Grace De Prada

ANEXO C

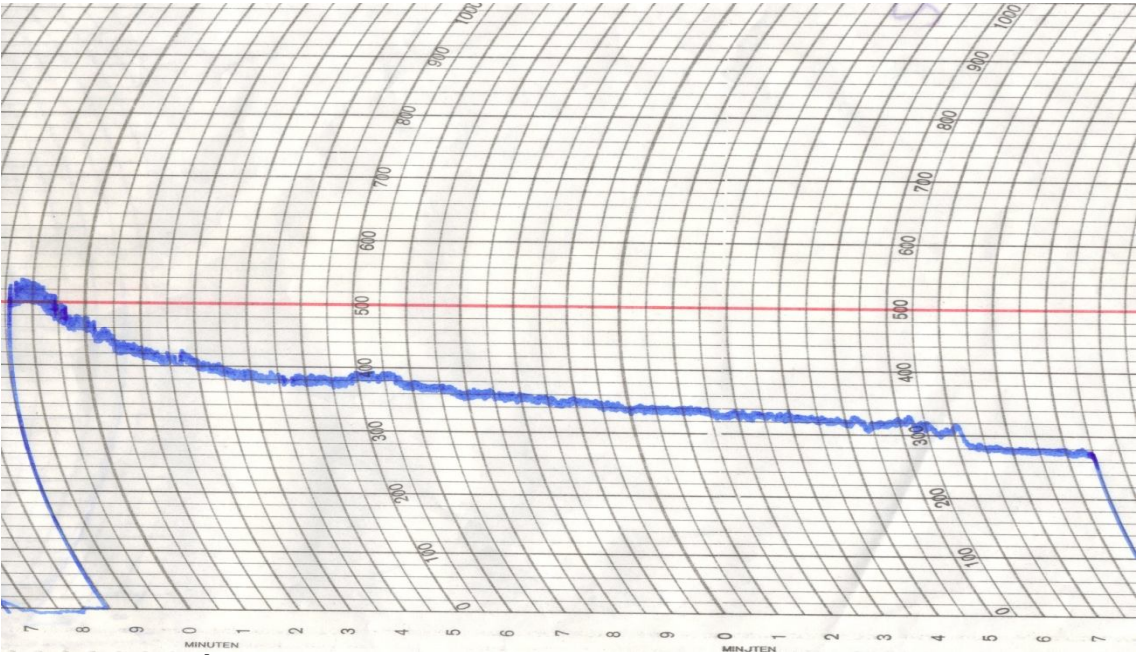
FIGURAS

FIGURA 2 "Amaranto blanco (molino de acero) Réplica 1"



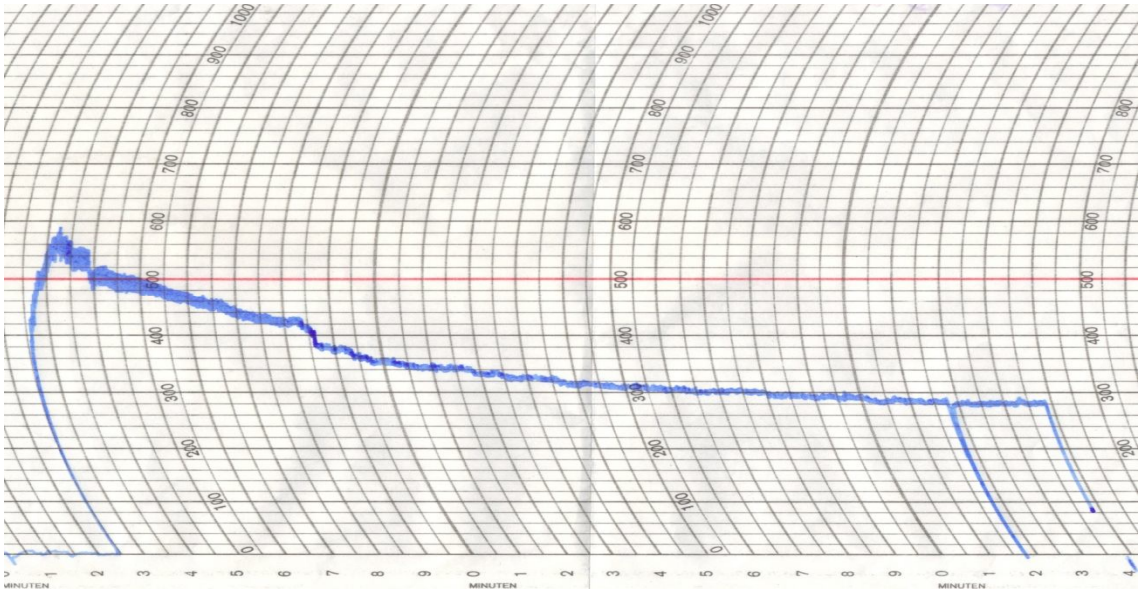
Fuente: FARINÓGRAFO BRABENDER

FIGURA 3 "Amaranto blanco (molino de acero) Réplica 2"



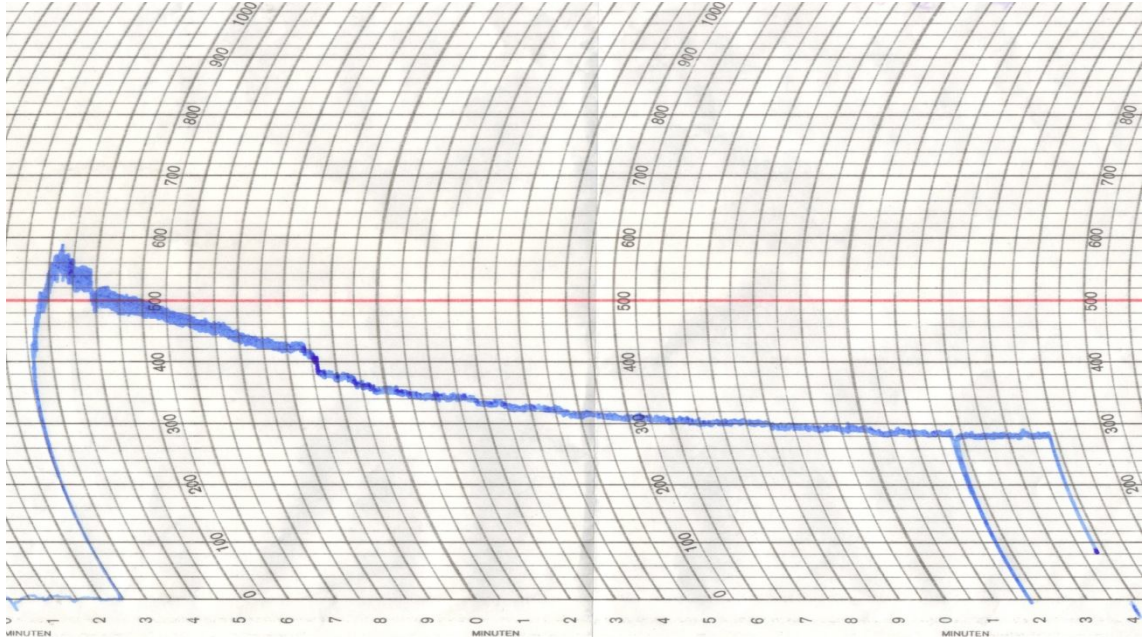
Fuente: FARINÓGRAFO BRABENDER

FIGURA 4 "Amaranto blanco (molino de piedra) Réplica 1"



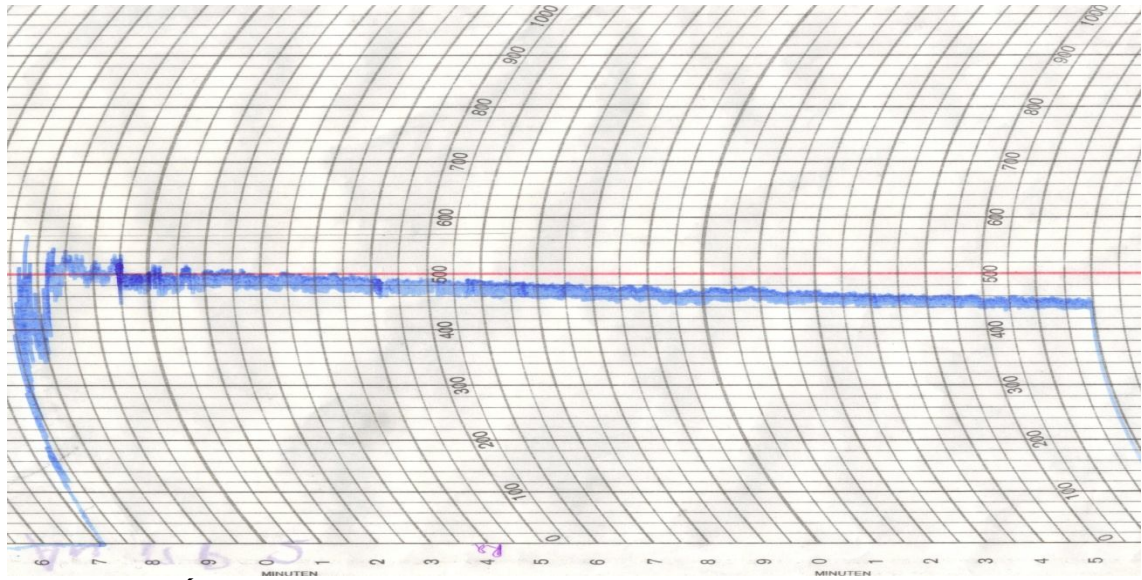
Fuente: FARINÓGRAFO BRABENDER

FIGURA 5 "Amaranto blanco (molino de piedra) Réplica 2"



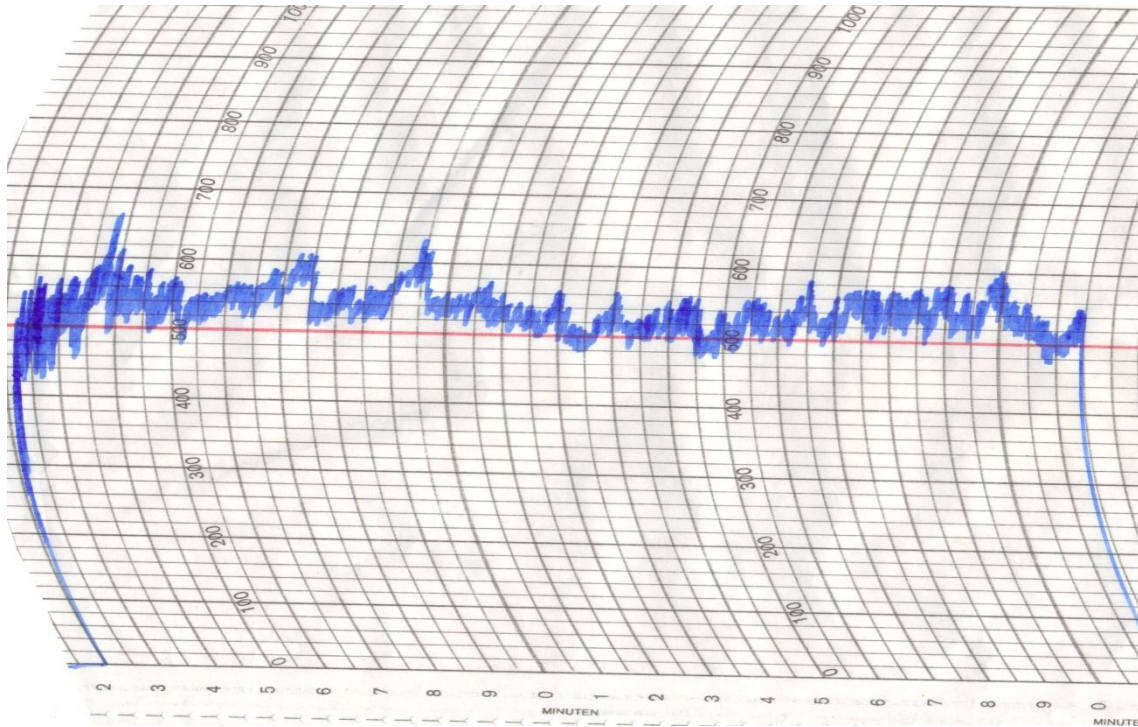
Fuente: FARINÓGRAFO BRABENDER

FIGURA 6 "Amaranto negro (molino de acero) Réplica 1"



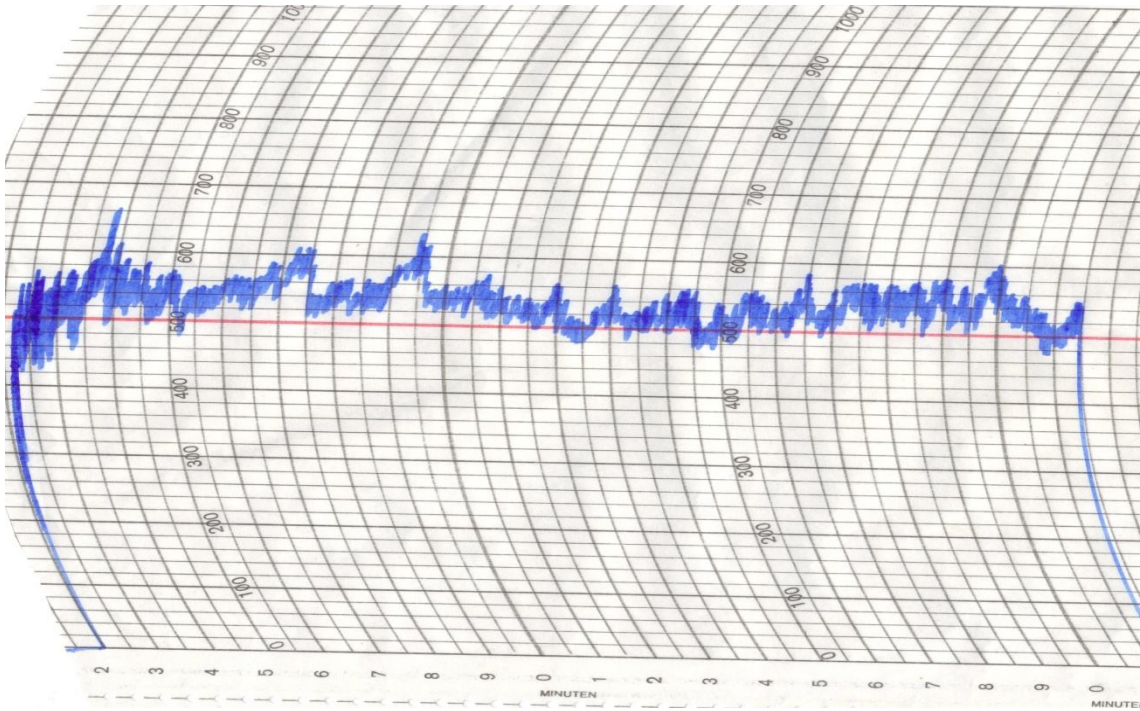
Fuente: FARINÓGRAFO BRABENDER

FIGURA 7 "Amaranto negro (molino de acero) Réplica 2"



Fuente: FARINÓGRAFO BRABENDER

FIGURA 8 "Amaranto negro (molino de piedra) Réplica 1"



Fuente: FARINÓGRAFO BRABENDER

FIGURA 9 "Amaranto negro (molino de piedra) Réplica 2"

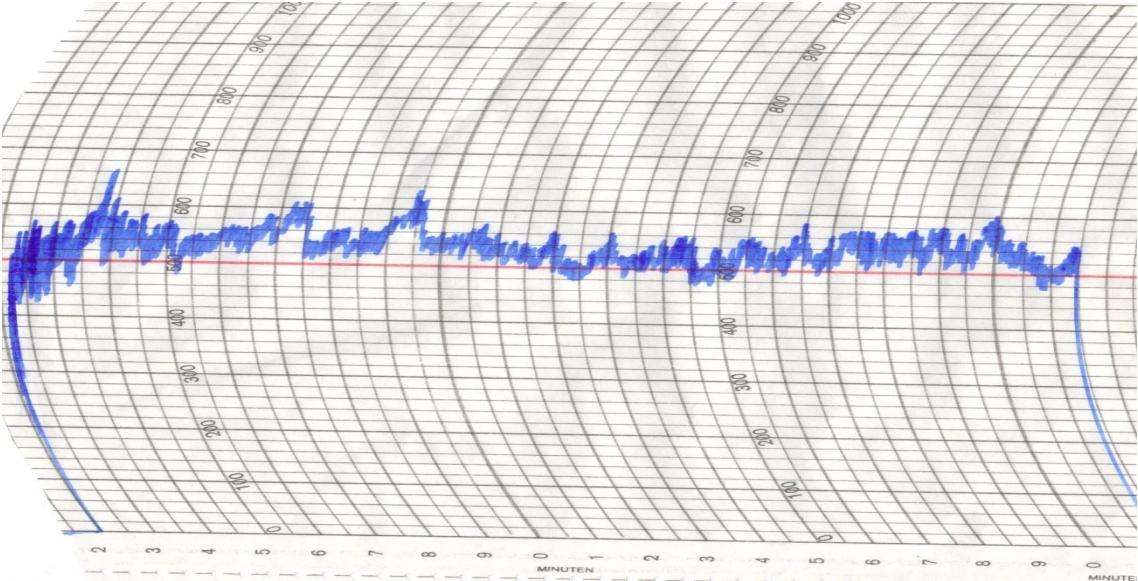
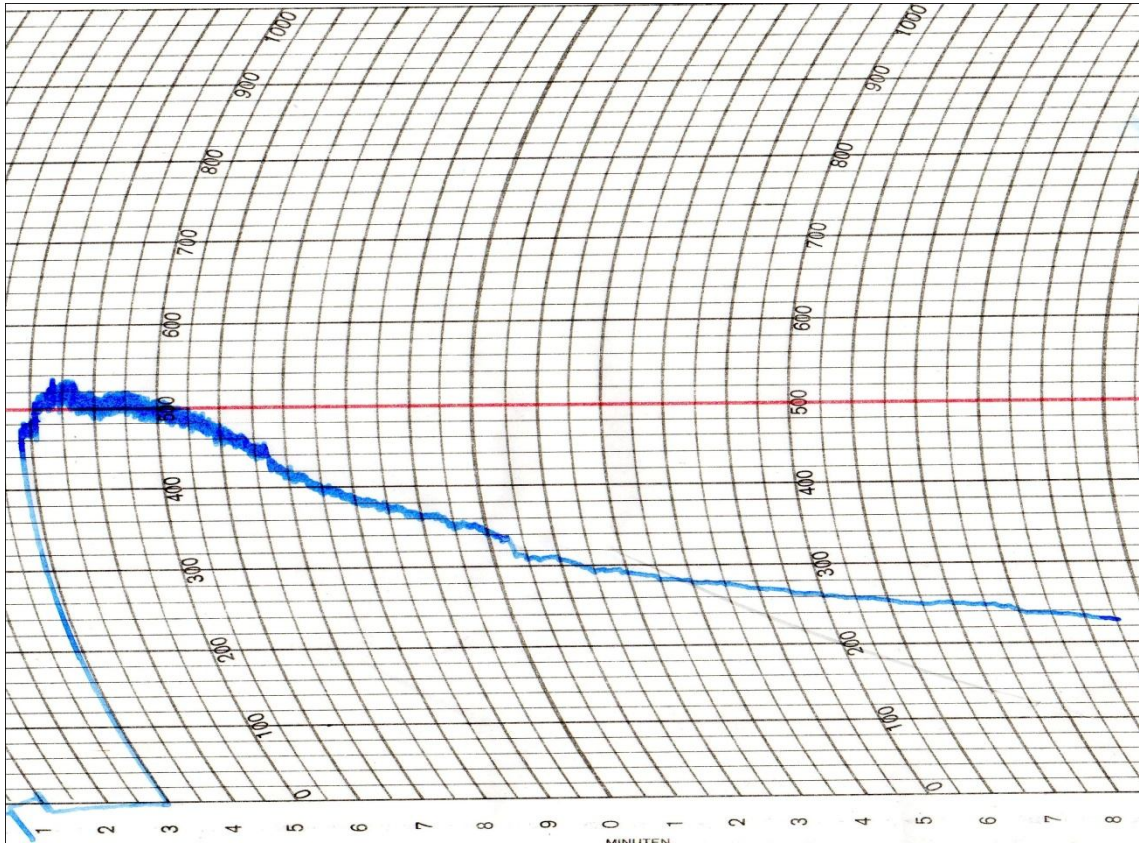


FIGURA 10 Amaranto blanco (molino de acero) 30% Y HARINA DE TRIGO IMPORTADO AL 70%



FUENTE: FARINÓGRAFO BRABENDER

ANEXO D

FOTOGRAFÍAS

Diagrama simplificado para la obtención de harina de amaranto de dos variedades Iniap Alegría y Sangorache



RECEPCIÓN

PESADO



MOLINO DE PIEDRA

MOLINO DE ACERO

SECADO



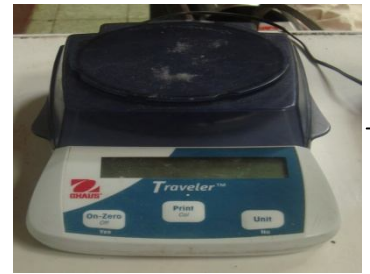
HARINA DE AMARANTO NEGRO O SANGORACHE

MOLINO DE PIEDRA



HARINA DE AMARANTO BLANCO INIAP ALEGRÍA

Diagrama simplificado para el análisis de Granulometría



GRANULÓMETRO

PESADO



TAMIZ #60

TAMIZ #40



TAMIZ #80



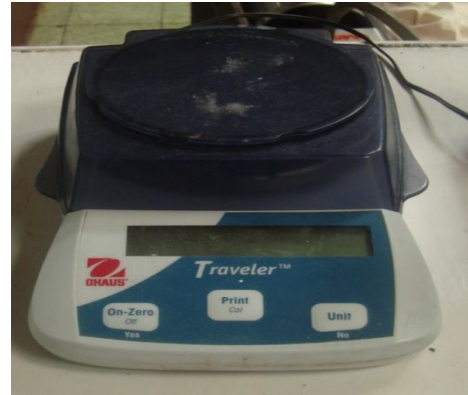
BASE

TAMIZ #100

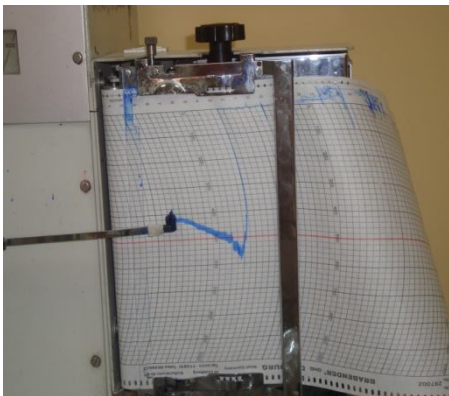
Diagrama simplificado para el análisis de Farinografía



HUMEDAD



PESADO



CURVA FARINOGRÁFICA



AMASADO



FARINÓGRAFO

ANEXO E

NORMAS