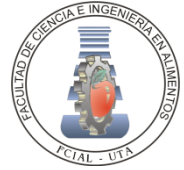




UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO



FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS

CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS

CARACTERIZACIÓN DE LAS HARINAS DE TRIGO NACIONAL (Cojitambo), MAÍZ (INIAP 122), CEBADA (Cañicapa), QUINUA, PAPA (Gabriela), DESTINADAS A PANIFICACIÓN MEDIANTE LA DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES FUNCIONALES DE SUS ALMIDONES

Trabajo de Investigación Sistema Tutorial, previo a la obtención del Título de Ingeniero en Alimentos

Elaborador por: Luis Gabriel Lescano Paredes

Tutor: Ing. Mayra Paredes Msc.

AMBATO - ECUADOR

2010

APROBACIÓN DEL TUTOR DE TESIS

Ing. Mayra Paredes Msc.

En mi calidad de Tutor, del Trabajo de Investigación realizado bajo el tema: **“CARACTERIZACIÓN DE LAS HARINAS DE TRIGO NACIONAL (Cojitambo), MAÍZ (INIAP 122), CEBADA (Cañicapa), QUINUA, PAPA (Gabriela), DESTINADAS A PANIFICACIÓN MEDIANTE LA DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES FUNCIONALES DE SUS ALMIDONES”**, del Egresado: Luis Gabriel Lescano Paredes, estudiante de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos de la Universidad Técnica de Ambato; considero que dicho trabajo investigativo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la evaluación del Jurado Examinador designado por el H. Consejo Directivo de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos.

Ambato, 4 de Noviembre del 2010

.....
Ing. Mayra Paredes Msc.

TUTOR

AUTORÍA DE LA TESIS

Los criterios emitidos en el siguiente trabajo de investigación **“CARACTERIZACIÓN DE LAS HARINAS DE TRIGO NACIONAL (Cojitambo), MAÍZ (INIAP 122), CEBADA (Cañicapa), QUINUA, PAPA (Gabriela), DESTINADAS A PANIFICACIÓN MEDIANTE LA DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES FUNCIONALES DE SUS ALMIDONES”**, así también como los contenidos, ideas, análisis, y propuestas, son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato, 4 de Noviembre del 2010

.....
Luis Gabriel Lescano Paredes
AUTOR

APROBACIÓN POR EL TRIBUNAL DE GRADO

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS

CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS

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

Ambato, 4 de Noviembre del 2010

Para constancia firman:

.....
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

.....
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

.....
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación está dedicado a Dios por darme la fuerza, la oportunidad y la sabiduría de ser un hombre de bien.

A mi madre Maritza, por ser el pilar de mi vida, por su comprensión en buenos y malos momentos, ya que sin ella esta meta no hubiera sido posible.

A mi abuelita, Consuelo por saber darme consejo en momentos de incertidumbre y consternación

A mis tíos Marcelo, Jorge, Jazmina, Ricardo, por exigirme metas a lo largo de mi vida.

A mis hermanos y primos, Daniela, Pedro, Leandro, Juan y Belén, por su ternura y alegría que iluminan mis amaneceres y sosiegan mis ocasos.

A mis amigos Esteban, Mauricio, Del Cisne, Eduardo, Ronald, Omar, Daysi, Oscar, Ángel y Juan, que compartieron su vida en el caminar universitario, y aprendimos que, donde hay un final existe un comienzo.

Lucho

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Técnica de Ambato, al proyecto “Desarrollo de mezclas farináceas de cereales (maíz, quinua y cebada) y papas ecuatorianas como sustitutos parciales del trigo importado para la elaboración de pan y fideos” en especial a los maestros de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos por fundar en nosotros el amor por la profesión; en especial a mi tutora de tesis la Ing. Mayra Paredes Msc., por su amistad, soporte y excelencia profesional. A los Ingenieros Galo Sandoval, Mario Álvarez y Luis Anda por su ayuda incondicional.

A los Analistas Investigadores de la “UOITA”: por su apoyo en la realización de la fase experimental.

A mis amigos de la “UOITA”, que me apoyaron y que han crecido junto a mí, en general a mis compañeros de la carrera gracias por los más preciados momentos compartidos conmigo.

Lucho

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

Tabla de contenido

APROBACIÓN DEL TUTOR DE TESIS.....	ii
CAPITULO I.....	1
EL PROBLEMA.....	1
1.1. TEMA.....	1
1.2. EL PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.2.1. Contextualización.....	1
1.2.2. Análisis crítico del problema.....	9
1.2.3. Prognosis.....	10
1.2.4. Formulación del problema.....	10
1.2.5. Interrogantes.....	10
1.2.6. Delimitación del objeto de investigación.....	11
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	11
1.4. OBJETIVOS.....	13
1.4.1. General.....	13
1.4.2. Específicos.....	13
CAPÍTULO II.....	14
MARCO TEÓRICO.....	14
2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....	14
2.1.1. Propiedad funcional.....	16
2.1.2. El Almidón en la harina.....	17
2.1.2. Almidón dañado.....	18
2.1.3. Función del almidón en la panificación.....	18
2.1.4. Almidón nativo y modificado.....	21
2.2. FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA.....	23
2.3. FUNDAMENTACIÓN LEGAL.....	24
2.4. CATEGORÍAS FUNDAMENTALES.....	25
2.4.1. Red de inclusión.....	25
2.4.2. Trigo.....	25
2.4.3. Cebada.....	27
2.4.4. Maíz.....	29
2.4.5. Quinoa.....	30
2.4.6. Papa.....	32
2.4.7. Almidón.....	35
2.4.8. Propiedades funcionales de los almidones.....	38
2.4.9. El almidón en la masa y el pan.....	42
2.5. HIPÓTESIS.....	45
2.6. SEÑALAMIENTO DE LAS VARIABLES DE LA HIPÓTESIS.....	46
2.6.1. Variable independiente.....	46
2.6.2. Variable dependiente.....	46
2.6.3. Unidad de observación.....	46

CAPITULO III	47
METODOLOGÍA	47
3.1. MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN	47
3.1.2 Método Científico	47
3.2. NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN	49
3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA	49
3.3.1 Investigación experimental o de laboratorio	49
3.3.2 Población	50
3.3.3 Muestra	50
3.4. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	51
3.5. PLAN DE RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN	53
3.5.1. Equipos	53
3.5.2. Materiales	54
3.5.3. Reactivos	55
3.5.4. Metodología	55
3.6. PLAN DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN	56
CAPITULO IV	57
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	57
4.1. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS	57
4.1.1. Rendimiento y Granulometría	58
4.1.2. Propiedades Funcionales	59
4.1.3. Determinación del mejor tratamiento	70
4.2. VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS	72
4.2.1. Verificación de la prueba de Tukey	73
4.3. ESTUDIO ECONOMICO PARA LA OBTENCIÓN DE HARINAS DE TRIGO NACIONAL, CEBADA, QUINUA Y PAPA DESTINADAS A PANIFICACION	73
4.3.1. Estudio económico para la obtención de harina destinada a panificación a partir de Trigo nacional de la variedad "Cojitambo".	74
4.3.2. Estudio económico para la obtención de harina destinada a panificación a partir de Cebada nacional de la variedad "Cañicapa"	76
4.3.3. Estudio económico para la obtención de harina destinada a panificación a partir de Maíz INIAP 122	78
4.3.4. Estudio económico para la obtención de harina destinada a panificación a partir de Quinua Tunkahuan	80
4.3.5. Estudio económico para la obtención de harina destinada a panificación a partir de Papa de la variedad "Gabriela"	83
CAPITULO V	86
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	86
5.1. CONCLUSIONES	86
5.2. RECOMENDACIONES	87
CAPITULO VI	89
PROPUESTA	89
6.1. DATOS INFORMATIVOS	89
6.2. ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA	89
6.3. JUSTIFICACIÓN	90

6.4.	OBJETIVOS	92
6.5.	ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD	92
6.6.	FUNDAMENTACIÓN	93
6.7.	METODOLOGÍA.....	94
6.8.	ADMINISTRACIÓN.....	95
6.9.	PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN	95
	CAPITULO VII.....	97
	MATERIALES DE REFERENCIA	97
7.1.	Bibliografía.....	97
7.2.	WEB-grafia:	98
	ANEXOS	102
	ANEXO A.....	103
	ANEXO A1	104
	ANEXO A2.....	108
	ANEXO A3	111
	ANEXO A4	115
	ANEXO A5	118
	ANEXO A6	120
	ANEXO B.....	132

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro

1. Propiedades del almidón y efecto en la panificación.

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla

1. Composición proximal del trigo
2. Composición proximal de la cebada
3. Composición proximal del maíz
4. Contenido de aminoácidos de la quinua
5. Composición proximal de la quinua
6. Composición proximal de la papa
7. Simbología del diseño experimental de clasificación simple
8. Rendimiento obtenido en la elaboración de las harinas (%)
9. Granulometría obtenida en la elaboración de las harinas destinadas para panificación (%)
10. Índice de amilosa (en base seca) *aparente
11. Análisis de varianza (Anova): índice de amilosa (aparente)
12. Índice de amilosa (en base seca) total
13. Análisis de varianza (Anova): índice de amilosa (total)
14. Índice de absorción de agua a 30° C
15. Análisis de varianza (Anova): índice de absorción de agua IAA
16. Índice de solubilidad en agua a 30 °C
17. Análisis de varianza (Anova): índice de solubilidad en agua ISA
18. Índice de poder de hinchamiento a 30°C
19. Análisis de varianza (Anova): índice de poder de hinchamiento PH
20. *Porcentaje de retrogradación **Porcentaje de estabilidad día 1
21. Análisis de varianza (Anova): porcentaje de retrogradación día 1

22. *Porcentaje de retrogradación **Porcentaje de de estabilidad día 2
23. Análisis de varianza (Anova): porcentaje de retrogradación día 2
24. *Porcentaje de retrogradación **Porcentaje de estabilidad día 3
25. Análisis de varianza (Anova): porcentaje de retrogradación día 3
26. Porcentaje total de sinéresis
27. Selección de la harina óptima para panificación.
28. Ensayo de panificación norma INEN 530:1980-12
29. Comparación de Valores de F
30. Prueba de Tukey aplicada a los promedios obtenidos de las propiedades funcionales de las harinas
31. Valores Económicos de la propuesta
32. Administración de la propuesta
33. Previsión de la evaluación

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura

1. Amilosa. Polisacárido Constituyente del Almidón. Conformado por unidades de glucosa en enlace alfa 1-4
2. Amilopectina. Polisacárido ramificado. Constituyente del Almidón. Conformado por unidades de glucosa en enlace alfa 1-6.
3. Efecto del agua caliente sobre el gránulo de almidón.
4. Retrogradación de las moléculas de almidón,

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico

1. Árbol de problemas
2. Gráfico de red de inclusión

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo

A. Metodología

A1. Diagrama de bloques del proceso para la molienda y obtención de harina de cereales: maíz, trigo, cebada y quinua

A2. Determinación del tamaño de; las partículas Norma INEN 517: 1980

A3. Diagrama de bloques del proceso para la determinación de Amilosa Aparente y Total

A4. Diagrama de bloques del proceso para la determinación de Índice de Absorción de Agua, Índice de solubilidad, Poder de hinchamiento

A5. Diagrama de bloques del proceso para la determinación de Retrogradación

A6. Requisitos Ensayos de panificación. Norma INEN 530:1980-12

B. Fotografías

RESUMEN EJECUTIVO

Las propiedades funcionales de los almidones de harinas de trigo Cojitambo, cebada Cañicapa, maíz INIAP 122, papa Gabriela y quinua Tunkahuan, fueron analizadas para orientar su uso en panificación, además de las de trigo importado (Hard Red Winter; Canadian Wheat Red Spring) para realizar una comparación. Se ha determinado que las harinas que presentan el mayor contenido dentro de los índices de absorción de agua (IAA), solubilidad en agua (ISA) y poder de hinchamiento (PH), fue la harina de papa precocida, quinua y cebada respectivamente. Mediante un método colorimétrico se determinó el porcentaje de amilosa presente en los almidones de las harinas, obteniéndose un alto índice en los trigos importados, mientras que en las harinas de cebada Cañicapa y de papa Gabriela presentaron aceptables resultados (porcentaje de amilosa: 20,2 y 21,8; PH: 2,1 y 4,8; ISA: 2,5 y 7,4; IAA: 2,0 y 4,5) respectivamente. Los almidones que se mantuvieron estables en forma de geles, en un período de 3 días fueron los que provinieron de la harina de trigo Hard Red Winter y los de origen nacional los de la cebada Cañicapa. Este estudio se realizó dentro del proyecto de investigación “Desarrollo de Mezclas Farináceas de Cereales (maíz quinua y cebada) y Papas Ecuatorianas como Sustitutos Parciales del Trigo Importado para la Elaboración de Pan y fideos” ejecutado en los laboratorios de la Universidad Técnica de Ambato en la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos

Palabras clave: Propiedades funcionales y rendimiento, almidón, absorción, solubilidad, hinchamiento, amilosa, geles, rendimiento.

CAPITULO I

EL PROBLEMA

1.1. TEMA

“CARACTERIZACIÓN DE LAS HARINAS DE TRIGO NACIONAL (Cojitambo), MAÍZ (INIAP 122), CEBADA (Cañicapa), QUINUA, PAPA (Gabriela), DESTINADAS A PANIFICACIÓN MEDIANTE LA DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES FUNCIONALES DE SUS ALMIDONES”

1.2. EL PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.2.1. Contextualización

1.2.1.1. Contextualización macro

Los precios internacionales de los alimentos de cereales han descendido casi 6 % en lo que va del año, revirtiendo así la tendencia alcista del 2009, según el índice de precios de la FAO. Sin embargo, en los países en desarrollo los precios internos siguen siendo mayores a los niveles que se tenían, previos a la crisis 2008. De acuerdo al Observatorio del Hambre, organización de la FAO, este descenso se debe principalmente a la expansión de la producción de cereales, que se espera sea mayor a la prevista en 2010 y ligeramente superior a la demanda (FAO, 2010).

Las transacciones comerciales de cereales dependen del tipo y de la variedad, a continuación hablaremos de cada uno de los cereales estudiados.

De acuerdo a la información del Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA), el trigo es el primer cereal en producción mundial, en donde, para el período de 2009-2010 la producción a nivel global se ubicó en 656,52 millones de toneladas, generando en el mes de junio una estimación de 668,52 millones de toneladas de producción para el período 2010–2011, (Agro Panorama, 2010). La exportación mundial de trigo totaliza 130,862 millones de toneladas, entre los países más relevantes se encuentran: Estados Unidos 18,72%, Unión Europea 16,81%, Canadá 13,37% y Rusia 13,37%. Mientras que los países con altos índices de importación de este cereal son: Egipto 7,10%, Brasil 4,81%, Unión Europea 4,58% e Indonesia 4,43% (Cotriza, 2010).

Por otra lado, la cebada es el cuarto cereal cultivado a nivel mundial y en el período 2009–2010 confronto precios poco atractivos al momento de cumplir los contratos y problemas de calidad que fueron sólo algunos de los inconvenientes que enfrentaron los productores, alcanzando una producción global de 147,31 millones de toneladas y se estima que para el período de 2010–2011 sufra una disminución del 7% con respecto al ciclo anterior, afectando el comercio internacional en 500 mil toneladas de cebada (Perotti, D., 2010).

Para el caso de maíz, según el Departamento de Agricultura de Estados Unidos la producción se ha estimado en 835,77 millones de toneladas para el período 2010–2011, lo cual será de un 3,2 % más que en el período anterior (Agro Panorama, 2010).

Mientras que la exportación de maíz a nivel mundial para el período 2009–2010 fue de 90150 toneladas, en donde Estados Unidos fue el país que lidero las exportaciones, con 51000 toneladas superando en un 3,92% las exportaciones generadas en el período 2008–2009 (Cotriza, 2010).

La quinua o «grano de oro de los incas» es un pseudo cereal que sigue ganando aceptación a nivel mundial en donde Bolivia es el principal productor de este alimento con 46% de la producción global, seguido de Perú con 42% y Estados Unidos con el 6,3%, logrando que las exportaciones alcancen un promedio de 15 mil toneladas a países de Europa, Suramérica y Estados Unidos (Productores de Quinua Bolivia, 2009).

Finalmente la papa, debido a su composición nutricional, se convirtió en el alimento más importante para más de mil millones de seres humanos, alcanzo una producción mundial en el año 2007 de 325 millones de toneladas, siendo Asia y Europa las principales regiones productoras de papa del mundo que suministraron el 80% de la producción mundial (FAOSTAT, 2008).

1.2.1.2 Contexto meso

La recuperación económica y el aumento de la producción de granos son señales positivas para América Latina y el Caribe, según el último comunicado del Observatorio del Hambre preparado por la Oficina Regional de la FAO. Las previsiones de producción de cereales de América Latina y el Caribe para el 2010/11 señalan un crecimiento esperado de 6,3%, debido a la expansión de la producción de cereales de Argentina y Brasil, los dos principales productores de granos de la Región. Se estima que la producción conjunta de estos países se incrementará 11% (FAO, 2010).

En lo relativo al movimiento de los precios de los cereales al consumidor en América Latina y el Caribe, a marzo 2010 se registró una tasa de inflación general interanual de 6,1% en la Región. Asimismo, la inflación de alimentos se ubicó en 6,6% para el mismo periodo. Solamente en Argentina y Venezuela se observan niveles de inflación alimentaria por encima de un dígito, con tasas interanuales a marzo de 13,5 % y 22,9 %, respectivamente (FAO, 2010).

En América Latina para el período 2009-2010 el país que represento la producción de trigo fue Argentina alcanzando la cantidad de 12 millones de toneladas, mientras que sus exportaciones llegaron a 7000 toneladas. Brasil es el país que secunda esta producción con 5.5 millones de toneladas y a pesar de esta cantidad lograda sus importaciones fueron de 6300 toneladas, necesarias para satisfacer su demanda interna (Cotrisa, 2010).

Entre los cereales secundarios se encuentran incluidos: cebada, maíz; sorgo, mijo, avena, centeno; y otros cereales de menor importancia. Donde las proyecciones de producción para el año 2010 en América latina y el Caribe llegaron a 110217 toneladas, con una tasa de crecimiento anual del 1,8%. También se prevé que las exportaciones sudamericanas aumentarán en aproximadamente un 38% durante el corriente decenio, dando lugar a un aumento de su participación en el mercado mundial (FAO, 2010).

En América Latina se estimó para el período 2010–2011 una producción de maíz, de alrededor de 96 millones de toneladas, siendo Brasil el principal productor con 51 millones de toneladas, seguido por México con 24 millones de toneladas y Argentina con 21 millones de toneladas, entre los países más representativos de la región (Agro Panorama, 2010).

Respecto a Quinoa, en Sur América, Bolivia es el principal exportador en el mundo. Los principales mercados de este producto son Estados Unidos, Francia, Holanda (Países Bajos), Alemania y Canadá. Entre 2008 y 2009 las exportaciones bolivianas de este producto crecieron en casi un 90% con una clara tendencia al aumento debido a la creciente aceptación de la quinoa en el mercado de productos orgánicos, exóticos y altamente nutritivos de los países desarrollados (PROMUEVE BOLIVIA, 2010).

Por otro lado, la producción de papa, a pesar de que su cuna está en América del Sur, esta región tiene un nivel bajo de producción comparado con el resto del mundo, con menos de 16 millones de toneladas en 2007. Para la mayoría de los pequeños campesinos de la región andina, la papa sigue siendo un cultivo tradicional, en el que a veces se utilizan especies

silvestres desconocidas en el resto del mundo. Al analizar la producción de papas por país en América Latina, Perú aparece como el principal productor, con un volumen de más de 3,3 millones de toneladas en una superficie cultivada de aproximadamente 270 mil hectáreas. En segundo lugar se encuentra Brasil, con 3,3 millones de toneladas en una superficie de más de 142 mil hectáreas, y en tercer lugar se encuentran Argentina y Colombia, con producciones de 1,9 millones de toneladas. Cabe destacar los casos de Argentina y México como grandes productores de papas, debido a sus altos rendimientos: 1,9 y 1,7 millones de toneladas producidos en superficies cercanas a 65 mil hectáreas, con rendimientos alrededor de 28 ton/ha, en comparación con las 12,6 ton/ha de Perú, el principal productor de papas en Latinoamérica. En cuanto al consumo de papas en Latinoamérica, Bolivia y Perú aparecen con las mayores cantidades de papas consumidas por persona (90 y 80 kg/persona/año), seguidos por Colombia, con 60; Chile y Guatemala, con 50, y Argentina, con 44 kg/persona/año (Eguillor, P., 2009).

1.2.1.3 Contexto micro

“El Ecuador importa quinientas mil toneladas de trigo para satisfacer la demanda local y, solo se produce el 2% de este total en el país”, afirmó el Ing. Esteban Falconí, Líder del Programa de Cereales del INIAP, cantidad casi insignificante que nos llama a reflexionar, ya que dependemos del trigo importado; esta situación ha hecho que el Instituto con el apoyo del Gobierno Nacional inicie un proyecto para recuperar la superficie cultivada de trigo; cuyo objetivo es alcanzar una superficie de 500,00 hectáreas a nivel nacional, con lo cual se podría abastecer en un 30% la demanda del país (INIAP, 2010).

El Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, INIAP, entregó dos nuevas variedades de trigo, “INIAP-San Jacinto 2010” e INIAP-Mirador 2010” y de una nueva variedad de cebada “INIAP-Guaranga 2010”, aptas para la Sierra Centro del Ecuador. La variedad de trigo “INIAP-San Jacinto 2010” es resistente a las principales enfermedades de trigo en Ecuador, por lo cual no requiere la aplicación de fungicidas y tiene un buen

rendimiento harinero. La INIAP-Mirador 2010 de trigo tiene calidad para panificación, es resistente a la sequía y fue seleccionada por presentar altos rendimientos, adaptación y resistencia a las principales enfermedades que afectan al cultivo.

La nueva variedad de cebada “INIAP–Guaranga 2010” fue seleccionada con la participación de agricultores cebaderos y de la Universidad Estatal de Bolívar, es resistente a la roya amarilla y presenta altos rendimientos (INIAP, 2010).

El Ministerio de Agricultura, ganadería, acuacultura y pesca, el Gobierno Provincial de Imbabura y Cervecería Nacional, se unen en un programa que busca reactivar la siembra de cebada con características deseables para hacer malta en el país. (Quito.biz, 2010).

Para el caso de maíz en Ecuador la producción estimada para el período 2010–2011 se encuentra alrededor de las 940300 toneladas métricas, donde se prevé destinar para el consumo humano unas 18183 toneladas métricas, mientras que para la industria de balanceados será de 709139 toneladas métricas (MAGAP, 2010).

La quinua en Ecuador tiene distintas características a la especie que crece en el altiplano boliviano. En nuestro país se reproduce en tierras fértiles y no tiene que enfrentar grandes plagas. Los investigadores prevén una expansión del cultivo (Agro ecuador, 2010).

Finalmente, la papa se produce en las diez provincias de la Sierra, constituyéndose las más representativas por el volumen de producción, Carchi, Pichincha, Tungurahua, Chimborazo y Cotopaxi. Las variedades cultivadas preferentemente en la zona Norte son Superchola, Gabriela, Esperanza, Roja, Fri papa y María; en la zona Centro Gabriela, Esperanza y María, Fry papa y las nativas Uvilla y Leona Blanca; y en la zona Sur Bolona, Esperanza, Gabriela y Jubaleña (SICA, 2008). En marzo 2010, se pudo evidenciar en los mercados de Quito una importante caída en el valor de la

papa, de \$32 el quintal se redujo a alrededor de \$25. Esto se debería a un posible ingreso de papa colombiana de manera ilegal a territorio ecuatoriano, según asegura el jefe de la Unidad del Carchi del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (DiarioHoy, 2010).

En el Ecuador se obtiene alrededor de 184000 toneladas métricas de harina de trigo para panificación, 100000 toneladas métricas de harina para pasta y fideos, 46000 toneladas métricas de harina para uso doméstico y 22000 toneladas métricas de harina para elaboración de galletas. Donde el consumo per cápita de trigo es de 31,34 kg/año y el de sus derivados es de 25,14 kg./año. (Lara, 2009).

La harina de los cereales es una buena fuente de almidón. Los almidones comerciales se obtienen de las semillas de cereales, particularmente de maíz trigo, varios tipos de arroz, y de algunas raíces y tubérculos, particularmente de la papa, batata y mandioca. El almidón más importante desde el punto de vista industrial es el de maíz, al año se utilizan unos 60 millones de toneladas de maíz para fabricar almidón, bien para su uso como tal o como materia prima para la obtención de glucosa y fructosa (EIndustria, 2008).

Las importaciones de almidón en Ecuador en el 2009 alcanzaron las 2196,32 toneladas y con respecto a las exportaciones hacia el Japón entre los productos que más han crecido en el período 2003-2008, se encuentran Productos a base de almidón y Productos industrializados de malta, almidones y féculas (Banco Central del Ecuador, 2009).

El almidón en nuestro país es utilizado para modificar la textura y consistencia de los alimentos, el almidón sin modificar puede ser usado:

- La fabricación de alimentos con alto contenido de fibra.
- Elaboración de carbohidratos para nutrición clínica.
- Como materia prima para la fabricación de enlatados.
- Como aglomerante para productos de carne.
- Controlador de textura crujiente.

- Retenedor de humedad.
- Actúa como estabilizador de diversos alimentos lácteos.
- Ayuda a la expansión, textura y calidad de una variedad de alimentos fritos.
- Es un espesante de sopas, salsas y compotas debido a su textura pastosa. (Sacoto y col., 2003).

El almidón hace que la miga de los productos panificados resulte con poros finos, suave y una estructura que se desgrana. En exceso produce una miga muy seca (Petryk, N., 2010).

También tiene gran utilidad en una amplia variedad de productos no alimentarios. Por ejemplo pueden ser utilizados como:

- Adhesivos: gomas de colas de fusión, estampillas, encuadernación, etiquetas.
- Explosivos: adhesivo para la cabeza de los fósforos.
- Papel: recubrimientos de papel, pañales desechables.
- Construcción: aglutinante para tabiques de concreto, adhesivo para madera laminada.
- Metal: adhesivo de metal poroso, aglutinantes para núcleos de fundición.
- Textiles: acabado de telas, estampado.
- Cosméticos: maquillajes, cremas faciales.
- Farmacéuticos: revestimiento de cápsulas, agentes dispersantes.
- Minería: separación de minerales por flotación y sedimentación.
- Otros: películas de plástico biodegradables, baterías secas, como aglutinante de materias primas en la fabricación de aislantes de asbesto y corcho, como agente espesante de tintes y pinturas, aglutinante en la fabricación de crayones, en la elaboración de fibra de vidrio (EIndustria, 2008).

1.2.2. Análisis crítico del problema

En el árbol de problemas se identifica como problema la insuficiente noción sobre las propiedades funcionales de los almidones, de cereales (maíz, cebada, quinua, trigo nacional e importado) y tubérculos (papa), cuyas propiedades permitirán conocer si estos cereales son aptos para procesos de panificación.

La utilización de una adecuada tecnología de panificación permitirá que estos cereales sean incorporados en productos panificados presentando un mejor sabor, color, olor, aceptabilidad, textura y rendimiento, a través de respuestas experimentales.

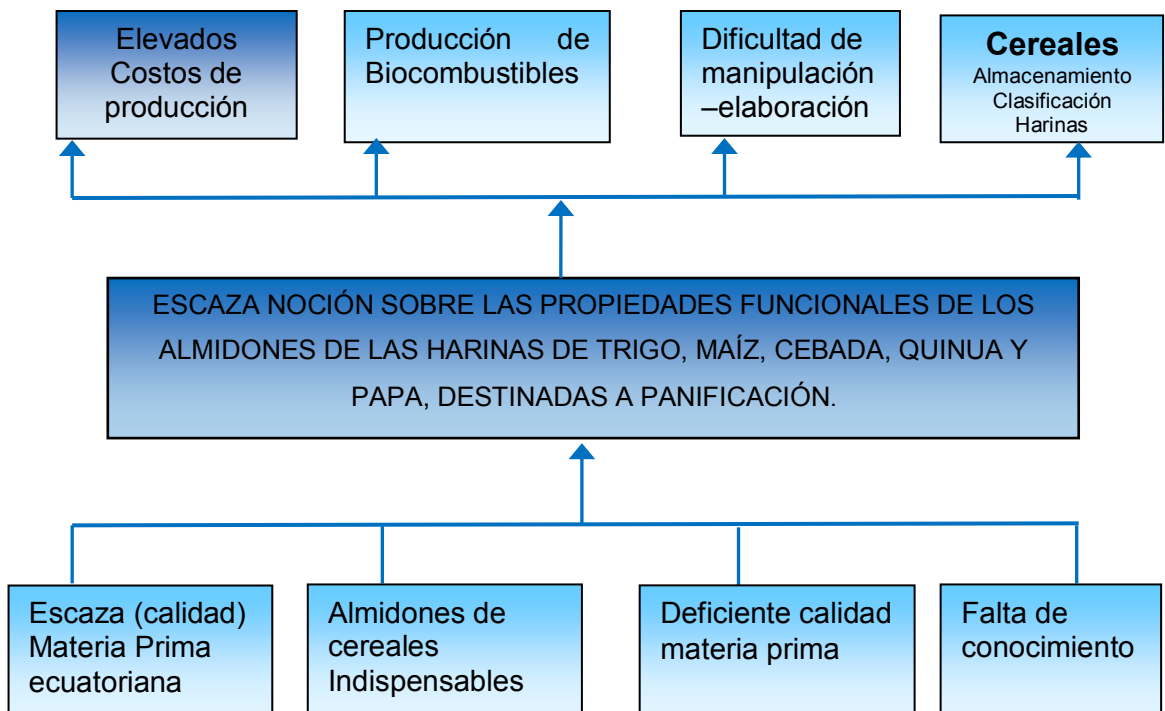


Gráfico 3. Árbol de problemas
Elaborado por: Luis Lescano P., 2010

1.2.3. Prognosis

Al no conocer las potestades de las propiedades funcionales de los almidones de harinas de cereales alternativos y tubérculos, ha provocado la falta de uso de los mismos, a pesar que estos podrían tener propiedades similares a las que presenta la harina de trigo importado y no se podrá reproducir los resultados obtenidos con mezclas de harinas que fueran destinadas a procesos de panificación. Por lo tanto; la no solución del presente problema ocasionaría pérdidas económicas en la cadena de procesos para la obtención del pan.

1.2.4. Formulación del problema

Las propiedades funcionales de los almidones que posee la harina del trigo importado para fabricación de pan son generalmente especiales y que pueden ser reemplazadas en parte por almidones de otros cereales que se producen en el país.

Variable independiente: Harinas de maíz (INIAP 122), cebada (Cañicapa), quinua, papa (Gabriela), trigo nacional (Cojitambo) y harina importada (de trigo Hard Red Winter y Canadiense).

Variable dependiente: Índice de amilosa, porcentaje de retrogradación, índice de absorción de agua, índice de solubilidad, poder de hinchamiento.

1.2.5. Interrogantes

- ¿Cómo influyen las propiedades funcionales de los almidones de harinas en la elaboración de productos panificables?
- ¿Por medio de las propiedades funcionales de los almidones de harinas en la elaboración de alimentos, tendrá influencia en las características organolépticas de los productos panificables?

1.2.6. Delimitación del objeto de investigación

1.2.6.1. Delimitación científica

Campo: Alimentos.

Área: Agrícola

Aspecto: Aplicación las propiedades funcionales de los almidones de harinas en la elaboración productos panificables.

Temporal: El tiempo del problema a ser investigado año 2009;
Tiempo de investigación: abril del 2009 a septiembre del 2009.

1.2.6.2. Delimitación espacial

El presente proyecto de investigación se realizó en la Universidad Técnica de Ambato a través de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y en la Unidad Operativa de Investigación en Tecnología de Alimentos (UOITA)

1.3. JUSTIFICACIÓN

En Ecuador el variable costo del trigo afecta fuertemente a la industria molinera nacional porque el trigo representa el 70% del costo de la harina, insumo que es utilizado a su vez en la fabricación del pan y los fideos (Brandt, K, *et al*, 2005).

La intensión de muchos gobiernos de países sudamericanos es impulsar algunas iniciativas que contribuyan a disminuir la dependencia del trigo importado, debido a los costos del trigo, el mismo que ha cobrado mayor fuerza en los últimos meses del año 2008.

La harina se podrá importar con arancel cero, mediante decreto ejecutivo N° 424, el presidente Rafael Correa que liberó la importación de trigo, harina de trigo, grañones y sémola de trigo, que difiere a 0% el arancel

aduanero y otros impuestos aplicados en ocasión de las importaciones o ad valorem. Esto exonera del pago del derecho variable ad valorem establecido por el Sistema Andino de Franja de Precios, y regirá por un plazo de 12 meses (Hoy Ec., 2010).

Las industrias que se beneficien de este diferimiento arancelario deberán mantener una política de estabilidad de precios, "acorde con la realidad nacional", y de ese cumplimiento será responsable el Ministerio de Industrias y Productividad (MIPRO). Ese organismo vigilará el mercado de la cadena del trigo, según el decreto. A su vez, las empresas molineras estarán obligadas a la absorción de la producción nacional de trigo de este año, en forma porcentual. En tanto, los precios que se establezcan se deberán consensuar entre los actores de la cadena y, además, estarán sujetos a la tabla de calidad preparada por el Ministerio de Agricultura. (Hoy Ec., 2010).

Al obrarse este decreto es necesario que los cereales alternativos y tubérculos de producción nacional entren en escena, para que el sector agrícola y molinero se beneficien de las virtudes que pueden brindar estos cereales a las harinas de consumo popular, que debidamente tienen que ser analizados desde el punto de vista funcional, nutricional, organoléptico y de rendimientos.

En la Facultad de Ciencia e Ingeniería en alimentos se propone estudiar mezclas de harina de trigo importado con harinas provenientes de cereales ecuatorianos como el maíz, la cebada, la quinua, el trigo nacional y el uso de tubérculos como la papa para la fabricación de productos de alto consumo como el pan y fideos

La funcionalidad de las harinas de panificación está ligada a sus almidones los cuales poseen propiedades que determinan su funcionalidad tales como el color, retrogradación, humedad, índice de amilosa, temperatura de gelatinización, índice de absorción de agua, índice de solubilidad, poder de hinchamiento, capacidad de retención de solventes han sido utilizadas para verificar la estabilidad de la mezcla, capacidad de

enlazar agua en condiciones frías y con calor, reducir encogimiento durante la cocción, mayor dispersabilidad, estabilidad a altas temperaturas, son una alternativa para predecir y reproducir la calidad y metodología de procesamiento en productos panificables. La principal misión de estas propiedades es asegurar la estabilidad de las interacciones formadas en estos sistemas alimenticios.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. General

- Estudiar la aplicación de las propiedades funcionales de los almidones de harinas de maíz, cebada, quinua, papa, trigo nacional y harina de trigo importado destinadas a la fabricación de pan.

1.4.2. Específicos

- Determinar el rendimiento de la obtención de harinas de maíz, trigo nacional, cebada, quinua, papa y la granulometría de las harinas.
- Analizar las propiedades funcionales de los almidones de las diferentes harinas de maíz, trigo nacional, cebada, quinua, papa y harina de trigo importado.
- Realizar un estudio económico de la obtención de harinas de trigo nacional, cebada, quinua y papa.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Se citan trabajos realizados acerca del almidón, sus propiedades funcionales y su aplicación.

Pacheco y Testa (2005), utilizaron plátano verde, de gran consumo en países tropicales, y considerando el alto porcentaje de almidón que contiene (79%) procedieron a obtener harina de plátano verde (HPV) para sustituir 7%, 10% y 20% de harina de trigo en la elaboración de panes de molde. La harina de plátano verde contiene 79% de almidón. Además estudiaron el comportamiento farinográfico de las harinas compuestas de trigo y plátano verde, observándose que las harinas de trigo con 7% de Harina de banano tienen gran estabilidad y son tolerantes al mezclado. El análisis estadístico de la evaluación sensorial mostró que los panes con 7% de harina de plátano verde fueron similares al pan 100% con harina de trigo, en cuanto a olor, sabor, color y textura. En conclusión, la harina de plátano verde puede emplearse en la producción de panes de molde preferiblemente hasta un 7% y su adición a los panes aporta más fibra dietética y almidón resistente, los cuales son nutrientes importantes (Pacheco y col., 2005).

Rincón y Bou (2008), en la publicación “Efecto de la acetilación y oxidación sobre algunas propiedades del almidón de semillas de fruto”, se describe que el almidón extraído de las semillas del fruto de pan (*Artocarpus altilis*) fue modificado químicamente por acetilación y oxidación, y sus propiedades funcionales evaluadas y comparadas con las del almidón nativo. El contenido de cenizas, proteínas, fibra cruda, y amilosa aparente

fue reducido con las modificaciones. La absorción de agua, poder de hinchamiento y sólidos solubles variaron con las modificaciones químicas realizadas, resultando mayores en el almidón acetilado. En comparación con el almidón nativo, los dos tipos de modificación redujeron la temperatura inicial de gelatinización; el pico de máxima viscosidad se redujo en el almidón oxidado pero aumentó en el acetilado; la viscosidad de la pasta en caliente disminuyó para los almidones modificados, mientras que la viscosidad en frío fue menor en el almidón oxidado y mayor en el almidón acetilado. La estabilidad se incrementó con la acetilación y se redujo con la oxidación (Rincón y col., 2008).

Hernández y col. (2008), en el artículo “Caracterización fisicoquímica de almidones de tubérculos cultivados en Yucatán, México” evaluaron las propiedades fisicoquímicas y funcionales de almidones de tubérculos: makal (*Xanthosoma yucatanensis*), camote (*Ipomea batata*), yuca (*Manihot esculenta* Crantz) y sagú (*Marantha arundinacea*). El tamaño promedio de los gránulos de almidón varió de 10,6 a 16,5 μm . La amilosa fue de 23,6, 19,6, 17,0 y 22,7%, para el makal, camote, yuca y sagú. Las temperaturas de gelatinización fueron de 78,4, 61,3, 65,2 y 74,9 $^{\circ}\text{C}$, respectivamente. El almidón de yuca fue el que presentó mayor poder de hinchamiento y solubilidad. La viscosidad máxima fue para el almidón de yuca. El almidón de camote presentó la mayor claridad de gel (51,8%) y el de makal, la menor (10,9%). El almidón de yuca fue el más elástico (36,2%). Los almidones de makal y de sagú pueden ser utilizados en productos que requieren altas temperaturas de procesamiento. Los almidones de camote y de yuca pueden ser incluidos en sistemas alimenticios como espesantes, estabilizantes y gelificantes en alimentos refrigerados y congelados (Hernández y col., 2008).

Aguilar, *et. al.* (2004), estudiaron la calidad química, nutritiva y sensorial del pan preparado de la sustitución parcial de harina de trigo por harina de arroz. Evaluaron sustituciones de 15, 20, 30, 40, 50 y 60% de harina de trigo por harina de arroz. Se encontraron diferencias con el pan control (100% harina de trigo) en el proceso de preparación, en la textura, volumen, altura, peso y volumen específico. Se notaron efectos importantes

en el manejo de las masas en particular con los de 40, 50 y 60% de harina de arroz. Así mismo, a mayor nivel de arroz se encontró una textura harinosa. La calidad de la proteína del pan aumentó con el nivel de sustitución, sin embargo la diferencia en calidad proteínica entre el pan de trigo y el de 60% de arroz no alcanzó significancia estadística. En base a un análisis estadístico de las características físicas fueron seleccionados panes con 30 y 40% de harina arroz y a través de una prueba de preferencia seleccionaron panes con 30% de harina de arroz como el más adecuado para los fines del estudio. Este pan no fue diferente al pan de trigo en varios parámetros nutricionales y en algunos fue superior. Cada porción de pan tiene un peso de 80 gramos (2 rebanadas) que aporta cantidades adecuadas de calorías, proteína y sodio aunque un poco menos en fibra dietética que el pan de 100% trigo (Aguilar, 2004).

Salazar y Álvarez L. (2001), indica que el pan fabricado con harina de yuca utilizando como aditivo goma xantano le permitió obtener celdas estables y flexibles mejorando la retención de las burbujas de gas carbónico producidas por la fermentación. También indica que al utilizar el ácido fosfórico y la glicerina, les permitió mejorar las propiedades viscoelásticas de las harinas panificables de baja calidad.

2.1.1. Propiedad funcional

Las propiedades funcionales se definen como “cualquier propiedad fisicoquímica de los polímeros que afecta y modifica algunas características de un alimento” y que contribuye a la calidad final del producto. Éstas dependen fundamentalmente de factores intrínsecos propios de la molécula (conformación, relación y disposición de los elementos, ionización, carga eléctrica, forma, peso molecular, etc.), así como de factores extrínsecos del medio que los rodea, y que en ocasiones pueden modificarse (pH, fuerza iónica, temperatura, actividad acuosa, constante dieléctrica, etc).

2.1.2. El Almidón en la harina

El almidón es un hidrato de carbono que ha sido parte fundamental de la dieta del hombre, con una doble perspectiva: como hidrato de carbono digerible y no digerible. Como sustancia de reserva alimenticia predominante en las plantas, el almidón proporciona del 70 al 80% de las calorías consumidas por los humanos (Goñi y col., 1996).

Englyst y Cummings (1992), clasifican al almidón como glucémico y resistente. Los almidones glucémicos o digeribles son aquellos que son degradados hasta glucosa por enzimas del tracto digestivo; los almidones resistentes escapan de la digestión en el intestino delgado, pero son fermentados en el colon por la microflora bacteriana.

El almidón es el principal carbohidrato de la harina de trigo. Se encuentra en la harina en la forma de gránulos de diferentes tamaños. El almidón de trigo normal contiene 25% de amilosa (molécula menor y lineal) y 75% de amilopectina (molécula ramificada y más grande). Son polímeros cuya unidad básica es la glucosa, unidas entre sí por enlaces alfa (1-4) en la estructura lineal y por enlaces alfa (1-6) en los puntos de las ramificaciones (amilopectina). El almidón es un polisacárido de estructura helicoidal o granular. El gránulo de almidón es completamente insoluble en agua fría. Sin embargo, cuando se calienta progresivamente una suspensión acuosa de almidón los gránulos empiezan a gelatinizar. A los 60 °C los débiles enlaces son disociados, los gránulos empiezan a hincharse y la estructura interna inicia sus cambios. Si se continúa calentando se produce una penetración del agua en el interior y el gránulo continúa hinchando y gelatinizando, hasta formar una pasta más o menos espesa y clara. Este fenómeno es primordial para que las enzimas puedan ejercer su acción. En efecto, el gran tamaño de la amilasa le hace incapaz de penetrar por los finos microporos del gránulo. Por efecto de la gelatinización se abre el gránulo y la amilasa puede atacar las fracciones del almidón.

2.1.2. Almidón dañado

Durante la molienda una parte de los gránulos de almidón se dañan parcialmente. Estas lesiones permiten la penetración del agua y el ataque enzimático. La cantidad de almidón dañado presente en la harina va a influenciar su comportamiento en el desarrollo de la masa para panificación, como:

- Aumento del porcentaje de absorción de agua.
- Facilidad a la acción de amilasas.
- Incremento en la producción de gas.
- Aumento de la coloración de la corteza

Con un excesivo porcentaje de almidón dañado, las propiedades mecánicas de la masa pueden verse afectadas de forma negativa. (Granotec Ecuador 2009).

2.1.3. Función del almidón en la panificación

Siendo un componente de la harina que representa cerca del 67 % de la harina de trigo, el almidón es muy importante en el proceso panario. Numerosos estudios han determinado que las propiedades del almidón ejercen un efecto significativo en el volumen y la estructura de la miga del pan horneado. Las funciones que se han establecido para el almidón en la panificación son:

- La superficie del gránulo proporciona una buena adherencia entre el gluten y el almidón, formando una fina película alrededor del gas producido durante la fermentación.
- Provee de azúcar a través de la acción de las amilasas en el almidón dañado, proveyendo de alimento a la levadura.
- Proporciona una excelente superficie para favorecer las uniones fuertes del gluten en la masa.
- Favorece la formación y flexibilidad de las celdillas de gas que se producen durante la fermentación y cocción.

- Toma agua del gluten durante la gelatinización, haciendo que éste se vuelva rígido y reduciendo la expansión del mismo, previniendo el colapso de pan en el enfriado.
- Interviene en la formación del color de la corteza a través de la formación de las dextrinas en la superficie del pan (Bernabé C., 2009)

Cuadro 1. Propiedades del almidón y efecto en la panificación.

Propiedades:	Efecto:
El almidón de trigo es insoluble en agua fría.	El almidón es una sustancia sólida en la masa, incluso después del amasado, favoreciendo la reología de la masa.
El almidón de trigo no puede hincharse en agua fría pero se une a una limitada cantidad de agua que esta libre en la masa.	El almidón distribuye el agua por la superficie de la masa.
El almidón de trigo se transforma en pasta entre 60° C y 80° C, absorbiendo agua.	El almidón atrapa el agua de la masa durante la cocción, creando la textura elástica, firme y blanda de la miga. Responsable de la humedad de la miga.
El almidón de trigo se transforma por acción de enzimas.	Las dextrinas, maltosas y dextrosas formadas mejoran la fermentación y acentúan el color dorado de la corteza
El almidón de trigo libera agua de la miga durante el almacenamiento del pan.	El pan pierde peso, se seca y se hace duro.
La amilopeptina se retrograda.	El pan envejece.

Fuente: Bernabé C., 2009

Elaborado por: Luis Lescano P, 2010

2.1.3.1. El almidón en la fermentación

La producción de gas durante la fermentación es como consecuencia de la asimilación de los azúcares presentes en la masa por la levadura. Esta presenta diferentes preferencias por los azúcares presentes, asimilando fácilmente la sacarosa (después de su hidrólisis en glucosa y fructosa por la invertasa de la levadura. La masa panaria contiene solo el 0,5 % de glucosa y fructosa, procedente de la harina. Esta cantidad es adecuada para iniciar la fermentación y activar el sistema de la levadura. Para sostener la fermentación es necesaria la intervención de las amilasas presentes en la harina para convertir los gránulos del almidón dañado en maltosa (Bernabé C., 2009).

La producción de gas como consecuencia de la fermentación continúa mientras la levadura tenga sustrato para su crecimiento. Si la producción de gas continúa, la masa no aumentará su volumen si éste no es retenido. No todo el gas generado durante la fermentación y cocción que la masa va a ser retenido cuando el pan salga del horno (Bernabé C., 2009).

Existen varios factores que afectan la producción y retención del gas. Los más importantes a efectos de un panadero son:

- Temperatura alta: Incrementa la producción de gas pero disminuye su retención.
- Temperaturas bajas da masas que suben lentamente y el tacto de masa es consistente, mientras que altas temperaturas dan masas débiles que suben rápidamente.
- Absorción de agua alta: Incrementa la producción de gas y disminuye su retención. La levadura puede acceder de forma más fácil a su alimento, mientras que el gluten se diluye y reduce la fuerza de la masa.
- Azúcar: La producción de gas puede aumentarse añadiendo niveles de azúcar del 5% pero también puede reducir la producción cuando el azúcar está presente en exceso.
- Sal: La sal disminuye la producción de gas.

Contenido en fibra: El alto contenido en fibras reduce la retención del gas y la tolerancia durante la fermentación, ya que un exceso de fibras interfiere en la estructura del gluten (Bernabé C., 2009).

2.1.3.2. El almidón en la cocción

La cocción del pan se produce a una temperatura de unos 220° C y en presencia de vapor de agua, siendo una etapa tan importante como la fermentación. Durante la cocción de la masa, el almidón está muy ávido de la poca agua que está su alrededor. A pesar de ello, el almidón es capaz de embeber cerca de 18 veces su peso en agua durante la gelatinización; absorbiendo toda el agua que puede de la red de gluten que está en íntimo contacto con él. El resultado es la obtención de una red de gluten rígida,

desnaturalizada y casi deshidratada, pero que no colapsa por efecto del almidón. El aumento de temperatura de la masa se produce de manera gradual desde el exterior hacia el interior de la pieza. Como en toda reacción química, el aumento de la temperatura supone una aceleración de las diferentes reacciones que constituyen la amilolisis (Bernabé C., 2009).

La existencia de un gradiente de temperatura entre la superficie y el corazón de la pieza añade un efecto de progresividad de los fenómenos que ocurren con el incremento de la temperatura. Primero se forma una fina película en la superficie, que se mantiene flexible gracias al vapor de agua condensado sobre la misma. Por dilatación de los gases que contiene, aumenta mucho el crecimiento de la masa. Además, las actividades vitales de la levadura sufren también el efecto del aumento de temperatura, acelerándose la producción de gas carbónico y alcohol (Bernabé C., 2009).

Cuando el interior de la pieza alcanza los 65° C, los gránulos de almidón sufren un violento hinchamiento acompañado de una solubilización de la amilosa, precisamente cuando la actividad de las amilasas es máxima. Sin embargo, las enzimas, como cualquier proteína, son sensibles al calor. Cuando se alcanzan los 70° C, la beta-amilasa y la amilasa fúngica añadida, quedan inactivadas. La alfa-amilasa natural resiste hasta los 80° C. El efecto final de la amilolisis en esta fase, está directamente ligado a la cinética térmica interior de la pieza –la velocidad con que aumenta la temperatura en su interior–, y al tipo de alfa-amilasa (natural o añadida; entre éstas, fúngica o bacteriana). Las alfa-amilasas fúngicas se inactivan antes de la gelatinización total del almidón, con lo que su efecto en la cocción es mucho menor que el de las naturales o las bacterianas. Los mejores resultados tecnológicos se obtienen cuando existe un equilibrio entre alfa y beta (Bernabé C., 2009).

2.1.4. Almidón nativo y modificado

El almidón absorbe agua fácilmente y al calentarlo se gelifica. Sin embargo a corto plazo se produce la ruptura del gel o sinéresis. Para evitar

la sinéresis de los geles es necesario mantener separadas las cadenas poliméricas, insertando distintas moléculas entre éstas. Por tal motivo se producen almidones modificados donde se impide que las cadenas poliméricas se asocien unas con otras mediante la introducción de grupos monofuncionales (hidroxipropilo, octenilsuccínico, acetilo, etc.) que actúan como agentes de bloqueo tridimensional (López, E., 2004).

Los tipos de almidones se clasifican básicamente en:

- Almidones Nativos: Se les denomina así, porque son almidones que no han sufrido ningún proceso de modificación química durante su obtención.
- Almidones Modificados: Se les denomina así, porque son almidones si han sufrido algún proceso de modificación química durante su obtención (Rincón y col., 2009).

2.1.4.1. Almidón nativo

Los almidones nativos se utilizan porque regulan y estabilizan la textura de los alimentos y por sus propiedades espesantes y gelificantes; sin embargo, la estructura nativa del almidón puede ser menos eficiente debido a que las condiciones del proceso (ej.: temperatura, pH y presión) reducen su uso en otras aplicaciones industriales, por la baja resistencia al corte, descomposición térmica, alto nivel de retrogradación y la sinéresis (Rincón, 2009).

2.1.4.2. Almidón modificado

Las limitaciones del almidón nativo se pueden superar modificando la estructura nativa por métodos químicos, físicos y enzimáticos 16, dando como resultado un almidón modificado; se incluye a los almidones hidroxipropilados, de enlaces cruzados y acetilados. Estos almidones generalmente muestran mejor claridad de pasta y estabilidad, menor tendencia a la retrogradación y aumento en la estabilidad al congelamiento-deshielo (Guardado y col., 2004).

El grupo de Industrias Alimenticias Fabp, S.A., han desarrollado estudios en el Gelamil 170 que es Almidón de papa modificado. Este almidón es modificado por acetilación de la cadena de amilosa, lo cual crea una fuerza de repulsión dentro de la cadena del almidón evitando que esta se junte después del cocimiento, y evitando la sinéresis en los productos elaborados con este almidón (Garcia, 2005).

Este producto forma un gel elástico con una textura larga. La capacidad de retención de humedad, alcanza una relación (almidón: agua), 1:6. Este grupo también ha realizado estudios sobre los almidones modificados ColdSwell KMC, que difieren de los almidones modificados tradicionalmente porque los gránulos de este almidón permanecen intactos después del secado por aspersion (Garcia, 2005).

Las propiedades y ventajas específicas de los almidones ColdSwell KMC es que proporcionan un alto nivel de viscosidad, similar a los almidones que necesitan calentamiento, solo que estos tienen la ventaja de actuar en fase fría. Estos almidones pueden emplearse en procesos que requieren una amplia gama de temperaturas. Los almidones modificados ColdSwell KMC, gracias a sus cualidades (gelificación en frío) son utilizados en mayonesas, salsas instantáneas, cubiertas, preparaciones frutales, rellenos de panaderías, glasses (Garcia, 2005).

2.2. FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA

La presente investigación se basa en un paradigma positivista ya que se trata de una investigación experimental, donde se busca la explicación, predicción y control de fenómenos físicos y químicos; donde la generalización científica se basa en leyes naturales inmutables.

Según Reichart y Cook (1986), este paradigma tiene como escenario de investigación el laboratorio a través de un diseño preestructurado y esquematizado; su lógica de análisis está orientado a lo confirmatorio,

reduccionista, verificación, inferencia e hipotético deductivo mediante el respectivo análisis de resultados.

El enfoque, además, se haría en conformidad a la corriente crítico-propositivo, es decir, que se basa en una comprensión de la investigación, en identificar los cambios y una interacción renovadora.

2.3. FUNDAMENTACIÓN LEGAL

NORMA ECUATORIANA INEN 517 1980 – 12 HARINAS DE ORIGEN VEGETAL DETERMINACIÓN DEL TAMAÑO DE LAS PARTÍCULAS.

NORMA ECUATORIANA INEN 524 1980 – 12 HARINAS DE ORIGEN VEGETAL DETERMINACIÓN DE ALMIDON.

NORMA ECUATORIANA INEN 530 1980 – 12 HARINA DE TRIGO ENSAYO DE PANIFICACIÓN.

NORMA ECUATORIANA INEN 616 1981 – 03 HARINA DE TRIGO REQUISITOS

NORMA MEXICANA NMX – F -007 1982 DIRECCION GENERAL DE NORMAS. ALIMENTO PARA HUMANOS. HARINA DE TRIGO.

Determinación del contenido de amilosa Aparente y de Amilosa Total por el proceso improvisado de Morrison, W. Laignelet, B. (1983). Journal of Cereal Science.

Determinación del índice de absorción de agua, solubilidad y poder de hinchamiento propuesto por Anderson, R., Conway, H. F., Pheiser, V. F. y Griffin, E. L. (1969). Cereal Science Today.

Determinación de Retrogradación propuesto por Tjahjadi, C. y Breene, W. M. (1984). Journal of Food Science.

2.4. CATEGORÍAS FUNDAMENTALES

2.4.1. Red de inclusión

El gráfico 2 presenta la Red de Inclusiones, donde mediante una relación de jerarquía, se abarcan los elementos que describen a las variables: dependiente e independiente, así:

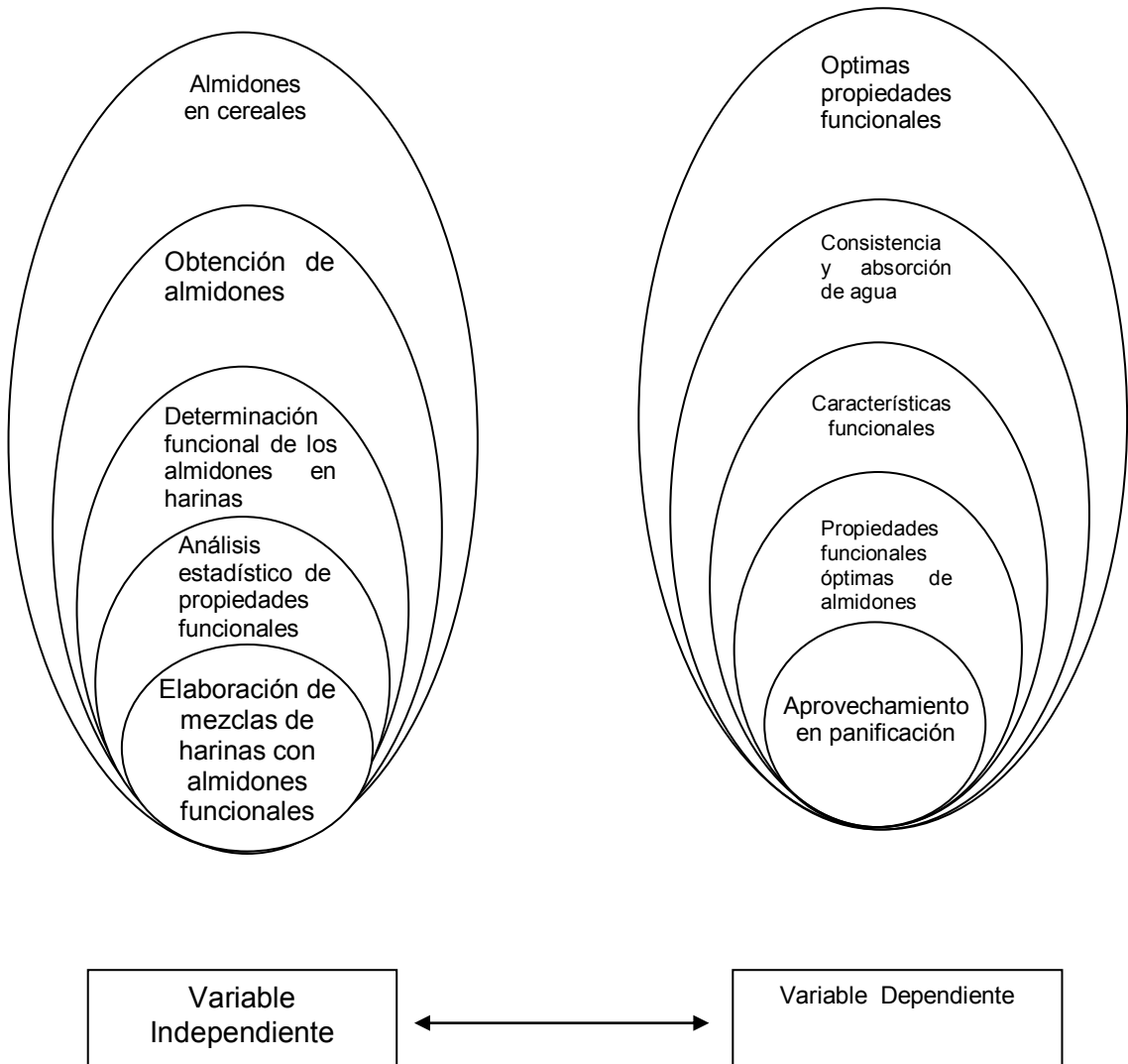


Gráfico 2. Gráfico de red de inclusión
Elaborado por: Luis Lescano, 2010

2.4.2. Trigo

El **trigo** (*Triticum sativum* Lam., *Triticum aestivum* (L.)Thell, *Triticum durum*) es un cereal de la familia de las gramíneas, una familia a la que

pertenecen otros cereales tan importantes como alimentos como el arroz, el maíz, la avena, el sorgo, etc.

Cada grano de trigo consta de las siguientes partes:

- La capa protectora o gluma: Es la que protege al grano. Se conoce vulgarmente como salvado. Está formado principalmente por fibra. Se elimina completamente cuando el trigo se muele y se refina la harina.
- Las envolturas externas: La capa exterior se llama *pericarpio*, la capa central, *mesocarpio* o tegumento interno y la capa interior, *epicarpio*. Estas capas están formadas principalmente por minerales, proteínas y vitaminas, que son asimiladas por el organismo cuando se ingiere el trigo integral pero que resultan eliminados en el proceso de refinado para obtener harina blanca.

Las capas internas son: La *testa o tegmen*, una capa intermedia entre las envolturas externas y el endospermo o albumen. Consta fundamentalmente de aceites y colorantes.

El endospermo o albumen: Es la capa interna del grano de trigo y la que representa el mayor porcentaje del mismo (entre el 80 y el 90 % del peso total) El albumen esta formado por hidratos de carbono en forma de almidón. La función de esta parte es proporcionar las sustancias de reserva para el crecimiento de la nueva planta.

El germen: ocupa la parte inferior del endospermo. Esta formado fundamentalmente por proteínas, aceite, enzimas y vitaminas del grupo B. Consta de la radícula (raíz embrionaria) y de la plúmula (hoja embrionaria). A partir de esta parte del grano se origina el crecimiento de una nueva planta (Botanical, 2010).

Tabla 1. Composición proximal del trigo

Trigo	%
Carbohidratos	73
Proteína	11,2
Lípidos	2,0
Minerales	0,7
Humedad	13,1

Fuente: Wikipedia, 2010

Elaboración: Luis Lescano, 2010

2.4.3. Cebada

La cebada (*Hordeum vulgare*) es una planta monocotiledónea anual perteneciente a la familia de las poáceas (gramíneas), a su vez, es un cereal de gran importancia tanto para animales como para humanos y actualmente el quinto cereal más cultivado en el mundo (53 millones de hectáreas o 132 millones de acres).

El grano de cebada es de forma ahusada, más grueso en el centro y disminuyendo hacia los extremos. La cáscara de la cebada (en los tipos vestidos), protege el grano contra los depredadores y es de utilidad en los procesos de malteado y cervecería. Representa un 13% del peso del grano oscilando de acuerdo al tipo, variedad del grano y latitud de plantación.

La cebada está representada principalmente por dos especies cultivadas: *Hordeum distichon* L., que se emplea para la elaboración de la cerveza, y *Hordeum hexastichon* L., que se usa como forraje para alimentación animal; ambas especies se pueden agrupar bajo el nombre de *Hordeum vulgare* L. ssp. *vulgare*.

En general, de acuerdo con las características de tamaño, el grano de cebada se clasifica arbitrariamente en: grande, mediano y pequeño. Cáscara y color del grano: El grano puede tener la cascarilla adherida al pericarpio (cebada cubierta) o suelta (cebada desnuda), y su color está influenciado por el intemperismo o por la coloración de la aleurona, por lo

que puede variar desde amarillo claro, amarillo pálido, crema claro, crema pálido, azul verdoso hasta azul.

- La cáscara es la primera capa que protege al grano, y está constituida por celulosa, hemicelulosa y lignina, Se forma durante el desarrollo del grano y comprende a palea que lo cubre y la lema que lo envuelve. Constituye del 6 al 10 por ciento del peso del grano, es gruesa en la región basal o germinal y disminuye su grosor hacia la región distal del grano. La cáscara de las cebadas de dos hileras es más delgada y se ajusta mejor al grano que en las cebadas hexísticas.
- Lema. Es la cascarilla que envuelve al grano por su lado dorsal; en ella se distinguen las venas laterales y centrales, la barba, la región basal, y las glumas localizadas en ese mismo lado del grano.
- Cascarilla del lema. Puede ser gruesa (lisa) o delgada (arrugada), y estar poco o muy adherida al grano.
- Barba. Es la prolongación o punta del lema. Su longitud es variable, por lo que puede ser larga, regular o corta, y algunas veces puede no existir. En el caso particular del grano trillado se distinguen dos características: lisa (sin aserrar) y dentada (aserrada).
- Venas laterales y centrales. Pueden variar de poco a muy pronunciadas (muy desarrolladas), y ser dentadas o lisas (Wikipedia, 2010).

Tabla 2. Composición proximal de la cebada

Cebada	%
Carbohidratos	73,5
Proteína	11,0
Lípidos	2,1
Minerales	0,6
Humedad	12,8

Fuente: Wikipedia, 2010

Elaboración: Luis Lescano, 2010

2.4.4. Maíz

El maíz, (*Zea mays*) es una planta gramínea anual originaria de América. Actualmente, es el cereal con mayor volumen de producción en el mundo, superando al trigo y el arroz. En la mayor parte de los países de América, el maíz constituye la base histórica de la alimentación regional y uno de los aspectos centrales de las culturas mesoamericana y andina (Wikipedia, 2010).

Las partes principales del grano de maíz difieren considerablemente en su composición química. La cubierta seminal o pericarpio se caracteriza por un elevado contenido de fibra cruda, aproximadamente el 87 %, la que a su vez está formada fundamentalmente por hemicelulosa %, celulosa 23% y lignina 0,1 por ciento. El endospermo, en cambio, contiene un nivel elevado de almidón 87%, aproximadamente, 8% de proteínas y un contenido de grasas crudas relativamente bajo.

Por último, el germen se caracteriza por un elevado contenido de grasas crudas, el 33% por término medio, y contiene también un nivel relativamente elevado de proteínas (próximo al 20%) y minerales. Se dispone de algunos datos sobre la composición química de la capa de aleurona, elemento con un contenido relativamente elevado de proteínas aproximadamente el 19% y de fibra cruda.

El contenido de hidratos de carbono y proteínas de los granos de maíz depende en medida considerable del endospermo; el de grasas crudas y, en menor medida, proteínas y minerales, del germen. La fibra cruda del grano se encuentra fundamentalmente en la cubierta seminal. La distribución ponderal de las partes del grano, su composición química concreta y su valor nutritivo tienen gran importancia cuando se procesa el maíz para consumo; a este respecto, hay dos cuestiones de importancia desde la perspectiva nutricional: el contenido de ácidos grasos y el de proteínas.

El componente químico principal del grano de maíz es el almidón, al que corresponde hasta el 72-73% del peso del grano. Otros hidratos de

carbono son azúcares sencillos en forma de glucosa, sacarosa y fructosa, en cantidades que varían del 1 al 3 % del grano. La importancia de los cereales en la nutrición de millones de personas de todo el mundo es ampliamente reconocida. Debido a su ingesta relativamente elevada en los países en desarrollo, no se les puede considerar sólo una fuente de energía, sino que además suministran cantidades notables de proteínas. Los granos de cereal tienen una baja concentración de proteínas y la calidad de éstas se halla limitada por la deficiencia de algunos aminoácidos esenciales, sobre todo lisina. Un hecho mucho menos conocido es que algunos cereales contienen un exceso de ciertos aminoácidos esenciales que influye en la eficiencia de la asimilación de las proteínas (FAO, 2010).

Tabla 3. Composición proximal del maíz

Maíz	%
Carbohidratos	72.4
Proteína	9,80
Lípidos	3,8
Minerales	0,5
Humedad	13.5

Fuente: Wikipedia, 2010

Elaboración: Luis Lescano, 2010

2.4.5. Quinua

La quinua, quínoa o kinwa (*Chenopodium quinoa*) es un pseudocereal perteneciente a la subfamilia Chenopodioideae de las amarantáceas. Es un cultivo que se produce en los Andes de Argentina, Bolivia, Chile, Colombia, Ecuador y del Perú además de los Estados Unidos, siendo Bolivia el primer productor mundial seguido del Perú y de los Estados Unidos. Se le denomina pseudocereal porque no pertenece a la familia de las gramíneas en que están los cereales "tradicionales", pero debido a su alto contenido de almidón su uso es el de un cereal.

La quinua es un alimento rico ya que posee los 10 aminoácidos esenciales para el humano, esto hace que la quinua sea un alimento muy completo y de fácil digestión. Posee un excepcional balance de proteínas,

grasa, aceite y almidón, un alto grado de aminoácidos, entre los aminoácidos están la lisina (importante para el desarrollo del cerebro) y la arginina e histidina, básicos para el desarrollo humano durante la infancia. Igualmente es rica en metionina y cistina, en minerales como hierro, calcio y fósforo y vitaminas.

La grasa contenida es de 4 a 9%, de los cuales la mitad contiene ácido linoleico, esencial para la dieta humana. También contiene un alto nivel de calcio, fósforo, hierro (Wikipedia, 2010).

El contenido de proteína de la quinua es del 12 % promedio, en comparación con otros cereales es mayor y menor a las de las leguminosas, para alcanzar el mismo nivel proteico que la carne tendría que triplicarse la cantidad de quinua ingerida. La quinua se caracteriza no por el contenido de proteína si no por la calidad de la proteína, es por esta razón que la quinua es ideal para mejorar el valor nutricional de algunos alimento. la calidad proteica depende del contenido de los aminoácidos esenciales y la determinación se realiza con la comparación del contenido de aminoácidos esenciales de la leche o del huevo, encontrándose que los aminoácidos limitantes son los azufrados en el caso de la quinua y este déficit debe ser suplidos por otros alimentos con alto contenido de estos aminoácidos.

Tabla 4. Contenido de aminoácidos de la quinua

Aminoácidos	mg/ 100 gr. alimento
Treonina	420
Serina	444
Ácido glutámico	1428
Prolamina	372
Gliadina	624
Alanita	564
Valina	540
Isoleucina	432
Leucina	720
Tirosina	336
Fenilalanina	492
Lisina	672
Histidina	288
Arginina	841
Metionina	240
Cisterna-Triptofano	66

Fuente: Arapa, 2007

Elaboración: Luis Lescano, 2010

La quinua contiene también saponinas que son glucósidos amargos que pueden causar hemólisis en los eritrocitos son extremadamente tóxicos para animales de de sangre fría (anfibios y peses) por su propiedad de bajar la tensión superficial, poseen diferentes tipos de estructura química, pero todas tienen la propiedad de producir espuma. Se puede extraer con agua o etanol caliente con evaporación. En si estas sustancias tienen tres propiedades distintivas que son; sabor amargo, potentes surfactantes y producen hemólisis sobre los eritrocitos (Arapa, 2007).

Tabla 5. Composición proximal de la quinua

Quinua	%
Carbohidratos	68.8
Proteína	12
Lípidos	6
Minerales	1.6
Humedad	11.6

Fuente: Arapa, 2007

Elaboración: Luis Lescano, 2010

2.4.6. Papa

La papa o patata (nombre científico: *Solanum tuberosum*) es una planta perteneciente a la familia de las solanáceas, originaria de América del Sur y cultivada en todo el mundo por sus tubérculos comestibles.

Este tubérculo continúa siendo la base de la alimentación de millones de personas, es una delicia culinaria en muchas regiones del globo que ha generado decenas de platos que la tienen de protagonista y, además, representa un verdadero desafío para científicos de varias disciplinas, que tratan de dilucidar su origen, genética y fisiología, dentro del campo de la tecnología, éstos no cesan de encontrar una gran cantidad de aplicaciones mas allá de las convencionales para este tubérculo, desde los cosméticos y el alcohol hasta el papel prensa (Wikipedia, 2010).

La papa cultivada tiene más especies silvestres (228) afines que cualquier otro cultivo y están ampliamente distribuidas en América, desde la región Suroeste de Estados Unidos hasta el extremo sur de la cordillera Andina.

Dentro de los componentes nutritivos el que se encuentra en mayoría es el agua que constituye en torno al 80% del total. Le siguen los carbohidratos que constituyen el 16-20% entre los que hay que destacar el grupo de los almidones que son polisacáridos complejos que se absorben como glucosa previa hidrólisis enzimática. La fibra alimentaria representa 1-2% del total de la papa y se encuentra preferentemente en la piel.

La concentración de azúcares sencillos es baja, siendo los más importantes la glucosa, fructosa y sacarosa. Es importante controlar la concentración de azúcares de la papa con objeto de prevenir las reacciones de pardeamiento no enzimático o reacciones de Maillard. Este tipo de reacciones indeseables puede aparecer cuando se alcanzan concentraciones del 2% de azúcares reductores. Para ello es fundamental controlar la temperatura de almacenamiento. Si se reducen las temperaturas de almacenamiento para evitar la germinación por debajo de 10°C se reducen las velocidades de las reacciones de forma desigual generándose tubérculos dulces y con una mala textura. Si se mantienen las temperaturas entre 15-20°C se produce disminución del contenido de azúcares.

Las proteínas son el nutriente más abundante después de los carbohidratos constituyendo el 2% del total asentándose mayoritariamente en el cortex (zona inmediatamente debajo de la piel) y la médula (zona central). Destacan las albúminas (49%) y globulinas (26%) como las fracciones proteicas más abundantes seguidas de prolaminas (4,3%) y glutelinas (8,3%). Asimismo destaca la presencia de gran cantidad de enzimas y aminoácidos libres cuyas concentraciones dependen de la forma de cultivo y almacenamiento. Los lípidos no tienen importancia desde un punto de vista cuantitativo (0,1%) y se encuentran mayoritariamente en la piel. Existe gran cantidad de vitaminas hidrosolubles tales como la vitamina

C y algunas del complejo B. También la papa es rica en minerales, los cuales constituyen el 1% del total de la papa, destacando el potasio como elemento mayoritario. La proteína de la papa presenta un valor biológico superior a la de los cereales lo cual se debe a su mayor contenido en lisina, aminoácido limitante en la proteína de los cereales.

En lo que se refiere a los componentes no nutritivos resaltan los pigmentos que son carotenoides responsables del color de la papa de color y las clorofilas que se pueden hacer patentes en el caso de papas expuestas al sol. Además existen ácidos orgánicos tales como cítrico, oxálico, fumárico y málico que, además de regular la acidez de la savia de la papa, contribuyen al aroma y sabor. Existen algunos glicósidos tóxicos siendo el más importante la asolanina constituida por el alcaloide solanidina que se encuentra unido a sendas moléculas de glucosa, galactosa y ramnosa. La concentración en condiciones normales es de 50-100 mg/100g, pero cuando las papas se exponen al sol se pueden alcanzar concentraciones tóxicas (=200 mg/100g). La solanina se concentra en la piel y brotes y también en el córtex de la papa por lo tanto, un pelado generoso es una alternativa interesante para prevenir la intoxicación aunque, como contrapartida, se eliminan una parte importante de los nutrientes y fibra. Además, el calentamiento que se realiza durante los diferentes procesos culinarios hidroliza parcialmente estos alcaloides inactivando su acción tóxica.

El valor nutricional de la papa va a depender lógicamente de la forma de consumo. Las papas fritas, debido a que se encuentran impregnadas en aceite, presentan un valor calórico 4-5 veces superior al valor calórico de la papas guisadas o arrugadas. Además en el proceso de pelado se pierde gran parte de su valor nutricional, ya que la zona del córtex y piel es especialmente rica en minerales, proteínas, vitaminas hidrosolubles y fibra.

Las papas tienen vitamina C en cantidades similares a las que se observan en muchas frutas y hortalizas. Dentro de las vitaminas del complejo B destacan la tiamina y el ácido nicotínico observándose

concentraciones sólo comparables a las de los cereales integrales. En cuanto a los minerales destaca el potasio (Petryk, 2008).

Tabla 6. Composición proximal de la papa

Papa	%
Carbohidratos	17.1
Proteína	2,1
Lípidos	0,1
Minerales	0.5
Humedad	80.2

Fuente: MuscularMente, 2006

Elaboración: Luis Lescano, 2010

2.4.7. Almidón

El almidón es un polisacárido de reserva alimenticia predominante en las plantas, constituido por amilosa y amilopectina. Proporciona el 70-80% de las calorías consumidas por los humanos de todo el mundo. Tanto el almidón como los productos de la hidrólisis del almidón constituyen la mayor parte de los carbohidratos digeribles de la dieta habitual. Del mismo modo, la cantidad de almidón utilizado en la preparación de productos alimenticios, sin contar el que se encuentra presente en las harinas usadas para hacer pan y otros productos de panadería.

Los almidones comerciales se obtienen de las semillas de cereales, particularmente de maíz (*Zea mays*), trigo (*Triticum* spp.), varios tipos de arroz (*Oryza sativa*), y de algunas raíces y tubérculos, particularmente de patata (*Solanum tuberosum*), batata (*Ipomoea batatas*) y mandioca (*Manihot esculenta*). Tanto los almidones como los almidones modificados tienen un número enorme de posibles aplicaciones en los alimentos, que incluyen las siguientes: adhesivo, ligante, enturbiantes, formador de películas, estabilizante de espumas, agente anti-envejecimiento de pan, gelificante, glaseante, humectante, estabilizante, texturizante y espesante.

El almidón se diferencia de todos los demás carbohidratos en que, en la naturaleza se presenta como complejas partículas discretas (gránulos). Los gránulos de almidón son relativamente densos, insolubles y se hidratan

muy mal en agua fría. Pueden ser dispersados en agua, dando lugar a la formación de suspensiones de baja viscosidad que pueden ser fácilmente mezcladas y bombeadas, incluso a concentraciones mayores del 35%.

Los almidones de los cereales contienen pequeñas cantidades de grasas. Los lípidos asociados al almidón son, generalmente, lípidos polares, que necesitan disolventes polares tales como metanol-agua, para su extracción. Generalmente el nivel de lípidos en el almidón cereal, está entre 0.5 y 1%. Los almidones no cereales no contienen esencialmente lípidos.

Químicamente es una mezcla de dos polisacáridos muy similares, la amilosa y la amilopectina; contienen regiones cristalinas y no cristalinas en capas alternadas. Puesto que la cristalinidad es producida por el ordenamiento de las cadenas de amilopectina, los gránulos de almidón céreo tienen parecido grado de cristalinidad que los almidones normales. La disposición radial y ordenada de las moléculas de almidón en un gránulo resulta evidente al observar la cruz de polarización (cruz blanca sobre un fondo negro) en un microscopio de polarización cuando se colocan los polarizadores a 90° entre sí. El centro de la cruz corresponde con el hilum, el centro de crecimiento de gránulo (Wikipedia, 2010).

2.1.7.1. Amilosa

La amilosa (Fig.1) es el producto de la condensación de D-glucopiranosas por medio de enlaces glucosídicos $\alpha(1,4)$, que establece largas cadenas lineales con 200-2500 unidades y pesos moleculares hasta de un millón; es decir, la amilosa es una α -D-(1,4)-glucana cuya unidad repetitiva es la α -maltosa. Tiene la facilidad de adquirir una conformación tridimensional helicoidal, en la que cada vuelta de hélice consta de seis moléculas de glucosa. El interior de la hélice contiene sólo átomos de hidrógeno, y es por tanto lipofílico, mientras que los grupos hidroxilo están situados en el exterior de la hélice. La mayoría de los almidones contienen alrededor del 25% de amilosa.

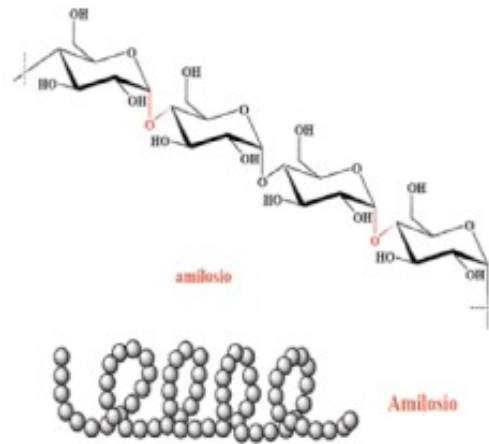


Figura 1. Amilosa. Polisacárido Constituyente del Almidón. Conformado por unidades de glucosa en enlace alfa 1-4.

Fuente: Granotec Ecuador 2009

2.1.7.2. Amilopectina

La amilopectina (Fig. 2) se diferencia de la amilosa en que contiene ramificaciones que le dan una forma molecular a la de un árbol; las ramas están unidas al tronco central (semejante a la amilosa) por enlaces α -D-(1,6), localizadas cada 15-25 unidades lineales de glucosa. Su peso molecular es muy alto ya que algunas fracciones llegan a alcanzar hasta 200 millones de daltones. La amilopectina constituye alrededor del 75% de los almidones más comunes. Algunos almidones están constituidos exclusivamente por amilopectina y son conocidos como céreos (Wikipedia,2010).

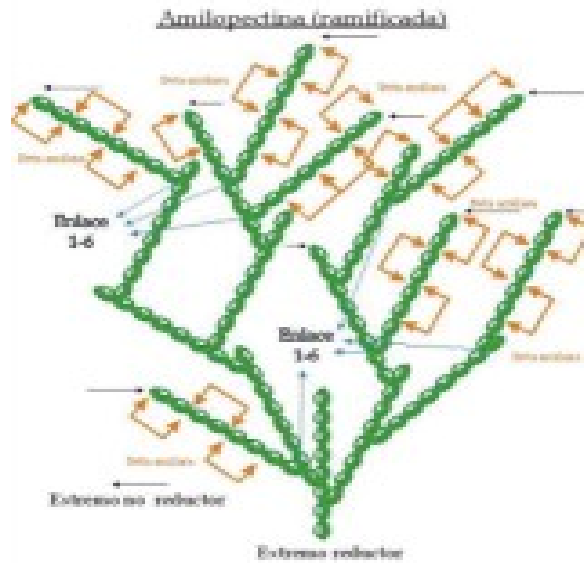


Figura 2. Amilopectina. Polisacárido ramificado. Constituyente del Almidón. Conformado por unidades de glucosa en enlace alfa 1-6.

Fuente: Granotec Ecuador 2009

2.4.8. Propiedades funcionales de los almidones

Son propiedades funcionales el índice de amilosa, el índice de solubilidad en agua, índice de absorción de agua, índice de poder de hinchamiento, porcentaje de retrogradación, temperatura de gelatinización entre otras. Su funcionalidad depende del peso molecular promedio de la amilosa y la amilopectina, así como de la organización molecular de estos glucanos dentro del gránulo (Rincón, 2009).

2.4.8.1. Gelatinización

Durante el proceso de gelatinización (fig.3 y 4), el orden molecular dentro de los gránulos es destruido gradual e irreversiblemente, por esto la temperatura de gelatinización es característica para cada tipo de almidón y depende fundamentalmente de la transición vítrea de la fracción amorfa del almidón.

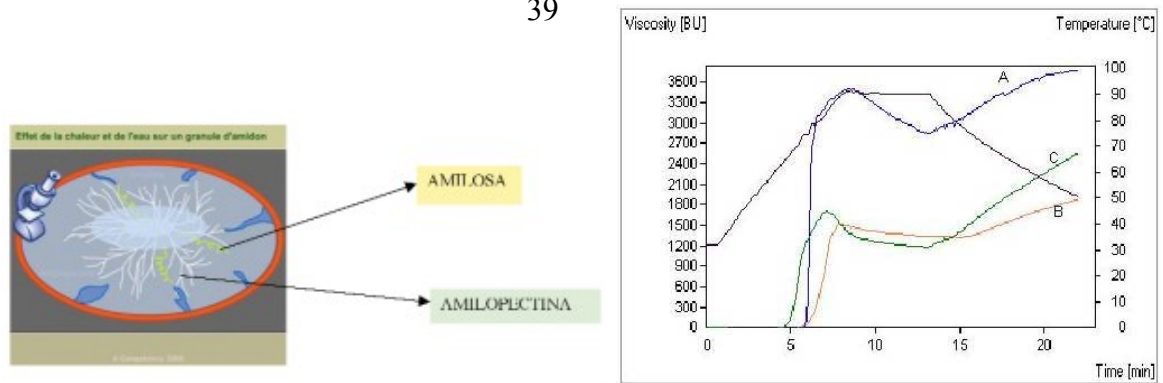


Figura 3. Efecto del agua caliente sobre el gránulo de almidón.

Fuente: Granotec, Ecuador 2009

Algunos eventos ocurren durante el proceso: el orden molecular, y por lo tanto la birrefringencia, se pierde; los gránulos pierden su cristalinidad, absorben gran cantidad de agua, provocando el hinchamiento y un aumento en su volumen. Se solubilizan algunas moléculas, particularmente la amilosa, que se difunde hacia el agua y, si el calentamiento continúa, se rompen y se observa una solubilización parcial.

Todo este proceso es endotérmico, requiriéndose aproximadamente 10 mJ.mg^{-1} de almidón para efectuarlo. La pasta de almidón obtenida después de la gelatinización no es estable, ya que durante el almacenamiento se presentan transformaciones estructurales (Hernández, 2008).

2.4.8.2. Poder de Hinchamiento (PH)

Durante la gelatinización, el gránulo de almidón se hincha, sufre ruptura y simultáneamente se libera al exterior la amilosa que se encontraba dentro del gránulo, formando una red tridimensional. El hinchamiento del almidón es la propiedad relacionada con su contenido de amilopectina, actuando la amilosa como un diluyente e inhibidor del hinchamiento (Bou, 2006).

El poder de hinchamiento se incrementa con el aumento de la temperatura, ya que a altas temperaturas se sucede una relajación progresiva de las fuerzas de enlace dentro del gránulo, y confirma mayor contenido en amilopectina (Araujo, 2004).

2.4.8.3. Índice de solubilidad en agua (ISA)

La solubilidad del almidón, se da a consecuencia del hinchamiento del gránulo y del incremento de la temperatura. Tanto el poder de hinchamiento como el índice de solubilidad indican el grado de asociación existente (enlaces intragranular) entre los polímeros del almidón (amilosa y amilopectina) (Araujo 2004).

El incremento en la solubilidad se atribuye al contenido de amilosa, debido a que estas moléculas se solubilizan y salen al exterior del gránulo de almidón hinchado (Bou, 2006).

2.4.8.4. Índice de absorción de agua (IAA)

La capacidad de absorción de agua y la temperatura de gelatinización son características específicas de cada almidón en particular y dependen de diversos factores como por ejemplo el tamaño de los gránulos, relación amilosa/ amilopectina, fuerzas intra e intermoleculares, entre otras. Las variaciones en la capacidad de absorción de agua podrían ser atribuidas a la existencia de proporciones diferentes de regiones cristalinas (amilopectina) y amorfas (amilosa) dentro de los gránulos de almidón, así los gránulos con muchas zonas amorfas, débilmente asociadas, presumiblemente deberían absorber más agua y viceversa (Bou, 2006).

El incremento de la temperatura causa un aumento del índice de absorción de agua, pues además de producir un rompimiento de las fuerzas intragranulares de la región amorfa, también conduce al inicio del desdoblamiento de las regiones con doble hélice y al rompimiento de las estructuras de amilopectina, con lo cual se va generando una desorganización de la estructura del gránulo (Rincón, 2009).

2.4.8.5. Retrogradación

Se define como la insolubilización y la precipitación espontánea, principalmente de las moléculas de amilosa, debido a que sus cadenas

lineales se orientan paralelamente y reaccionan entre sí por puentes de hidrógeno a través de sus múltiples hidroxilos; se puede efectuar por diversas rutas que dependen de la concentración y de la temperatura del sistema.

La retrogradación está directamente relacionada con el envejecimiento del pan, las fracciones de amilosa o las secciones lineales de amilopectina que retrogradan, forman zonas con una organización cristalina muy rígida, que requiere de una alta energía para que se rompan y el almidón gelatinice.

Cuando se disuelve el almidón en agua, la estructura cristalina de las moléculas de amilosa y amilopectina se pierde y éstas se hidratan, formando un gel (Fig. 4), es decir, se gelatiniza. Si se enfría este gel, e inclusive si se deja a temperatura ambiente por suficiente tiempo, las moléculas se reordenan, colocándose las cadenas lineales de forma paralela y formando puentes de hidrógeno. Cuando ocurre este reordenamiento, el agua retenida es expulsada fuera de la red (proceso conocido como sinéresis), es decir, se separan la fase sólida (cristales de amilosa y de amilopectina) y la fase acuosa (agua líquida) (Wikipedia, 2010)

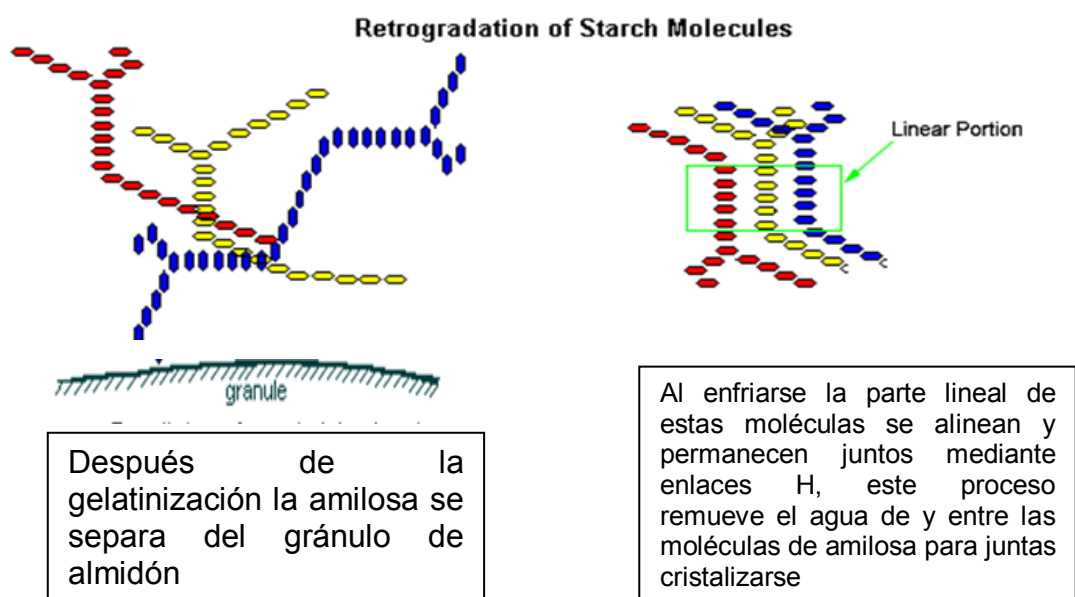


Figura 4. Retrogradación de las moléculas de almidón.
Fuente: Landfood, 2010.

2.4.9. El almidón en la masa y el pan

La masa y el pan son complejos sistemas donde interaccionan el gluten y los lípidos. La presencia de gluten incrementa la temperatura de gelatinización y disminuye la entalpia del almidón de trigo. La interacción entre lípidos y almidones, forman complejos de lípido-amilosa, que demoran el proceso de gelatinización, disminuyen el hinchamiento de los gránulos de almidón, reducen la viscosidad, aumentan la temperatura de cohesión, y a bajo contenido de agua disminuye la entalpia de gelatinización (Eliasson, 1983).

2.4.9.1. Amasado y fermentación

Desde el punto de vista físico-estructural la masa es un sistema multifase, con el agua y la proteína como la fase continua y agregados como los gránulos de almidón, células de aire y las células de levadura son la fase dispersa, por lo que la matriz acuosa de proteína (“gluten”) es considerada como la fase continua (Eliasson, 1983).

Durante la formación de la masa, las propiedades de la superficie de los gránulos de almidón, son de gran importancia, ya que la adherencia entre el gluten y el almidón determina la dispersibilidad de los gránulos de almidón. Los gránulos pequeños hacen posible un empaquetado compacto de los gránulos de almidón y se adhieren con mas fuerza al gluten (Eliasson, 1983).

El agua es distribuida entre los componentes almidonados y no almidonados, esta distribución influencia las propiedades reológicas de la masa. La cantidad de agua disponible para los almidones durante la gelatinización dependerá de la variedad del almidón y de la cantidad de almidón dañado (Eliasson, 1983).

También podría esperarse que los pentosanos tengan influencia sobre la distribución de agua, debido a su eficiente capacidad de retención de

agua. Por otra parte, los ingredientes añadidos como la sal y el azúcar afectan la distribución del agua entre los componentes (Eliasson, 1983).

Durante la formación y fermentación de la masa, los gránulos de almidón son parcialmente degradados por amilasas. La cantidad de almidón dañado es crucial, por otra parte la cantidad de vínculos de almidón –lípidos pueden ser importantes desde la formación de complejos entre amilosa y lípidos, hasta proteger la amilosa en contra de la degradación enzimática (Eliasson, 1983).

2.4.9.2. Cocción

El grado de gelatinización del almidón durante el proceso de cocción depende de la cantidad de agua disponible para el almidón, y esto también afecta la textura final de la miga. En cierta medida la presencia de gluten retarda la gelatinización del almidón, pero los ingredientes añadidos también producen efectos similares (Eliasson, 1983).

Durante las transiciones térmicas los gránulos de almidón se suavizan. Esto debe afectar las propiedades de la interface gas-líquido, ya que los gránulos de almidón deben ser lo suficientemente flexibles para ser propiamente orientados a esta interfaz sin causar la ruptura y la destrucción de la capacidad de retención de gas. Los gránulos de almidón parecen ser estirados y alargados en este proceso (Eliasson, 1983).

La difusión de amilosa de los gránulos de almidón, durante la gelatinización, el hinchamiento y la distorsión de los mismos, forma tantos contactos posibles, entre los gránulos, y se ha sugerido que el gel formado de almidón podría constituir una estructura permanente en el pan (Eliasson, 1983).

2.4.9.3. Endurecimiento y envejecimiento

El endurecimiento del pan es un fenómeno complejo, y los dos procesos dominantes que tienen lugar en la miga de pan, son la retrogradación (cristalización) del almidón y el transporte (redistribución) de agua. La retrogradación de la amilopectina es responsable de la mayor parte del endurecimiento del pan, relacionados a la cristalización de almidón.

El papel del agua parece ser muy importante en el proceso de endurecimiento. Como el gluten es al menos parcialmente, una fase continua en el pan, una migración de agua a los almidones desde el gluten, afectarán en gran medida las propiedades reológicas de la miga.

Hay agua en el gluten después de haber alcanzado la más alta temperatura de horneado, y el contenido de agua del almidón es inferior a la cantidad que el almidón puede absorber en exceso. Existe, pues, una fuerza motriz del almidón para absorber más agua. La cristalización de almidón también puede influir en el contenido de agua de la fase continua, dependiendo de la estructura cristalina formada.

El incremento de firmeza y migas del pan durante el endurecimiento es, pues, consecuencia de una deshidratación de los gránulos de la fase continua, y el endurecimiento de los gránulos de almidón durante la cristalización. El módulo de relajación aumentó durante el envejecimiento del gel de almidón. Esto disminuye la adherencia entre las fases continua y dispersa, debido al proceso de cristalización.

El proceso de cristalización se ve afectado tanto por los lípidos y gluten añadidos. El efecto de los lípidos en la retrogradación propone que la amilosa vinculante en un medio acuoso, es el mecanismo detrás del ablandamiento de la miga. Un efecto adicional es que el complejo de amilosa, por su carácter insoluble, actúa como una barrera fuera de los gránulos, y por ello, retrasa el transporte de agua desde la fase del gluten hacia dentro de los gránulos de almidón (Eliasson, 1983).

2.5. HIPÓTESIS

Hipótesis nula

Ho: Las propiedades funcionales ⁽¹⁾ de las harinas de maíz (INIAP 122), cebada (Cañicapa), quinua (Tunkahuan), papa (Gabriela), Trigo nacional (Cojitambo) y harinas de trigo importado (Hard Red Winter y Canadiense) son iguales.

$$H_0: T_1 = T_2 = T_3 \dots\dots n$$

Ho': Las propiedades funcionales ⁽¹⁾ de los almidones de las harinas importadas son iguales a las propiedades funcionales ⁽¹⁾ de los almidones de las harinas nacionales.

$$H_0': \tau_2 + \tau_3 + \tau_4 + \tau_5 + \tau_6 + \tau_7 - 6\tau_1 = 0$$

$$H_0': \tau_2 + \tau_3 + \tau_4 + \tau_5 + \tau_7 - 5\tau_6 = 0$$

$$H_0': \tau_2 + \tau_3 + \tau_4 + \tau_6 - 4\tau_5 = 0$$

$$H_0': \tau_3 + \tau_4 - \tau_2 - \tau_4 = 0$$

$$H_0': \tau_4 - \tau_2 = 0$$

$$H_0': \tau_6 - \tau_3 = 0$$

Hipótesis alternativa

H₁: Las propiedades funcionales ⁽¹⁾ de las harinas de maíz (INIAP 122), cebada (Cañicapa), quinua (Tunkahuan), papa (Gabriela), Trigo nacional (Cojitambo), trigo importado (Hard Red Winter y Canadiense) no son iguales.

$$H_1 = T_1 \neq T_2 \neq T_3 \dots\dots n$$

H₁': Las propiedades funcionales ⁽¹⁾ de los almidones de las harinas importadas no son iguales a las propiedades funcionales ⁽¹⁾ de los almidones de las harinas nacionales

$$H_1': \tau_2 + \tau_3 + \tau_4 + \tau_5 + \tau_6 + \tau_7 - 6\tau_1 \neq 0$$

$$H_1': \tau_2 + \tau_3 + \tau_4 + \tau_5 + \tau_7 - 5\tau_6 \neq 0$$

$$H_1': \tau_2 + \tau_3 + \tau_4 + \tau_6 - 4\tau_5 \neq 0$$

$$H_1': \tau_3 + \tau_4 - \tau_2 - \tau_4 \neq 0$$

$$H_1': \tau_4 - \tau_2 \neq 0$$

$$H_1': \tau_6 - \tau_3 \neq 0$$

2.6. SEÑALAMIENTO DE LAS VARIABLES DE LA HIPÓTESIS

2.6.1. Variable independiente

Harinas de maíz (INIAP 122), cebada (Cañicapa), quinua (Tunkahuan), papa (Gabriela), trigo nacional (Cojitambo) y Harina Importada (H.R W. y Canadiense).

2.6.2. Variable dependiente

Propiedades funcionales de los almidones:

- Índice de Amilosa
- Porcentaje de retrogradación
- Índice de Absorción de agua (IAA)
- Índice de solubilidad (ISA)
- Poder de hinchamiento (PH)

2.6.3. Unidad de observación

Muestras de harina y almidones de los diferentes cereales y del tubérculo para evaluaciones físico-químicas funcionales.

CAPITULO III

METODOLOGÍA

ENFOQUE

La investigación, está más vinculada a esta tradición del pensamiento naturalista, ofrece la oportunidad de centrarse en hallar respuestas a preguntas que se centran en la experiencia social.

La metodología cualitativa asume una postura, inductiva, estructuralista y subjetiva, orientada en los procesos y propia de todas las disciplinas que tienen como tema de estudio la dimensión psicosocial de lo humano.

3.1. MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1.2 Método Científico

Este tipo de método involucrará el conjunto de procedimientos por los cuales: a) se plantean los problemas científicos y b) se ponen a prueba las hipótesis científicas.

Para ello se seguirá el planteamiento de los siguientes pasos: Identificación del problema, planteamiento del problema, revisión bibliográfica, formulación de hipótesis, elección de técnicas, recolección de información, análisis de datos y las conclusiones respectivas.

Se utilizaran las siguientes modalidades:

3.1.2.1. Técnica de campo:

Dirigida a recoger información primaria. Es la que se realiza en lugares no determinados específicamente para ello, sino que corresponden al medio en donde se encuentran los sujetos o el objeto de la investigación, donde ocurren los hechos o fenómenos investigados.

Para la investigación de campo se utilizará las siguientes técnicas:

- Observación científica: Se observará con un objetivo claro, definido y preciso, en donde se sabrá lo que se desea observar y para que se quiere hacerlo, lo cual implica que se debe preparar cuidadosamente la observación.
- Entrevista: Esta técnica permitirá obtener información por lo general de una persona entendida de la materia, será empleada a los Ingenieros Directores del proyecto "PHPPF".
- Encuesta: Esta técnica permitirá obtener datos de varias personas, lo cual será información importante para esta investigación, se realizará a los Técnicos de las Casas Comercializadoras.

3.1.2.2. Técnica Bibliográfica:

Destinada a obtener información de fuentes secundarias que constan en libros, revistas y documentos en general.

Tiene el propósito de conocer, comparar, ampliar, profundizar y deducir diferentes enfoques, teorías, conceptualizaciones y criterios de diversos autores sobre una cuestión determinada, basándose en documentos (fuentes primarias), o en libros, revistas, periódicos y otras publicaciones (Fuentes secundarias).

Para ello se utilizará la técnica de análisis de documentos, en donde se extraerá información de libros, revistas, tesis, artículos, proyectos, internet, entre otros.

3.2. NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN

La presente investigación se basará en:

Investigación Exploratoria:

Permitirá conocer los factores que afectan a los almidones en la harina destinada a la panificación.

Estudio comparativo: Los estudios comparativos tienen como propósito medir el grado de diferencia o igualdad que exista entre dos o más ítems; es así que, en el presente trabajo investigativo se desea medir el grado en el que las propiedades funcionales de los almidones permiten conocer el grado de diferencia o igualdad de las diferentes harinas a tratar y consecuentemente su calidad.

Investigación Explicativa: Este tipo de investigación permite un análisis profundo de las causas del problema en donde se puede identificar las posibles soluciones e implementar estrategias necesarias.

3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.3.1 Investigación experimental o de laboratorio

En el presente trabajo investigativo se aplicara un diseño experimental de clasificación simple. El modelo que describe este diseño en forma lineal es el siguiente:

$$y_{ij} = \mu + \alpha_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Respuesta experimental (Propiedad Funcional)

μ = media total

α_i = Es el efecto de los tratamientos ; Tipos de harinas

$\varepsilon_j =$ Error aleatorio de la j ésima observación

En este trabajo también se aplicara un diseño de contrastes ortogonales. El modelo que describe este diseño es el siguiente:

$$\sum_{i=1}^t C_i C_i' \neq 0$$

Donde:

C_i = tratamientos (harinas importadas)

C_i' =tratamientos (harinas nacionales)

Dichos diseños se lo llevará a cabo en el laboratorio de la UOITA, y a través de técnicas e instrumentos estadísticos se procederá al procesamiento de los datos para llegar a obtener resultados interpretables.

3.3.2 Población

Para el proyecto investigativo se tiene como población harinas elaboradas en el Laboratorio de la UOITA procedente de diferentes cereales y tubérculos, así como también harinas fortificadas procedentes de molinos Miraflores como blancos.

3.3.3 Muestra

De la población de harinas se trabajará con 7 tipos.

- 1) Harina de trigo nacional (Cojitambo),
- 2) Harina de trigo Importado (Hard Red Winter)
- 3) Harina de trigo Importado (Canadiense)
- 4) Harina de Cebada (Cañicapa)
- 5) Harina de Maíz (INIAP 122)
- 6) Harina de Papa (Gabriela)
- 7) Harina de quinua (Tunkahuan) .

3.4. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Cuadro N° 2 Operacionalización de la variable independiente: Harinas de maíz (IINAP 122), cebada (Cañicapa), quinua (Tunkahuan), papa (Gabriela), trigo nacional (Cojitambo), trigo importado (H. R. W. y Canadiense).

CONCEPTUALIZACIÓN	CATEGORÍA	INDICADORES	ITEMS BÁSICOS	TÉCNICAS DE INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN
<i>Harinas de cereales y tubérculos</i>	Materia prima	- trigo - cebada - maíz - quinua - papa	¿Las harinas darán el mismo rendimiento?	Norma INEN Análisis físico
	Tipo de harina	-Harina de trigo (Cojitambo) -Harina trigo Importado (J.W.) -Harina Trigo importado (Canadá) -Harina de cebada (Cañicapa) -Harina de maíz (INIAP 122) -Harina de quinua -Harina de papa (Gabriela)	¿La tecnología para su obtención será la misma? ¿Su composición química será la misma? ¿Su aceptabilidad será la misma?	Observación

Elaboración: Luis Lescano, 2010.

Cuadro N° 3 Operacionalización de la variable dependiente: Propiedades funcionales de los almidones

CONCEPTUALIZACIÓN	CATEGORÍA	INDICADORES	ITEMS BÁSICOS	TÉCNICAS DE INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN
Propiedades funcionales de los almidones de harinas de maíz, trigo, cebada, quinua y papa	Propiedades Funcionales de Almidones	<ul style="list-style-type: none"> -Índice de Amilosa - Porcentaje de retrogradación - Índice de absorción de agua - Índice de solubilidad - Poder de hinchamiento - Temperatura de gelatinización 	¿Los índices se ven afectados por los tipos de harinas?	<p>Método de determinación de amilosa (Anderson, R. Conway, 1969)</p> <p>Método de determinación de IAA, ISA, Poder de hinchamiento (Anderson, R. Conway)</p> <p>Método de determinación de índice de retrogradación (Tjahjadi, C y Breene 1984)</p>

Elaboración: Luis Lescano, 2010

3.5. PLAN DE RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN

Definición de los sujetos: Ingenieros coordinadores del proyecto “PHPPF” de la UOITA. Selección de las técnicas a emplear en el proceso de recolección de información: Entrevista, encuesta y observación. Todas las actividades concernientes a recolección de información serán ejecutadas por el investigador.

Las observaciones se realizarán en el lugar de los hechos durante la fase experimental en la cual se tomará datos de todo aquello que pueda ser de utilidad para la resolución del problema.

Para obtener la información de las propiedades funcionales de los almidones de harinas de maíz, trigo, cebada, quinua y papa se aplicara el Diseño experimental de clasificación simple con tres replicas; donde:

Diseño experimental de clasificación simple

$$y_{ij} = \mu + \alpha_i + \varepsilon_{ij}$$

Lo que implica un total de 7 Tratamientos, para cada propiedad funcional analizada que son 5. Se realizará una corrida y 2 replicas. Obteniéndose un total de 105 respuestas experimentales.

A partir de este diseño se evaluará que harina presenta las mejores propiedades funcionales con respecto a los almidones.

3.5.1. Equipos

- Balanza analítica
- Balanza Eléctrica Digital
- Balanza Humedad
- Baño maría
- Cámara de secado y fermentación

- Centrifuga de 6000 RPM
- Computadora
- Cronometro
- Espectrofotómetro Spectronic 20, de doble haz, equipado con celdas de cuarzo de 1 cm de camino óptico
- Estufa
- Molino de cereales
- Plancha de calentamiento con agitación
- Procesador de papas
- Refrigerador
- Tamizador
- Termómetro

3.5.2. Materiales

- Cebada
- Balones volumétricos de 10-200 ml
- Cajas petri de 90 x 15 mm
- Desecador
- Erlenmeyer 100, 250 y 500 cm³ (Pyrex)
- Embudos
- Maíz
- Marcadores permanentes punto fino
- Matraz de 50 ml
- Papa
- Papel filtro Whatman
- Papel absorbente
- Papel Aluminio
- Algodón
- Pera
- Pinza
- Pipetas de 0,5 y 2 ml

- Pipetas volumétricas de 1 y 10 cm³
- Probetas de 100 y 25 cm³
- Quinoa
- Trigo
- Tubos graduados de 50, 100ml
- Tubos de centrifuga
- Vasos de precipitación de 100 500 1000 ml (Pirex)

3.5.3. Reactivos

- Cloruro de Sodio
- Dimetil sulfóxido
- Eritorbato de sodio
- Etanol 99,5%
- Hidróxido de Sodio para análisis
- Urea
- Yoduro de Potasio
- Yodo

3.5.4. Metodología

- Obtención de harinas. La materia prima fue sometida a una recepción, trazabilidad del material, limpieza, acondicionamiento, molienda y tamizado. (ANEXO A1)
- Granulometría. Se determinó según Norma INEN 517: 1980. (ANEXO A2)
- Determinación de Índice de amilosa. Mediante el método colorimétrico de Morrison, W. and Laignelet, B., (1983) se determinó el índice de amilosa. (ANEXO A3)
- Índice de absorción de agua (IAA), índice de solubilidad en agua (ISA) y poder de hinchamiento (PH). Se determinaron según el método de Anderson, *et. al.* (1969), citado en el Manual de Métodos de Caracterización de Carbohidratos, CYTED (2000). (ANEXO A4)

- Porcentaje de Retrogradación. Mediante el método adaptado de Tjahjadi y Breene. (1984), citado en el Manual de Métodos de Caracterización de Carbohidratos, CYTED, (2000). (ANEXO A5)
- Ensayos de panificación. Norma INEN 530:1980-12. (ANEXO A6)

3.6. PLAN DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Implicó la tabulación de datos obtenidos según las variables de cada hipótesis; manejo de información y estudio estadístico de datos para presentación de resultados.

Para comprobar las hipótesis se realizó un ANOVA generado en los paquetes informáticos: Excel 2007, STATGRAPHICS®Plus versión 4.0; para determinar los mejores tratamientos y las semejanzas o diferencias. Además se empleó la Prueba de Tukey con los paquetes STATGRAPHICS®Plus versión 4.0; paquetes estadísticos disponibles en la Universidad Técnica de Ambato, en la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos.

Finalmente el trabajo de investigación se redactó en Microsoft Word 2007.

CAPITULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

Desde la tabla 7 hasta la 26 se puede observar los datos obtenidos de los siguientes análisis:

- Granulometría,
- Índice de amilosa,
- Índice de Poder de hinchamiento,
- Índice de solubilidad en agua,
- Incide de absorción de agua,
- Porcentaje de retrogradación

En la tabla N° 7 se explica la simbología utilizada para el diseño experimental de clasificación simple.

Tabla N° 7: SIMBOLOGIA DEL DISEÑO EXPERIMENTAL DE CLASIFICACIÓN SIMPLE

SIMBOLOGIA	
T_{HRW}	Harina de trigo Hard Red Winter
T_{CWRS}	Harina de Trigo Canadiense
T_C	Harina de trigo "Cojitambo"
C_C	Harina de cebada "Cañicapa"
M_I	Harina de maíz INIAP 122
P_G	Harina de papa "Gabriela"
O_T	Harina de quinua "Tunkahuan"

Elaboración: Luis Lescano, 2010

4.1.1. Rendimiento y Granulometría

Tabla N° 8: RENDIMIENTO OBTENIDO EN LA ELABORACIÓN DE LAS HARINAS (%)

	T _C	C _C	M _I	P _G	*MSpp/MSpf	Q _T
Impurezas	4,2	5,9	5,2	2,8	2,1	9,1
Harina < 210 um	11,0	21,9	7,0	11,7	8,9	12,8
Harina < 98 um	30,5	20,7	15,2	48,8	37,0	9,3
Harina panificable	41,4	42,6	22,1	60,5	45,8	22,1
Harina integral	23,1	25,5	59,5	19,3	14,6	37,2
Afrecho	30,8	24,4	12,9	16,8	12,7	31,4
Perdida tamizado	0,5	1,6	0,3	0,6	0,5	0,2
Humedad	13,1	12,8	13,7	5,1	0	13,6

*Porcentaje de Materia Seca de Papa Procesada en relación a, la Materia Seca de Papa Fresca

Elaboración: Luis Lescano, 2010

En la tabla N° 8 se muestra el rendimiento (en porcentaje) obtenido en la elaboración de las harinas de trigo “Cojitambo”, de cebada “Cañicapa”, de maíz INIAP 122, de papa “Gabriela” y de quinua Tunkahuan. En donde se observa que las harinas provenientes de cebada y trigo presentan porcentajes de harina panificable relativamente altos ya que a nivel mundial los principales países, que procesan trigo, totalizan un 60% del total de la molienda (Zucchini, 2004), con la particularidad de que la cantidad de harina de papa destinada para panificación es del 16% (al 5% de humedad), debido a que se pierde un 74% del tubérculo entre agua y desperdicios en la manufacturación de esta harina.

Tabla N° 9: GRANULOMETRÍA OBTENIDA EN LA ELABORACIÓN DE LAS HARINAS DESTINADAS PARA PANIFICACIÓN (%)

Tamiz (ASTM)	T _C	C _C	M _I	P _G	Q _T
N° 25	2,0	0,1	2,4	0,4	4,5
N° 40	3,6	0,4	18,3	2,6	35,6
N° 70	8,6	0,8	19,2	6,0	1,1
N° 75	21,4	35,2	32,8	15,0	21,2
N° 140	16,9	31,5	8,5	14,6	21,5
FONDO	47,5	32,1	18,9	61,4	16,1

Elaboración: Luis Lescano, 2010

En la tabla N° 9 se muestra los diferentes tamaños de partícula retenidos en los tamices expresados en porcentaje aplicando la norma INEN 517: 1980 de

las harinas de trigo “Cojitambo”, de cebada “Cañicapa”, de maíz INIAP 122, de papa “Gabriela” y de quinua nacional “Tunkahuan”. En donde se encuentra que las harinas provenientes de la papa, el trigo y la cebada presentan porcentajes de harina tamizada relativamente altos con un tamaño de partícula menores a 98 μm , Es necesario indicar que las harinas con un tamaño de partícula de 98 μm son viables para procesos de panificación.

4.1.2. Propiedades Funcionales

Los datos obtenidos de los análisis de Índice de Amilosa, Índice de Absorción de Agua, Índice de Solubilidad en Agua, Índice de Poder de Hinchamiento y porcentaje de Retrogradación, se muestran en las tablas N°10- N°14 como se muestra a continuación.

Tabla N° 10: ÍNDICE DE AMILOSA (en Base Seca) *APARENTE

TRATAMIENTOS	R1	R2	R3	PROMEDIO (%)
T_{HRW}	25,4	23,7	23,7	24,2 a
T_{CWRS}	24,2	27,8	25,6	25,9 a
T_c	17,6	18,1	17,6	17,8 c
C_c	16,4	16,5	16,4	16,4 d
M_I	12,6	12,2	12,7	12,5 e
P_G	20,2	19,7	20,0	19,9 c
Q_T	5,7	6,5	6,0	6,1 f

Letras diferentes dentro de la columna significa diferencias significativas (Tukey, $p < 0.05$)

Elaboración: Luis Lescano, 2010

La Tabla N° 10 presenta los datos del Índice de Amilosa, los valores promedios tiene un mínimo de 6,1% correspondiente al Tratamiento Q_T (harina de quinua) y un máximo de 25,9% correspondiente al tratamiento T_{CWRS} (harina de trigo canadiense).

Mediante los valores obtenidos se puede observar que el contenido de amilosa de las harinas de trigo importado se encuentra dentro de rangos tolerables ya que en la industria se maneja entre un 24 a 28 % de amilosa,

mientras que el trigo “Cojitambo” presenta valores relativamente bajos 17,8% a los referenciales lo que le perjudica dentro de las harinas de panificación. Porque la solubilidad y la capacidad de absorción de agua del almidón disminuye ya que no contiene la cantidad necesaria de amilosa debido a que estas moléculas se solubilizan y salen al exterior del gránulo de almidón hinchado en el proceso de gelatinización, afectando la cantidad de agua requerida para la formación de la masa y por ende del pan.

Mientras que el porcentaje de amilosa de la cebada “Cañicapa” es aparentemente bajo 16,4% sin embargo se encuentra muy cercano al reportado por el trigo “Cojitambo”, con respecto al maíz este presenta valores bajos de 12,5% porque lo normal es alrededor de 25% (Boyer y Shannon, 1987) lo que indica que esta variedad (el INIAP 122) en especial dificultaría en mezcla, procesos de panificación, al contrario de la harina de papa que presenta un índice de 19.9% casi similar al bibliográfico que es de 20% permitiendo reconocer su alto potencial en panificación. La quinua al ser un pseudocereal presento un nivel bajo del índice de amilosa (aparente) de 6.1%.

Tabla: N° 11: ANALISIS DE VARIANZA (ANOVA): INDICE DE AMILOSA (APARENTE)

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Razón de varianza (Fc)	P-Value
Tratamientos	835,3	6,0	139,2	206,6	0,000*
Residuo	9,4	14,0	0,7		
Total	844,7	20,0			

* = Si hay significancia con un nivel del 5%

Elaboración: Luis Lescano, 2010

La Tabla N° 11 presenta el resultado obtenido mediante el análisis estadístico del índice de Amilosa Aparente, para un Análisis de Varianza con $\alpha = 0,05$ de significancia, se establece que existe diferencia significativa para todos los tratamientos que intervienen.

Tabla N° 12: ÍNDICE DE AMILOSA (en Base Seca) TOTAL

TRATAMIENTOS	R1	R2	R3	PROMEDIO
T_{HRW}	26,4	24,3	24,2	25,0 a
T_{CWRS}	25,1	28,9	26,6	26,9 a
T_C	19,3	20,0	19,4	19,5 b
C_C	20,1	20,1	20,5	20,2 b
M_I	15,9	17,0	16,6	16,2 c
P_G	22,6	21,7	21,3	21,9 b
Q_T	8,4	8,7	8,4	8,5 c

Letras diferentes dentro de la columna significa diferencias significativas (Tukey, $p < 0.05$)
Elaboración: Luis Lescano, 2010

La Tabla N° 12 presenta los datos de Índice de Amilosa Total, los valores promedios tienen un mínimo de 8,5% correspondiente al Tratamiento Q_T (Harina de quinua) y un máximo de 26,9% correspondiente al Tratamiento T_{CWRS} (Harina de trigo canadiense).

Los valores obtenidos presentan índices de amilosa ligeramente altos comparando con los reportados en la tabla 10, permitiendo reconocer que las harinas de trigo importado son las de mayor contenido de este índice, también se observó que los contenidos de amilosa en las harinas de cebada, maíz y papa aumentan sus valores promedios, esto se debe a que las muestras analizadas se encontraban un poco más puras ya que el método aplicado permitió retirar los lípidos de las muestras de almidón dando por consiguiente valores un poco más altos.

Además, se puede observar que entre los resultados obtenidos de las harinas de procedencia de cereales y tubérculos nacionales analizados, el de cebada y el de papa Gabriela brindan condiciones favorables para ser destinadas a procesos de panificación ya que la solubilidad y absorción de agua están intrínsecamente ligados con el contenido de amilosa, favoreciendo en proceso de gelatinización en la elaboración del pan.

Tabla: N° 13: ANALISIS DE VARIANZA (ANOVA): INDICE DE AMILOSA (TOTAL)

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Razón de varianza (Fc)	P-Value
Tratamientos	666,2	6,0	111,0	123,5	0,000*
Residuo	12,6	14,0	0,9		
Total	678,8	20,0			

* = Si hay significancia con un nivel del 5%

Elaboración: Luis Lescano, 2010

En la tabla N° 13 se presenta los resultados obtenidos mediante el análisis estadístico del índice de Amilosa Total, para un Análisis de Varianza con $\alpha = 0,05$ de significancia. Se observa que existe diferencia significativa para todos los factores que intervienen.

Tabla: N° 14: ÍNDICE DE ABSORCIÓN DE AGUA A 30° C

TRATAMIENTOS	R1	R2	R3	PROMEDIO
T_{HRW}	1,9	1,9	1,8	1,8 a
T_{CWRS}	1,9	1,8	1,8	1,9 a
T_C	1,9	1,9	2,0	1,9 a
C_C	2,0	2,0	2,0	2,0 a
M_I	2,0	2,0	2,0	2,0 a
P_G	4,4	4,4	4,6	4,5 b
O_T	2,2	2,3	2,4	2,3 c

Letras diferentes dentro de la columna significa diferencias significativas (Tukey, $p < 0.05$)

Elaboración: Luis Lescano, 2010

La Tabla N° 14 presenta los datos de Índice de Absorción de Agua (IAA), los valores promedios tienen un mínimo de 1,8 correspondiente al Tratamiento T_{HRW} (Harina de trigo Hard Red Winter) y un máximo de 4,5 correspondiente al Tratamiento P_G (Harina de papa "Gabriela").

La información obtenida indica que la absorción de agua de la harina de papa precocida de la variedad "Gabriela" es alta por tanto esta harina brindara un mayor rendimiento, sin embargo es necesario mencionar que los almidones de esta harina fueron previamente gelatinizados lo cual influencia el resultado de Absorción de agua. Es necesario acotar que las harinas que presentan altos

índices de Absorción de Agua no son las que proceden de cereales propiamente dichos, motivo por el cual se evidencia un mayor porcentaje de almidón dañado. También los datos obtenidos para los trigos se encuentran dentro de rangos cercanos a los reportados por Anderson y colaboradores- (1969).

Tabla N° 15: ANALISIS DE VARIANZA (ANOVA): INDICE DE ABSORCIÓN DE AGUA IAA

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Razón de varianza (Fc)	P-Value
Tratamientos	16,2	6,0	2,7	567,8	0,000*
Residuo	0,1	14,0	0,0		
Total	16,3	20,0			

* = Si hay significancia con un nivel del 5%

Elaboración: Luis Lescano, 2010

En la tabla N° 15 se presenta el resultado obtenido mediante el análisis estadístico del índice de Absorción de Agua, para un Análisis de Varianza con $\alpha = 0,05$ de significancia se establece que existe diferencia significativa para todos los factores que intervienen.

Tabla: N° 16: INDICE DE SOLUBILIDAD EN AGUA A 30 °C

TRATAMIENTOS	R1	R2	R3	PROMEDIO
T_{HRW}	2,2	2,0	2,2	2,1 a
T_{CWRS}	2,0	2,0	2,2	2,1 a
T_C	1,9	2,0	2,4	2,1 a
C_C	2,6	2,2	2,6	2,5 a
M_I	1,8	2,0	1,8	1,9 a
P_G	7,8	8,0	6,4	7,4 b
O_T	5,2	5,0	5,2	5,1 c

Letras diferentes dentro de la columna significa diferencias significativas (Tukey, $p < 0.05$)

Elaboración: Luis Lescano, 2010

La Tabla N° 16 presenta los datos de Índice de Solubilidad en Agua (ISA), los valores promedios tienen un mínimo de 1,9 correspondiente al Tratamiento M_I (Harina de maíz INIAP 122) y un máximo de 7,4 correspondiente al Tratamiento P_G (harina de papa “Gabriela”).

La información obtenida indica que la ruptura del orden molecular dentro de los gránulos de almidón se dio debido a que la temperatura de incubación fue de 30 °C, sin embargo a esto hay que considerar que el índice alto que presenta la harina de papa de la variedad “Gabriela” es que al momento de la elaboración de esta harina los gránulos fueron pregelatinizados dando como resultado la solubilización de las moléculas de amilosa. Cabe mencionar que la harina de quinua no tiene almidones pregelatinizados lo que evidencia la solubilización de otros carbohidratos en el momento de la incubación o quizá es debido a la presencia de almidones dañados formados durante la molienda.

Tabla N° 17: ANALISIS DE VARIANZA (ANOVA): INDICE DE SOLUBILIDAD EN AGUA ISA

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Razón de varianza (Fc)	P-Value
Tratamientos	81,7	6,0	13,6	102,4	0,000*
Residuo	1,9	14,0	0,1		
Total	83,5	20,0			

* = Si hay significancia con un nivel del 5%

Elaboración: Luis Lescano, 2010.

La Tabla N° 17 presenta el resultado obtenido mediante el análisis estadístico del índice de Solubilidad en Agua, para un Análisis de Varianza con $\alpha = 0.05$ de significancia se establece que existe diferencia significativa para todos los factores que intervienen.

Tabla: N° 18: INDICE DE PODER DE HINCHAMIENTO A 30°C

TRATAMIENTOS	R1	R2	R3	PROMEDIO
T_{HRW}	1,9	1,9	1,8	1,9 a
T_{CWRS}	2,0	1,9	1,9	1,9 a
T_C	1,9	2,0	2,0	2,0 a
C_C	2,0	2,1	2,1	2,1 a
M_I	2,0	2,0	2,0	2,0 a
P_G	4,8	4,8	5,0	4,8 b
Q_T	2,4	2,5	2,5	2,5 c

Letras diferentes dentro de la columna significa diferencias significativas (Tukey, $p < 0.05$)

Elaboración: Luis Lescano, 2010

La Tabla N° 18 presenta los datos del Poder de Hinchamiento (PH), los valores promedios tienen un mínimo de 1,9 correspondiente al Tratamiento T_{HRW} (Harina de trigo importado Hard Red Winter) y un máximo de 4,8 correspondiente al Tratamiento P_G (Harina de papa “Gabriela”).

La información obtenida indica que al aumentar la temperatura sucede una relajación progresiva de las fuerzas de enlace dentro del gránulo lo que se traduce en un aumento del poder de hinchamiento. La harina que presenta un alto índice de PH es la de papa revelando la relación de solubilidad del almidón de esta harina a consecuencia de la modificación sufrida durante su obtención. La relajación de las fuerzas de enlace para los demás cereales fue menor debido a la temperatura de incubación baja (30°C).

Tabla N° 19: ANALISIS DE VARIANZA (ANOVA): INDICE DE PODER DE HINCHAMIENTO PH

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Razón de varianza (Fc)	P-Value
Tratamientos	20,7	6,0	3,5	668,0	0,000*
Residuo	0,1	14,0	0,0		
Total	20,8	20,0			

* = Si hay significancia con un nivel del 5%

Elaboración: Luis Lescano, 2010

La Tabla N° 19 presenta el resultado obtenido mediante el análisis estadístico del índice de Poder de Hinchamiento, para un Análisis de Varianza con $\alpha = 0,05$ de significancia se establece que existe diferencia significativa para todos los factores que intervienen.

Tabla: N° 20: *PORCENTAJE DE RETROGRADACIÓN **PORCENTAJE DE ESTABILIDAD DIA 1

TRATAMIENTOS	R1	R2	R3	PROMEDIO *	PROMEDIO **
T _{HRW}	0,0	0,0	0,0	0,0 a	100,0 a
T _{CWRS}	0,0	0,0	0,0	0,0 a	100,0 a
T _C	18,9	34,8	26,8	26,8 b	73,2 b
C _C	0,4	0,4	0,2	0,4 a	99,6 a
M _I	10,3	10,5	10,3	10,4 c	89,6 c
P _G	0,0	0,6	0,5	0,4 a	99,6 a
O _T	4,5	5,2	3,8	4,5 a c	95,5 a c

Letras diferentes dentro de la columna significa diferencias significativas (Tukey, $p < 0.05$)

Elaboración: Luis Lescano, 2010

La Tabla N° 20 presenta los porcentajes de Retrogradación al primer día, los valores promedios tienen un mínimo de 0,0% correspondiente al Tratamiento T_{HRW} (Harina de trigo importado Hard Red Winter) y un máximo de 26.8% correspondiente al Tratamiento T_C (Harina de trigo “Cojitambo”).

La información obtenida indica que las moléculas de almidón de las harinas han sido completamente gelatinizadas pasando de un estado amorfo a una forma insoluble, la sinéresis forma parte de la retrogradación que consiste en la expulsión de agua contenida en los geles mediante esta pérdida se puede medir la cantidad de agua perdida a través del tiempo por medio del cual se puede observar que la harina de trigo importado H.R.W. es la que no pierde agua en un período de almacenamiento controlado de 24 horas debido a que estas harinas son preparadas para permanecer estables en periodos de 30 días mínimo, sin embargo la harina que mayor pérdida de agua presenta es la harina de trigo “Cojitambo” debido a que esta harina a pesar de ser trigo no posee las características de la harina del trigo importado.

Tabla N° 21: ANALISIS DE VARIANZA (ANOVA): PORCENTAJE DE RETROGRADACIÓN DIA 1

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Razón de varianza (Fc)	P-Value
Tratamientos	1771,6	6,0	295,3	32,2	0,000*
Residuo	128,5	14,0	9,2		
Total	1900,2	20,0			

* = Si hay significancia con un nivel del 5%

Elaboración: Luis Lescano, 2010

La Tabla N° 21 representa el resultado obtenido mediante el análisis estadístico del porcentaje de Retrogradación, para un Análisis de Varianza con $\alpha = 0,05$ de significancia se establece que existe diferencia significativa para todos los factores que intervienen.

Tabla: N° 22: *PORCENTAJE DE RETROGRADACIÓN **PORCENTAJE DE DE ESTABILIDAD DIA 2

TRATAMIENTOS	R1	R2	R3	PROMEDIO *	PROMEDIO **
T_{HRW}	0,0	0,0	0,0	0,0 a	100,0 a
T_{CWRS}	0,3	0,4	0,3	0,3 a	99,7 a
T_C	23,5	36,7	30,1	30,1 b	69,9 b
C_C	0,7	0,4	0,4	0,5 a	99,5 a
M_I	11,3	10,9	10,9	11,0 c	89,0 c
P_G	0,2	2,6	2,0	1,6 a	98,4 a
O_T	6,8	6,0	5,0	5,9 a c	94,1 a c

Letras diferentes dentro de la columna significa diferencias significativas (Tukey, $p < 0.05$)

Elaboración: Luis Lescano, 2010

La Tabla N° 22 presenta los porcentajes de Retrogradación al segundo día, los valores promedios tienen un mínimo de 0,0% correspondiente al Tratamiento T_{HRW} (Harina de trigo importado Hard Red Winter) y un máximo de 30,1% correspondiente al Tratamiento T_C (Harina de trigo “Cojitambo”).

La información obtenida indica que la harina que mayor pérdida de agua presenta es la de harina de trigo “Cojitambo” a las 48 horas de almacenamiento mientras que la harina de trigo importado H.R.W. se mantiene estable sin pérdida de agua.

Tabla N° 23: ANALISIS DE VARIANZA (ANOVA): PORCENTAJE DE RETROGRADACIÓN DIA 2

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Razón de varianza (Fc)	P-Value
Tratamientos	2143,9	6,0	357,3	54,6	0,000*
Residuo	91,7	14,0	6,6		
Total	2235,6	20,0			

* = Si hay significancia con un nivel del 5%

Elaboración: Luis Lescano, 2010

La Tabla N° 23 representa el resultado obtenido mediante el análisis estadístico del porcentaje de Retrogradación segundo día, para un Análisis de Varianza con $\alpha = 0.05$ de significancia se establece que existe diferencia significativa para todos los factores que intervienen.

Tabla: N° 24: *PORCENTAJE DE RETROGRADACIÓN **PORCENTAJE DE ESTABILIDAD DIA 3

TRATAMIENTOS	R1	R2	R3	PROMEDIO *	PROMEDIO **
T _{HRW}	0,0	0,0	0,0	0,0 a	100,0 a
T _{CWRS}	0,4	0,4	0,4	0,4 a	99,6 a
T _C	26,7	37,2	31,9	31,9 b	68,1 b
C _C	0,8	0,7	0,6	0,7 a	99,3 a
M _I	14,4	12,1	14,5	13,6 c d	86,4 c d
P _G	0,3	3,4	4,9	2,9 a d	97,1 a d
O _T	8,7	6,7	8,4	7,9 d c	92,1 d c

Letras diferentes dentro de la columna significa diferencias significativas (Tukey, $p < 0.05$)

Elaboración: Luis Lescano, 2010

La Tabla N° 24 presenta los porcentajes de Retrogradación al tercer día, los valores promedios tienen un mínimo de 0,0% correspondiente al Tratamiento T_{HRW} (Harina de trigo importado Hard Red Winter) y un máximo de 31,9% correspondiente al Tratamiento T_C (Harina de trigo "Cojitambo"), lo que indica que productos elaborados con este tipo de harina sufrirán envejecimiento en corto tiempo, mientras que la harina de trigo importado H.R.W. se mantiene estable sin pérdida de agua.

Tabla N° 25: ANALISIS DE VARIANZA (ANOVA): PORCENTAJE DE RETROGRADACIÓN DIA 3

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Razón de varianza (Fc)	P-Value
Tratamientos	2415,6	6,0	402,6	77,9	0,000*
Residuo	72,4	14,0	5,2		
Total	2488,0	20,0			

* = Si hay significancia con un nivel del 5%

Elaboración: Luis Lescano, 2010

La Tabla N° 25 representa el resultado obtenido mediante el análisis estadístico del porcentaje de Retrogradación tercer día, para un Análisis de Varianza con $\alpha = 0,05$ de significancia se establece que existe diferencia significativa para todos los factores que intervienen.

Tabla: N° 26: PORCENTAJE TOTAL DE SINÉRESIS

TRATAMIENTOS	%
T_{HRW}	0,0
T_{CWRS}	0,4
T_C	31,9
C_C	0,7
M_I	13,6
P_G	2,9
O_T	7,9

Elaboración: Luis Lescano, 2010

La Tabla N° 26 presenta los datos del Porcentaje total de pérdida de agua, en donde otro cereal que presenta porcentajes altos de pérdida de agua es el de maíz INIAP 122 con 13.6% así como también el pseudo cereal quinua que tiene un valor de 7,9%, mientras que las harinas de origen nacional que presentan baja perdida de agua son las de cebada “Cañicapa” y papa “Gabriela” con valores de 0,7% y 2,9% respectivamente lo que indica que estas harinas en mezcla con harinas de trigo importado permitirán disminuir el proceso de envejecimiento del pan.

4.1.3. Determinación de la harina óptima para panificación

Tabla: N° 27:-Selección de la harina óptima para panificación.

TRATAMIENTOS	Amilosa Total	IAA	ISA	PH	Estabilidad
T_{HRW}	25,0	1,8	2,1	1,9	100,0
T_{CWRS}	26,9	1,9	2,1	1,9	99,6
T_C	19,5	1,9	2,1	2,0	68,1
C_C	20,2	2,0	2,5	2,1	99,3
M_I	16,2	2,0	1,9	2,0	86,4
P_G	21,9	4,5	7,4	4,8	97,1
O_T	8,5	2,3	5,1	2,5	92,1

*Criterio de selección del mejor tratamiento (Promedios de las propiedades funcionales obtenidos)

Elaboración: Luis Lescano, 2010

En la tabla N° 27 se presentan los índices de amilosa, absorción, solubilidad en agua Poder de hinchamiento y retrogradación reportados, de cada harina analizada, donde la harina que mejores condiciones presenta para ser destinada a panificación es la de cebada “Cañicapa” debido a que el contenido de amilosa es de 20,2; los índices de IAA, ISA, PH y Estabilidad son de 2,0; 2,5; 2,1; 99,3 respectivamente, ya que son cercanos a los reportados por la harina de trigo Canadian Wheat Red Spring, donde la amilosa, IAA, ISA, PH y estabilidad fueron de 26,9; 1,9; 2,1; 1,9; 99,6% correspondientemente. Otra harina que podría ser direccionada a procesos de panificación es la de trigo “Cojitambo” a pesar de que su estabilidad se encuentra en 68,1% al tercer día de almacenamiento. La harina que presento mayor funcionalidad, fue la de papa “Gabriela” debido a que los índices de absorción, solubilidad en agua y poder de hinchamiento fueron superiores a los reportados por el resto de cereales, siendo estos (IAA 4,5; ISA 7,4; PH 4,8) cuya razón es que sus almidones fueron pregelatinizados, pudiéndose utilizar esta harina como un aditivo para aumentar el rendimiento de producción de masa.

**Tabla: N° 28: ENSAYO DE PANIFICACIÓN NORMA INEN 530:1980-12
Mezcla 90% harina de trigo importado con 10 % de harinas de cereales y
tubérculos nacionales**

Parámetro / Variedad	T _C	P _G	C _C	M _I	Q _T	T _{CWRS}
Peso (gr.)	131,4	128,3	130,8	130,4	128,0	132,8
Volumen (cc.)	440,0	300,0	360,0	320,0	440,0	694,0
Absorción de agua (%)	68,0	67,8	67,3	67,3	66,8	68,4
*Puntaje	81,5	71,0	73,0	64,5	66,5	81,5

*Puntaje mínimo para que cumpla la norma 50 puntos.

Elaboración: Luis Lescano, 2010

En la tabla N° 28 se presenta determinados parámetros obtenidos mediante la aplicación de la Norma INEN 530:1980 en donde se puede observar que con respecto al peso, absorción de agua, y las características internas–externas, el reemplazo de 10% harina de trigo “Cojitambo” presenta mayor cercanía al obtenido con harina de trigo importado, con respecto al volumen la diferencia es notoria alrededor de 254 cm³ de diferencia, por lo que se nota la influencia de la harina de trigo nacional en el volumen alcanzado en la elaboración del pan, situación similar sucede con la harina de quinua nacional.

Con respecto al resto de harinas el volumen es evidentemente menor al obtenido con harina de trigo importado, sin embargo el puntaje alcanzado por la mezcla de 10% harina de cebada con harina de trigo importado al referirse a las características internas–externas es ligeramente mejor al obtenido por las otras mezclas (excluyendo a la mezcla Trigo nacional–Trigo importado), la otra mezcla que secunda este parámetro es la de 10% harina de papa “Gabriela” con trigo importado considerando que, el peso y absorción de agua alcanzados son relativamente menores a los obtenidos con la mezcla 100% harina de trigo importado. Todas las mezclas analizadas cumplen con la norma INEN.

Evidenciándose así que al tener menor cantidad de amilosa en la relación amilosa-amilopectina se disminuye la capacidad de acción de las amilasas reduciéndose la cantidad de malto-dextrinas que son el alimento de la levaduras y que el proceso de gasificación se ve afectado debido a la escasa hidrólisis del enlace α (1-4) del almidón (amilosa-amilopectina) influenciando la producción de CO₂ presente en el proceso de leudo. También a medida que aumenta el

contenido de harina de los diferentes cereales y tubérculos en las mezclas analizadas, se justifica la disminución de la cantidad de gluten y de almidón de trigo, que son los principales responsables de la capacidad de retener gas carbónico formado durante la fermentación panadera de las masas.

4.2. VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS

Para la verificación de la hipótesis se realizó una comparación entre los valores de F calculados con el valor de F de tablas, para poder aceptar o rechazar la hipótesis nula. En la Tabla 29, se presenta los valores de F calculados y de tablas para los diferentes análisis realizados.

En general, a un nivel de confianza de 95%, existen diferencias en: en el índice de Amilosa Aparente, índice de Amilosa Total, índice de Absorción de Agua, índice de Solubilidad en Agua, índice de Poder de Hinchamiento, Retrogradación. Esto se comprobado que el valor de F calculado se encuentra fuera del límite con respecto al valor F de tablas. Rechazando de esta manera la hipótesis nula y aceptando la hipótesis alternativa.

Hipótesis alternativa $H_1 = T1 \neq T2 \neq T3 \dots n$

Interpretación: Hay diferencia significativa entre las harinas analizadas en función de las propiedades funcionales de los almidones.

Tabla 29. Comparación de Valores de F

DETERMINACIÓN	Valor F calculado	Valor F de tablas
Amilosa Aparente	206,6	2,8
Amilosa Total	123,5	2,8
Índice de Absorción de agua	567,8	2,8
Índice de Solubilidad en Agua	102,4	2,8
Poder de Hinchamiento	668	2,8
Retrogradación día 1	32,2	2,8
Retrogradación día 2	54,6	2,8
Retrogradación día 3	77,9	2,8

Elaboración: Luis Lescano, 2010

4.2.1. Verificación de la prueba de Tukey

Tabla 30. Prueba de Tukey aplicada a los promedios obtenidos de las propiedades funcionales de las harinas.

TRATAMIENTOS	Amilosa Aparente	Amilosa Total	IAA	ISA	PH	Retrogradación día 1	Retrogradación día 2	Retrogradación día 3
T_{HRW}	24,2 a	25,0 a	1,8 a	2,1 a	1,9 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a
T_{CWRS}	25,9 a	26,9 a	1,9 a	2,1 a	1,9 a	0,0 a	0,3 a	0,4 a
T_C	17,8 c	19,5 b	1,9 a	2,1 a	2,0 a	26,8 b	30,1 b	31,9 b
C_C	16,4 d	20,2 b	2,0 a	2,5 a	2,1 a	0,4 a	0,5 a	0,7 a
M_I	12,5 e	16,2 c	2,0 a	1,9 a	2,0 a	10,4 c	11,0 c	13,6 c d
P_G	19,9 c	21,9 b	4,5 b	7,4 b	4,8 b	0,4 a	1,6 a	2,9 a d
Q_T	6,1 f	8,5 c	2,3 c	5,1 c	2,5 c	4,5 a c	5,9 a c	7,9 d c

Letras diferentes dentro de la columna significa diferencias significativas (Tukey, $p < 0.05$)

Elaboración: Luis Lescano, 2010

Se ha encontrado que para la amilosa aparente no hay diferencia significativa entre los tratamientos T_{HRW} - T_{CWRS} y T_C - P_G . Y para la amilosa total no hay diferencia significativa entre los tratamientos T_{HRW} - T_{CWRS} , T_C - C_C - P_G y M_I - Q_T , donde el tratamiento T_{CWRS} es el que contiene mayor porcentaje de amilosa. Con respecto a los índices de poder de hinchamiento, absorción y solubilidad en agua los tratamientos que no presentan diferencia significativa son: T_{HRW} - T_{CWRS} - T_C - C_C - M_I , pero el tratamiento P_G es el que contiene un mayor valor en relación a estos 3 índices. Dentro del porcentaje de retrogradación, para los días 1 y 2 los tratamientos que no presentan diferencia significativa son T_{HRW} - T_{CWRS} - C_C - P_G - Q_T . Y al tercer día del análisis los que no presentaron diferencia significativa fueron T_{HRW} - T_{CWRS} - C_C - P_G , M_I - Q_T y M_I - P_G - Q_T , pero el tratamiento que presentó mayor porcentaje de retrogradación fue T_C .

4.3. ESTUDIO ECONOMICO PARA LA OBTENCIÓN DE HARINAS DE TRIGO NACIONAL, CEBADA, QUINUA Y PAPA DESTINADAS A PANIFICACION

Con el fin de incentivar el consumo de pan elaborado con mezclas de harinas nacionales se ha propuesto realizar un estudio económico, con una capacidad de molienda de 80 Kg/hora aproximadamente. En el estudio se identificarán los parámetros que influyen en la obtención de este tipo de harinas a

nivel de laboratorio y proponer alternativas factibles para el sector agrícola de la provincia de Tungurahua.

A continuación se detallan todos los aspectos del estudio económico:

4.3.1. Estudio económico para la obtención de harina destinada a panificación a partir de Trigo nacional de la variedad "Cojitambo".

Materia Prima			
	Valor unitario \$	Cantidad	Sub Total \$
Kg Trigo	0,3	475,0	161,5
Fundas de polipropileno de 1Kg.	0,2	307,0	46,1
Etiquetas	0,1	307,0	30,7
TOTAL			238,3

Equipos		
Equipos	Costo	Horas utilizadas
Balanza Romana	1000	0,5
Molino	2500	6
Tamizador	2100	6
Utensilios	500	8
Estanterías	1200	8
Compresor de aire	1200	2
Selladora manual	200	7
Equipo Determinador de humedad	3500	2
Mesa acero inox.	1000	6
TOTAL	13200	

Opera	250/año	
Personal	2	8 horas /día
Sueldo	240,0 \$	20 días laborables

SUMINISTROS			
Detalle	Cantidad	V.Unitario (\$)	V.Anuo (\$)
Energía eléctrica (Kw)	60	0,2	2160
Agua (m ³)	5	0,2	240
Diesel (gal)	6	1,1	1512
Lubricantes (Lt.)	0,5	3,8	456
Detergente (Kg)	0,25	2,1	126
Teléfono (min)	30	0,1	720
Suman			5214

Depreciación					
Equipos	Costo \$	Depreciación	Costo \$ por año	Costo \$ por hora	Horas utilizadas
Balanza Romana	1000	100	0,40	0,05	0,03
Molino	2500	250	1,00	0,13	0,75
Tamizador	2100	210	0,84	0,11	0,63
Utensilios	500	100	0,40	0,05	0,40
Estanterías	1200	240	0,96	0,12	0,96
Compresor de aire	1200	240	0,96	0,12	0,24
Selladora manual	200	40	0,16	0,02	0,14
Equipo Determinador de humedad	3500	350	1,40	0,18	0,35
Mesa acero Inox.	1000	200	0,80	0,10	0,60
Suman					4,10

Sueldos					
Sueldo \$	# Personas	Sueldo de dos personas \$	Sueldo por día \$	Sueldo por hora \$	Total del sueldo \$
240	2	480	24	3	480

Servicios por parada			
Detalle	Cantidad	V.Unitario (\$)	V.Anual (\$)
Energía eléctrica (Kw)	60	0,2	9,0
Agua (m ³)	5	0,2	1,0
Suman			10,0

Costo de producción	
	Total
Materia Prima	238,3
Equipos	4,1
Sueldo	24,0
Servicios	10,0
Total Costo de Producción	276,3
Precio Unitario	0,9

Utilidad				
	Precio Unitario \$	Cantidad (1 Kg.)	% Utilidad	\$
Harina Refinada	0,9	197	30	0,27
Harina Integral	0,9	110	5	0,05

Precio de venta \$	
	Precio de venta
Harina Refinada	1,2
Harina Integral	0,9

Elaboración: Luis Lescano, 2010

En el estudio realizado para la obtención de harina refinada de trigo "Cojitambo" se ha obtenido que el precio de venta para una presentación de 1 Kilo sea de \$1,2 precio que se encuentra relativamente alto para presentaciones de la misma cantidad que están alrededor de \$0,90 y que es de trigo importado, considerando que el precio alcanzado en el estudio está directamente relacionado con el costo de la materia prima y el rendimiento presentado en la elaboración de esta harina.

4.3.2. Estudio económico para la obtención de harina destinada a panificación a partir de Cebada nacional de la variedad "Cañicapa".

Materia Prima			
	Valor unitario \$	Cantidad	Sub Total \$
Kg cebada	1,4	475	665,0
Fundas de polipropileno de 1Kg.	0,2	323	48,5
Etiquetas	0,1	323	32,3
TOTAL			745,8

Equipos		
Equipos	Costo \$	Horas utilizadas
Balanza Romana	1000	0,5
Molino	2500	6,0
Tamizador	2100	6,0
Utensilios	500	8,0
Estanterías	1200	8,0
Compresor de aire	1200	2,0
Selladora manual	200	7,0
Equipo Determinador de humedad	3500	2,0
Mesa acero Inox.	1000	6,0
TOTAL	13200	

Opera		250/anual	
Personal		2	8 horas /día
Sueldo		240.0 \$	20 días laborables

SUMINISTROS			
Detalle	Cantidad	V.Unitario (\$)	V.Anual (\$)
Energía eléctrica (Kw)	60	0,150	2160,000
Agua (m ³)	5	0,200	240,000
Diesel (gal)	6	1,050	1512,000
Lubricantes (Lt.)	0,5	3,800	456,000
Detergente (Kg)	0,25	2,100	126,000
Teléfono (min)	30	0,100	720,000
Suman			5214,000

Depreciación					
Equipos	Costo \$	Depreciación	Costo \$ por año	Costo \$ por hora	Horas utilizadas
Balanza Romana	1000	100	0,40	0,05	0,03
Molino	2500	250	1,00	0,13	0,75
Tamizador	2100	210	0,84	0,11	0,63
Utencillos	500	100	0,40	0,05	0,40
Estanterías	1200	240	0,96	0,12	0,96
Compresor de aire	1200	240	0,96	0,12	0,24
Selladora manual	200	40	0,16	0,02	0,14
Equipo Determinador de humedad	3500	350	1,40	0,18	0,35
Mesa acero Inox.	1000	200	0,80	0,10	0,60
Suman					4,10

Sueldos					
Sueldo \$	# Personas	Sueldo \$ de dos personas	Sueldo . \$ por día	Sueldo \$ por hora	Total del sueldo \$
240	2	480	24	3	480

Servicios por parada			
Detalle	Cantidad	V.Unitario (\$)	V.Anual (\$)
Energía eléctrica (Kw)	60	0,15	9,0
Agua (m ³)	5	0,20	1,0
Suman			10,0

Utilidad				
	Precio Unitario \$	Cantidad (1 Kg.)	% Utilidad	\$
Harina Refinada	2,4	202	12	0,3
Harina Integral	2,4	121	5	0,1

Precio \$ de venta	
	Precio de venta
Harina Refinada	2,7
Harina Integral	2,5

Elaboración: Luis Lescano, 2010

En el estudio realizado para la obtención de la harina de cebada “Cañicapa” se ha obtenido que el precio de venta para una presentación de 1 Kilo sea de \$2,7 precio que es alto, indicando que no hay presentaciones de harina de cebada que sea tamizada y destinada exclusivamente para la producción de pan y considerando que el precio alcanzado en el estudio está directamente relacionado con el costo de la materia prima y el rendimiento presentado en la elaboración de esta harina.

4.3.3. Estudio económico para la obtención de harina destinada a panificación a partir de Maíz INIAP 122

Materia Prima			
	Valor \$ unitario	Cantidad	Sub Total \$
Kg Maíz	0,7	475	351,5
Fundas de polipropileno de 1Kg.	0,2	388	58,2
Etiquetas	0,1	388	38,8
TOTAL			448,5

Equipos		
Equipos	Costo \$	Horas utilizadas
Balanza Romana	1000	0,5
Molino	2500	6
Tamizador	2100	6
Utensilios	500	8
Estanterías	1200	8
Compresor de aire	1200	2
Selladora manual	200	7
Equipo Determinador de humedad	3500	2
Mesa acero Inox.	1000	6
TOTAL	13200	

Opera		250/anual	
Personal	2	8 horas /día	
Sueldo	240 \$	20 días laborables	

SUMINISTROS			
Detalle	Cantidad	V.Unitario (\$)	V.Anual (\$)
Energía eléctrica (Kw)	60	0,15	2160
Agua (m ³)	5	0,20	240
Diesel (gal)	6	1,05	1512
Lubricantes (Lt.)	0,5	3,80	456
Detergente (Kg)	0,25	2,10	126
Teléfono (min)	30	0,10	720
Suman			5214

Depreciación					
Equipos	Costo \$	Depreciación	Costo \$ por año	Costo \$ por hora	Horas utilizadas
Balanza Romana	1000	100	0,40	0,05	0,03
Molino	2500	250	1,00	0,13	0,75
Tamizador	2100	210	0,84	0,11	0,63
Utensilios	500	100	0,40	0,05	0,40
Estanterías	1200	240	0,96	0,12	0,96
Compresor de aire	1200	240	0,96	0,12	0,24
Selladora manual	200	40	0,16	0,02	0,14
Equipo Determinador de humedad	3500	350	1,40	0,18	0,35
Mesa acero Inox.	1000	200	0,80	0,10	0,60
Suman					4,10

Sueldos					
Sueldo \$	# personas	Sueldo \$ de dos personas	Sueldo \$ por día	Sueldo \$ por hora	Total del sueldo \$
240	2	480	24	3	480

Servicios por parada			
Detalle	Cantidad	V.Unitario (\$)	V.Anual (\$)
Energía eléctrica (Kw)	60	0,15	9
Agua (m ³)	5	0,20	1
Suman			10

Costo \$ de producción	
	Total
Materia Prima	448,5
Equipos	4,1
Sueldo	24,0
Servicios	10,0
Total Costo de Producción	486,6
Precio Unitario	1,3

Utilidad				
	Precio \$ Unitario	Cantidad (1 Kg.)	% Utilidad	\$
Harina Refinada	1,3	105	20	0,3
Harina Integral	1,3	283	5	0,1

Precio \$ de venta	
	Precio de venta
Harina Refinada	1,5
Harina Integral	1,3

Elaboración: Luis Lescano, 2010

En el estudio realizado para la obtención de la harina de Maíz INIAP 122 se ha obtenido que el precio de venta para una presentación de 1 Kilo sea de \$1,5 precio que es alto, indicando que no hay presentaciones de harina de maíz que sea tamizada y destinada exclusivamente para la producción de pan y considerando que el precio alcanzado en el estudio está directamente relacionado con el costo de la materia prima y el rendimiento presentado en la elaboración de esta harina.

4.3.4. Estudio económico para la obtención de harina destinada a panificación a partir de Quinua Tunkahuan

Materia Prima			
	Valor \$ unitario	Cantidad	Sub \$ Total
Kg Quinua	2,6	475	1254,0
Fundas de polipropileno de 1Kg.	0,2	281	42,2
Etiquetas	0,1	281	28,1
TOTAL			1324,3

Equipos		
Equipos	Costo \$	Horas utilizadas
Balanza Romana	1000	0,5
Molino	2500	6
Tamizador	2100	6
Utensilios	500	8
Estanterías	1200	8
Compresor de aire	1200	2
Selladora manual	200	7
Equipo Determinador de humedad	3500	2
Mesa acero Inox.	1000	6
TOTAL	13200	

Opera 250/anual		
Personal	2	8 horas /día
Sueldo	240 \$	20 días laborables

SUMINISTROS			
Detalle	Cantidad	V.Unitario (\$)	V.Anual (\$)
Energía eléctrica (Kw)	60	0,15	2160
Agua (m ³)	5	0,20	240
Diesel (gal)	6	1,05	1512
Lubricantes (Lt.)	0,5	3,80	456
Detergente (Kg)	0,25	2,10	126
Teléfono (min)	30	0,10	720
Suman			5214

Depreciación					
Equipos	Costo \$	Depreciación	Costo \$ por año	Costo \$ por hora	Horas utilizadas
Balanza Romana	1000	100	0,40	0,05	0,03
Molino	2500	250	1,00	0,13	0,75
Tamizador	2100	210	0,84	0,11	0,63
Utensilios	500	100	0,40	0,05	0,40
Estanterías	1200	240	0,96	0,12	0,96
Compresor de aire	1200	240	0,96	0,12	0,24
Selladora manual	200	40	0,16	0,02	0,14
Equipo Determinador de humedad	3500	350	1,40	0,18	0,35
Mesa acero Inox.	1000	200	0,80	0,10	0,60
Suman					4,10

Sueldos					
Sueldo \$	# personas	Sueldo \$ de dos personas	Sueldo \$ por día	Sueldo \$ por hora	Total del sueldo \$
240	2	480	24	3	480

Servicios por parada			
Detalle	Cantidad	V.Unitario (\$)	V.Anual (\$)
Energía eléctrica (Kw)	60	0,15	9
Agua (m ³)	5	0,20	1
Suman			10

Costo de Producción	
	Total
Materia Prima	1324,3
Equipos	4,1
Sueldo	24,0
Servicios	10,0
Total Costo de Producción	1362,3
Precio Unitario	4,8

Utilidad				
	Precio \$ Unitario	Cantidad (1Kg.)	% Utilidad	\$
Harina Refinada	4,8	105	6	0,3
Harina Integral	4,8	176	3	0,1

Precio \$ de venta	
	Precio de venta
Harina Refinada	5,1
Harina Integral	5,0

Elaboración: Luis Lescano, 2010

En el estudio realizado para la obtención de la harina de quinua nacional se ha obtenido que el precio de venta para una presentación de 1 kilo sea de \$5,1 precio que es alto, indicando que no hay presentaciones de harina de quinua que sea tamizada y destinada exclusivamente para la producción de pan y considerando que el precio alcanzado en el estudio está directamente relacionado con el costo de la materia prima ya que la quinua es lavada, si se comprara la quinua sin lavar y se realizará ese proceso, el costo de la materia prima bajaría considerablemente.

4.3.5. Estudio económico para la obtención de harina destinada a panificación a partir de Papa de la variedad “Gabriela”

Materia Prima			
	Valor \$ unitario	Cantidad	Sub Total \$
Kg papa	0,20	1826	365,20
Fundas de polipropileno de 1Kg.	0,15	379	56,85
Etiquetas	0,10	379	37,90
TOTAL			459,95

Equipos		
Equipos	Costo	Horas utilizadas
Balanza Romana	1000	0,5
Procesador de papas	2350	7
Cocina Industrial	500	6
Cámara de secado	6300	18
Molino	2500	6
Tamizador	2100	6
Utensilios	500	8
Estanterías	1200	8
Compresor de aire	1200	2
Selladora manual	200	7
Equipo Determinador de humedad	3500	2
Mesa acero Inox.	1000	6
TOTAL	22350	

Opera	250 días/añual	
Personal	2	8 horas /día
Sueldo	240 \$	20 días laborables

SUMINISTROS			
Detalle	Cantidad	V.Unitario (\$)	V.Añual (\$)
Energía eléctrica (Kw)	90	0,15	3240
Agua (m ³)	10	0,20	480
Diesel (gal)	6	1,05	1512
Lubricantes (Lt.)	0,5	3,80	456
Detergente (Kg)	0,25	2,10	126
Teléfono (min)	30	0,10	720
Suman			6534

Depreciación					
Equipos	Costo \$	Depreciación	Costo \$ por año	Costo \$ por hora	Horas utilizadas
Balanza Romana	1000	100	0,40	0,05	0,0
Procesador de papas	2350	235	0,94	0,12	0,8
Cocina Industrial	500	100	0,40	0,05	0,3
Cámara de secado	6300	630	2,52	0,32	5,7
Molino	2500	250	1,00	0,13	0,8
Tamizador	2100	210	0,84	0,11	0,6
Utensilios	500	100	0,40	0,05	0,4
Estanterías	1200	240	0,96	0,12	1,0
Compresor de aire	1200	240	0,96	0,12	0,2
Selladora manual	200	40	0,16	0,02	0,1
Equipo Determinador de humedad	3500	350	1,40	0,18	0,4
Mesa acero Inox.	1000	200	0,80	0,10	0,6
Suman					10,9

Sueldos					
Sueldo \$	# personas	Sueldo \$ de dos personas	Sueldo \$ por día	Sueldo \$ por hora	Total del sueldo \$
240	2	480	24	3	24

Servicios por parada			
Detalle	Cantidad	V.Unitario (\$)	V.Anual (\$)
Energía eléctrica (Kw)	90	0,15	13,5
Agua (m ³)	10	0,20	2,0
Suman			15,5

Costo de Producción	
	Total \$
Materia Prima	460,0
Equipos	10,9
Sueldo	24,0
Servicios	15,5
Total Costo de Producción	510,3
Precio Unitario	1,3

Utilidad				
	Precio Unitario \$	Cantidad (1 Kg.)	% Utilidad	\$
Harina Refinada	1,3	287	16	0,2
Harina Integral	1,3	92	5	0,1

Precio de venta	
	Precio de venta \$
Harina Refinada	1,6
Harina Integral	1,4

Elaboración: Luis Lescano, 2010

En el estudio realizado para la obtención de la harina de papa de variedad “Gabriela” se ha encontrado que el precio de producción para una presentación de 1 kilo sea de \$1,6, indicando que no hay presentaciones de harina de papa que sea tamizada y destinada exclusivamente para la producción de pan y considerando que el precio alcanzado en el estudio está directamente relacionado con el costo de la materia prima a pesar que esta es relativamente barata.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Se logro determinar la funcionalidad de los almidones de las harinas de trigo, cebada, maíz, quinua y papa, a través de las propiedades de amilosa, absorción de agua, solubilidad en agua, poder de hinchamiento y retrogradación concluyendo que desde el punto de vista funcional las mejores harinas para su uso en panificación son de cebada y trigo.

- Se estableció que los almidones que mayor funcionalidad presentaron fueron los de la harina de papa, donde su absorción, solubilidad e hinchamiento alcanzaron 4,5, 7,4 y 4,8 respectivamente, que los reportados por la harina de trigo importado que fueron de 1,9, 2,1, 1,9., con la particularidad de que en el proceso de elaboración de esta harina, sufre sus almidones una pre-gelatinización. Donde están vinculados directamente el poder de hinchamiento y un porcentaje de retrogradación bajo (2,9%) que permitirían disminuir los procesos de envejecimiento del pan.

- El estudio del rendimiento de las diferentes harinas de cereales, mostro que la harina de trigo “Cojitambo” y cebada “Cañicapa” presentaron valores altos de 41,4% y 42,6%, y la harina de papa presento un valor de 16% al 5% de humedad.

- Entre los cereales estudiados la cebada de variedad “Cañicapa” presento propiedades funcionales de IAA (2,0), ISA (2,5), PH (2,1), retrogradación (0,7%), similares a las reportadas por las harinas de trigo importado donde IAA (1,9), ISA (2,1), PH (1,9) y la retrogradación (0,4%), dando como resultado que este cereal es la mejor alternativa de reemplazo en mezcla con harina de trigo importado.
- El ensayo de panificación descrito en la norma INEN 530:1980 fue aplicado a las harinas obtenidas en una proporción del 10% con un 90% de harina de trigo importado y reveló que en dicha proporción todas las mezclas cumplían con la norma, con la singularidad de que existieron mezclas de mejor calificación como es el caso de la mezcla de harina de trigo importado con harina de trigo nacional (81,5 Ptos.) con harina de papa (71 Ptos.) y con harina de cebada (73 Ptos.) respectivamente.
- En el estudio económico realizado para la obtención de harinas con materia prima nacional destinada a procesos de panificación con una capacidad de molienda de 80 Kg/hora, se encontró que los costos de producción son altos para una presentación de 1 kilo, debido al elevado costo de la materia prima y a la baja capacidad de rendimiento alcanzado por cada uno de los cereales y tubérculos analizados.

5.2. RECOMENDACIONES

Luego de culminado el presente trabajo investigativo es oportuno sugerir las siguientes recomendaciones:

- Se recomienda utilizar la harina de cebada “Cañicapa”, con el fin de sustituir en determinados porcentajes de remplazo en mezclas con harinas de trigo importado, para mejorar los índices de absorción, solubilidad en agua y poder

de hinchamiento de sus almidones y que ayudarían a los procesos de panificación.

- Se propone utilizar como aditivo la harina de papa de la variedad “Gabriela” que, a pesar de presentar los mayores índices de funcionalidad de sus almidones, se ve limitada su aplicabilidad por su capacidad de rendimiento en la obtención de harina.
- Con respecto a los altos costos de producción obtenidos con respecto a la capacidad de rendimiento de las harinas utilizadas es necesario buscar que los costos de la materia prima sean reducidos, mediante la incentivación del rescate de producción de cereales ancestrales del Ecuador, a los productores agrícolas y permitiendo así la accesibilidad de producción de estas harinas, otro motivo que incide en este costo elevado de producción es que solo se considera la harina destinada a panificación y una alternativa de ajuste para el costo de producción sería destinar el resto de la harina de los diferentes cereales a otros productos de consumo, ya sea entre sí o solas, como harinas integrales, harinas destinadas a la preparación de coladas, papillas, entre otros. Permitiendo conseguir rentabilidad al momento de establecer una micro-empresa.
- Es necesario encontrar una mezcla ideal entre las harinas analizadas en donde, los altos índices funcionales de los almidones de la harina de papa primen en dicha mezcla, consiguiendo así un producto que cumpla con los estándares establecidos para las harinas de panificación, de galletería, repostería, y producción de fideos y así extender su aplicabilidad y capacidad de consumo dentro de la nación.

CAPITULO VI

PROPUESTA

6.1. DATOS INFORMATIVOS

Título: “Usos de harinas de trigo nacional (Cojitambo), maíz (INIAP 122), cebada (Cañicapa), quinua (Tunkahuan), papa (Gabriela), en la elaboración de pan aprovechando las propiedades funcionales de sus almidones”.

Unidad Ejecutora: Universidad Técnica de Ambato, a través de la Facultad de ciencia e Ingeniería en Alimentos.

Beneficiario: Proyecto “Desarrollo de mezclas farináceas de cereales (maíz, quinua y cebada) y papas ecuatorianas como sustitutos parciales del trigo importado para la elaboración de pan y fideos” –PHPPF-

Director del Proyecto: MSc. Mayra Paredes.

Personal Operativo: Egdo. Luis Gabriel Lescano Paredes.

Tiempo de duración: 6 meses

Fecha estimada de inicio: 1 de enero del 2010

Lugar de ejecución: Laboratorios de la Unidad Operativa de Investigación en Tecnología de Alimentos de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos. (UTA)

6.2. ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA

El estudio de las propiedades funcionales de los almidones permite predecir el comportamiento de un harina durante la formación de la masa de panificación. Según Salazar, et. al. (2001) la capacidad de absorción de agua de una harina de trigo puede ser influenciada por la sustitución de harinas de yuca y maíz debido a que estos presentan mayor el índice de Absorción de agua (IAA). También, se evidenciaron una disminución del porcentaje de Retención de Gas

(RG) de las masas panificación ensayadas a medida que aumenta el contenido de harina de yuca en las mismas, esto lo explica la disminución de la cantidad de gluten y de almidón de trigo, que son los principales responsables de la capacidad de retener el gas carbónico formado durante la fermentación panadera de las masas de las mezclas estudiadas.

En un estudio realizado por Araujo, Rincón y Padilla de la Universidad Central de Venezuela en el 2004 en donde encontraron que, el poder de hinchamiento se incrementa con el aumento de la temperatura, ya que a altas temperaturas se sucede una relajación progresiva de las fuerzas de enlace dentro del gránulo de almidón, lo que se traduce en un aumento del poder de hinchamiento al aumentar la temperatura, esto se evidencia a partir de 70°C en el almidón de *D. bulbifera*. En cuanto a la solubilidad del almidón, ésta aumenta a consecuencia del hinchamiento del gránulo y del incremento de la temperatura. Tanto el poder de hinchamiento como el índice de solubilidad indican el grado de asociación existente (enlaces intragranular) entre los polímeros de almidón (amilosa y amilopectina). El valor mas alto observado de solubilidad para el almidón nativo de *D. bulbifera* se ve también incrementada al aumentar la temperatura, observándose un incremento relativamente constante de 5,61 a 20,64 (g agua/ a almidón) entre 65°C y 80°C.

La propuesta del presente Proyecto de Investigación Aplicada, se fundamenta en destinar harinas de cereales y tubérculos nacionales a la industria de la panificación, conociendo la funcionalidad presente en los almidones de las harinas utilizadas, con el fin de dar una alternativa al uso del trigo importado en formulaciones con harinas panificables.

6.3. JUSTIFICACIÓN

Las propiedades funcionales de los almidones permiten conocer la capacidad de solubilidad y absorción de agua del almidón, que a medida que se incrementa la temperatura su poder de hinchamiento se eleva. Y mediante el conocimiento del índice de amilosa-amilopectina es posible prever el ataque

enzimático de las amilasas dando como resultado la generación de dextrinas que intervienen en la fermentación y también es posible predecir el período de envejecimiento del pan debido a que la amilosa es la responsable de la retrogradación en horas y la amilopectina en días.

Esta propuesta permitirá que el estudiante tenga la oportunidad de utilizar sus competencias para la resolución del problema tecnológico planteado. Esto también permitirá al pasante tener experiencia laboral y responsabilidad en el trabajo encomendado.

La propuesta planteada requiere conocer qué propiedades funcionales inciden y afectan en la obtención de productos panificables para poder sustituir de manera parcial las harinas de trigo importado por harinas de cereales y tubérculos de origen nacional con el fin de conocer si tienen el mismo efecto en panificación y producción de pastas, y también las proporciones de mezcla. Con estas harinas de producción nacional, los productos panificados cumplirían con las normas de aceptabilidad, absorción de agua, peso, volumen, entre otras, y dando lugar a la generación de aumentar la capacidad productiva de la nación brindando nuevas alternativas de alimentación. El proyecto “Desarrollo de mezclas farináceas de cereales (maíz, quinua y cebada) y papas ecuatorianas como sustitutos parciales del trigo importado para la elaboración de pan y fideos”, –PHPPF- se ha visto interesado en financiar esta investigación.

El estudio aquí planteado proporcionará importante información sobre las características de la funcionalidad de los almidones de las harinas de diferentes cereales destinados a panificación, lo cual podría ayudar a sustituir parcialmente las harinas de origen estadounidense y canadiense.

Finalmente, la propuesta permitirá cumplir con la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 530:1980-12 de los requisitos para la elaboración y obtención de pan, de las mezclas de harinas elaboradas, en la cual dice que se requiere cumplir una calificación apropiada del producto elaborado.

6.4. OBJETIVOS

Objetivo General

- Estudio del efecto de las propiedades funcionales de los almidones en las características reológicas de la masa de pan.

Objetivos Específicos

- Determinar la calidad nutricional de las masas obtenidas.
- Analizar las propiedades reológicas de los almidones y de las masas de las harinas en mezcla.
- Realizar un estudio económico de la obtención de pan con las diferentes harinas

6.5. ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

La viabilidad de “Aplicar las harinas de trigo nacional (Cojitambo), maíz (INIAP 122), cebada (Cañicapa), quinua (Tunkahuan), papa (Gabriela), en la elaboración de pan aprovechando las propiedades funcionales de sus almidones”, será evidente a medida que se los objetivos planteados se hayan desarrollado correctamente.

El análisis de factibilidad es la cesibilidad del proyecto a ciertos factores que pueden ser tanto externos e internos que pueden influir directamente con la ejecución.

En este proyecto se cuenta con el dinero y los recursos tanto humano, físicos y económicos; aun que el proyecto si va a verificar si es rentable o no, y conociendo el costo de obtención de las harinas y producción del pan, para poder encontrar factibilidad, y mediante la utilización de los subproductos de las harinas, enfocados en la presentación de productos alimenticios prebióticos de interés comercial se conseguirá rentabilidad y factibilidad en la obtención de la harina y el pan, cumpliendo con las Normas Ecuatorianas y mantener la calidad funcional de los almidones en las harinas.

Tabla N° 31 Valores Económicos de la propuesta

Recursos Humanos	UTA	Graduando	Proyecto
Tutor	1800	125	
Graduando		1020	
Recursos Físicos			
Materias Primas			3000
Uso del laboratorio	25		
Material de escritorio		25	
Recursos Económicos			
Transporte		50	
Imprevistos		50	
Publicaciones		100	
SUMAN	1825	1370	3000
	TOTAL	6195	

Elaboración: Luis Lescano, 2010

Costo Total Estimado	\$6195
Aporte del proyecto	\$2000
Aporte de la Universidad (FCIAL)	\$1825
Aporte de Otros	\$1370

6.6. FUNDAMENTACIÓN

Los productos procedentes de cereales se han convertido en alimentos básicos en todo el mundo y son necesarios para la dieta del ser humano.

Al ser enriquecidos con harinas procedentes de otros cereales y tubérculo los productos de panadería, tendrían una mayor demanda en nuestro país, ya que aumenta su valor nutritivo, también incentivaría al productor agrícola, aprovechando los cereales nativos y permitiendo bajar los costos de la materia prima, por lo tanto también el costo del pan lo que beneficiaría a los sectores más pobres del país.

La adición de harinas de otros cereales afectaría la tecnología de la elaboración de pan siempre y cuando el grado de sustitución sea muy elevado, por lo que es necesario diseñar procesos adecuados para la conversión de la harina en un alimento esponjoso y apetitoso como es el pan que aporta con cantidades considerables de carbohidratos.

Particularidades a considerar:

- Formulación de la masa panaria considerando sus propiedades reológicas.
- Elaboración de la masa panaria, incorporación de agua, azúcar sal y levadura a la harina en mezcla.
- Acción de las amilasas sobre el almidón, para la producción de malto-dextrinas.
- Producción de CO₂ mediante la hidrólisis de las malto-dextrinas, en la fermentación o leudo de la masa.
- Desarrollo y maduración de la masa La incorporación de burbujas de aire durante el amasado de los ingredientes.
- La subdivisión de la masa en piezas unitarias.
- El boleado de las piezas para lograr las formas requeridas en la panificación y reposo.
- Leudo final.
- Fijación de la estructura final durante el horneado

6.7. METODOLOGÍA

La propuesta consta de las siguientes etapas:

- Estudio y revisión bibliográfica
- Formulación de los tratamientos
- Pruebas preliminares
- Fase experimental
- Obtención de resultados
- Selección del mejor tratamiento
- Aplicación del mejor tratamiento

6.8. ADMINISTRACIÓN

La ejecución de la propuesta estará coordinada por los responsables de la investigación Ing. Mayra Paredes y el Egdo. Luis Lescano y los interesados, en este caso, el proyecto “Desarrollo de mezclas farináceas de cereales (maíz, quinua, y cebada) y papas ecuatorianas como sustitutos parciales del trigo importado para la elaboración de pan y fideos” –PHPPF-, los mismos que destinarán harinas para panificación (en mezcla) de materias primas de la región.

Tabla N° 32 Administración de la propuesta

Indicadores a mejorar	Situación actual	Resultados esperados	Actividades	Responsables
Producto de calidad con alto valor nutricional.	Productos de panificación y pastas alimenticias elaborados con harina de trigo importado en un 100%.	Reducción de las importaciones de trigo. Utilización de harinas de cereales y tubérculos nacionales.	Determinar los mejores porcentajes de sustitución. Realizar pruebas de panificación. Determinar el comportamiento de las harinas en la formación de la masa panaria.	Investigador: Luis Lescano, Ing Mayra Paredes, Ing Galo Sandoval.

Elaboración: Luis Lescano, 2010

6.9. PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN

Se realizará un monitoreo diario, mediante el análisis cuantitativo del porcentaje de retrogradación para conocer la estabilidad de los geles formados por las harinas y así prevenir el período de envejecimiento del pan en las distintas formulaciones aplicadas, con el fin de satisfacer al consumidor final.

Tabla N° 23 Previsión de la evaluación

¿Quiénes solicitan evaluar?	<ul style="list-style-type: none"> - La secretaria Nacional de Ciencia y Tecnología - Panificadores del país - Molineros del país
¿Por qué evaluar ?	<ul style="list-style-type: none"> - Verificar la calidad de los productos - Corregir errores en % de sustitución
¿Para qué evaluar?	<ul style="list-style-type: none"> - Determinar qué porcentaje de sustitución actúa de mejor manera
¿Que evaluar?	<ul style="list-style-type: none"> - Tecnología utilizada - Materia prima - Resultados obtenidos - Producto terminado
¿Quién evalúa?	<ul style="list-style-type: none"> - Director del proyecto - Tutor - Calificadores
¿Cuándo evaluar?	<ul style="list-style-type: none"> - Todo el tiempo desde las pruebas preliminares, hasta la obtención del producto.
¿Cómo evaluar?	<ul style="list-style-type: none"> - Mediante instrumentos de evaluación.
¿Con que evaluar?	<ul style="list-style-type: none"> - Experimentación - Normas establecidas

Elaboración: Luis Lescano, 2010

CAPITULO VII

MATERIALES DE REFERENCIA

7.1. Bibliografía

1. Anderson, R., Conway, H.F., Pheiser, V. F. and Griffin. E. L. (1969). Gelatinization of corn grits by roll and extrusión cooking. *Cereal Science Today*, 14, 4 -12.
2. Aguilar M., Palomo P. y Bressani R. (2004). Desarrollo de un producto de panificación apto para el adulto mayor a base de harina de trigo y harina de arroz. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*. IIN-0004-0622 versión impresa. ALAN v.54 n.3 Caracas sep.
3. Bernabé C. (2009). Influencia de los componentes de la harina en la panificación. 16 • Nº 357 Enero. PANORAMA PANADERO.
4. Englyst, H.N., Kingman, S.M., and Cummings, J.H. (1992). "Classification and measurement of nutritionally important starch fractions" *Euro. J. Clin. Nutt.* 46 (Suppl.2):S33,1992)
5. Eliasson, Ann-Charlotte, Physical propities of starch in concentrated systems such as dough and bread, Lunds University, 1983.
6. Goñi, I., García-Diz, L., Mañas, E. and Saura-Calixto, F. (1996). Analysis of resistant starch: a method for foods and food products. *Food Chemistry*. 56.445-449.
7. Granotec-Ecuador, 2009 Presentación "Panificación, influencia de los Ingredientes"
8. Lara 2009, presentación sobre LA INDUSTRIA MOLINERA ECUATORIANA (ASEMOL),
9. Morrison, W. and Laignelet, B. (1983). An improved procedure for determining apparent and total amylosa in cereal and other staches. *Journal of cereal Science*, 1,9 – 20.
10. Pacheco E. y Testa G. (2005). Revaluación nutricional, física y sensorial de panes de trigo y plátano verde.

INCI v.30 n.5 Caracas mayo 2005 Interciencia ISSN 0378-1844 versión impresa.

11. Promueve Bolivia, Unidad de Apoyo al Exportador, Fecha de elaboración: Febrero de 2010.
12. Salazar E. y Álvarez L. (2001). Características objetivas y subjetivas en la evaluación de panes elaborados con harinas compuestas de trigo (*Tricicum vulgare*), yuca dulce (*Manihot esculenta*) y subproductos amiláceos del maíz (*Zea mays*). Saber, Universidad de Oriente, Venezuela. Vol. 13. N° 1:50-54.
13. Tjahjadi, C. and Brene, W. M. (1984). "Isolation and Characterization of adzuki bean (*Vigna angularis* cv. Takara) Starch. Journal of food science, 43 (3) 558 – 562.

7.2. WEB-grafía:

14. Araujo Consuelo de Vizcarrondo, Alicia Mariela Rincón, Fanny Padilla 2004 Caracterización del almidón nativo de *Dioscorea bulbifera* L. Disponible en: http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S000406222004000200016&script=sci_arttext
15. Banco Central del Ecuador. 2009. Coordinación Técnica de Relaciones Internacionales. Disponible en: <http://www.bce.fin.ec/frame.php?CNT=ARB0000766>
16. Bou Rached Lizet, Consuelo A. de Vizcarrondo, Alicia M. Rincón, Fanny Padilla. 2006 "Evaluación de harinas y almidones de mapuey (*Dioscorea trifida*), variedades blanco y morado" Disponible en: http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0004-06222006000400010&script=sci_arttext
17. Eguillor Pilar Recabarren 2008 – 2009, El mercado de la papa Publicación de la Oficina de Estudios y Políticas Agrarias – ODEPA, Ministerio de Agricultura, Director y Representante Legal, ODEPA. Disponible en: www.odepa.gob.cl, Santiago de Chile.
18. Guardado Estela Yordi y col. 2004 Almidón de los cereales nativos y modificados: propiedades y aplicaciones en la alimentación Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos43/almidones/almidones2.shtml>

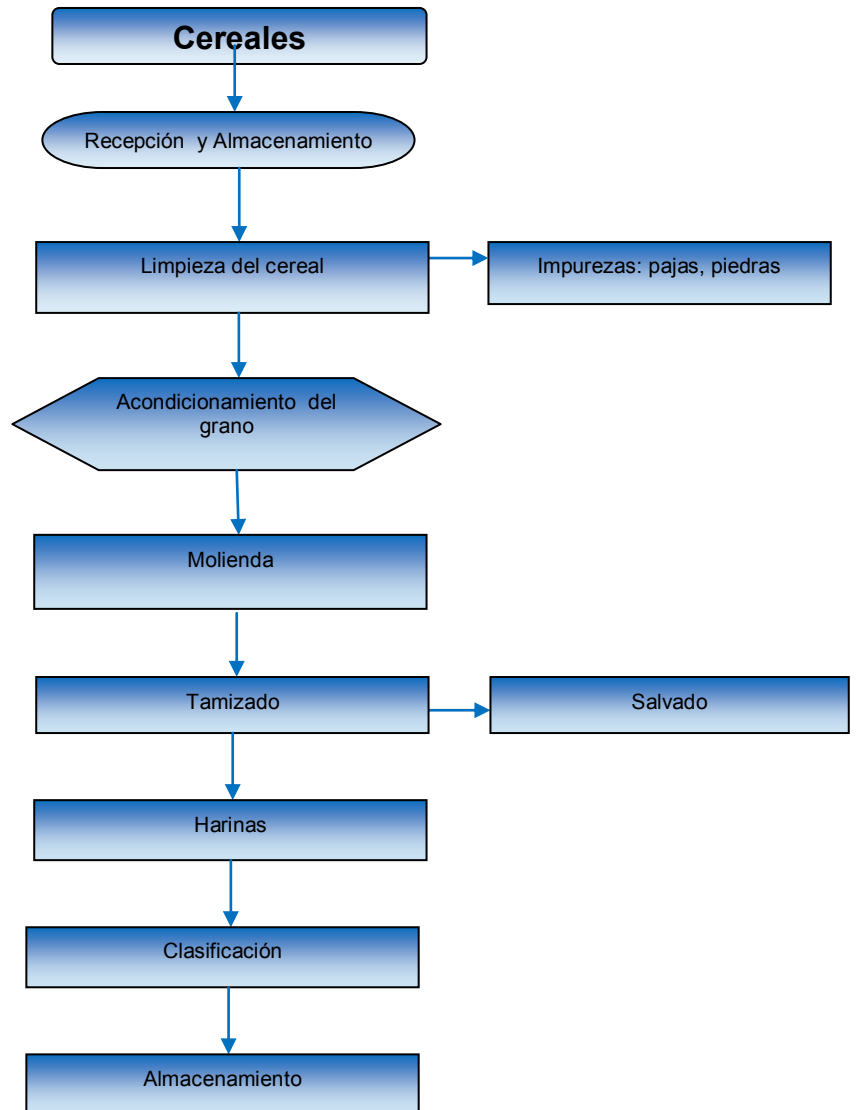
19. Hernández Marilyn -Medina; Juan Gabriel Torruco-Uco; Luis Chel-Guerrero; David Betancur- 2008 “Caracterización fisicoquímica de almidones de tubérculos cultivados en Yucatán, México” Ancona* (2008) Disponible en: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0101-20612008000300031&script=sci_arttext
20. López, E.E.⁽ⁱ⁾; Santos, L.N.⁽ⁱ⁾; Feltrinelli, Almidones nativos vs. almidones modificados: cómo diferenciarlos y clasificarlos por Resonancia Magnética Nuclear de Hidrógeno (RMN ¹H), M.INTI-Química 2004
21. Rincón, I., y Col., “Almidón De Arracacha Como ingrediente funcional para la elaboración de compotas”, Propuesta, 2009, Disponible en: www.slideshare.net/invariva/almidones
22. Fuente: Agroecuador 2010 “Quinoa Precios al productor”. Disponible en: www.agroecuador.com,quinua-precios
23. Arapa., Percy. 2007 “Composición química de la quinoa”, Disponible en: http://www.wikilearning.com/monografia/valor_nutricional_de_la_quinua-composicion_quimica_de_la_quinua/24014-4
24. Garcia, I. (2005), Gerente de Calidad marketing fabp@fapbsa.com.mx/Gelamil/
25. Fuente: AgroPanorama., 2010 Producción Mundial de Trigo Disponible en: <http://www.agropanorama.com/news/Produccion-Mundial-de-Trigo.htm>
26. Fuente: Botanical, 2010 Trigo. Disponible en: <http://www.botanical-online.com/trigo.htm2010>
27. Fuente: Cotrisa., 2010. Trigo-Internacional-Exportaciones Disponible en: <http://www.cotrisa.cl/mercado/trigo/internacional/exportadores.php>
28. Fuente: Cotrisa., 2010. Trigo-Internacional-Importadores Disponible en: <http://www.cotrisa.cl/mercado/trigo/internacional/importadores.php>
29. Fuente: Cotrisa., 2010. Maíz-Internacional-Importadores Disponible en: <http://www.cotrisa.cl/mercado/maiz/internacional/importadores.php>
30. Fuente: Cotrisa., 2010. Maíz-Internacional-Exportaciones Disponible en: <http://www.cotrisa.cl/mercado/maiz/internacional/exportadores.php>

31. Fuente: FAO., 2010. El-observatorio-del-hambre. Disponible en:<http://www.diariocritico.com/mexico/2010/Junio/noticias/211497/el-observatorio-del-hambre-de-la-fao-preve-en-este-2010-recuperacion-economica-para-america-latina.html>
32. Fuente: Eindustria 2008. El Almidón. Disponible en:http://www.eindustria.com/ar1/ar_vcdarmvcdvcd-el-almidon.htm
33. Fuente: El ciudadano 2010. Cultivo de quinua en Chimborazo Disponible, en:http://www.elciudadano.gov.ec/index.php?option=com_content&view=article&id=14589:cultivo-de-quinua-se-promociona-en-comunidades-indigenas-del-chimborazo&catid=1:actualidad&Itemid=42
34. Fuente: Productores de Quinua Bolivia 2009. Disponible en: [http://www.facebook.com/note.php?note_productores de quinua id=328224989503](http://www.facebook.com/note.php?note_productores_de_quinua_id=328224989503)
35. Fuente: FAO, 2010. Cebada. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/cebada>
36. Fuente: FAO 2010, COMPOSICION QUINIMICA Y VALOR NUTRITIVO DEL MAIZ. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/t0395s/T0395S03.htm>
37. Fuente Boyer y Shannon, 1987 Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/t0395s/T0395S03.htm>
38. Fuente: Diario Hoy 2010. Se inicia cosecha de cebada maltera Disponible en: <http://www.hoy.com.ec/noticias-ecuador/cerveceria-nacional-inicia-cosecha-de-cebada-maltera-420374.html>
39. Fuente: Diario Hoy 2010. Quintal de papa baja. Disponible en: <http://www.hoy.com.ec/noticias-ecuador/quintal-de-papa-baja-en-218-395918.html> PORTADA / Macroeconomía 2010
40. Fuente: INIAP 2010 Noticias Disponible en: http://www.iniap-ecuador.gov.ec/noticia.php?id_noticia=598
41. Fuente: MAGAP 2009-“Papa situación” Ministerio de Agricultura, Ganadería Acuacultura y Pesca del Ecuador. Disponible en:http://www.sica.gov.ec/cadenas/papa/docs/situacion_ecuador.html. Consultado: 29 jun. 2009

42. Fuente: MuscularMente®, 2006 “Nutrición. Disponible en: <http://www.muscularmente.com/cuerpo/nutricion/tablaCompleta.html>
43. Perotti, D., 2010. “Cereales en Argentina”. Disponible en: http://www.bcr.com.ar/Publicaciones/Newsletters/Cereales/castellano/cereales%202010_06_88.pdf
44. Fuente: Petryk, Norberto, E. (Chef) 2008. “Patatas”. Disponible en: <http://www.alimentacion-sana.com.ar/informaciones/chef/papas%20y%20patatas.htm>
45. Fuente: Petryk, Norberto, E. (Chef) 2010. Polisacárido Disponible en: <http://www.alimentacion-sana.com.ar/informaciones/chef/polisacrido%20.htm>
46. Fuente: FAOSTAT., 2008 “El Mundo de la Papa”. Se encuentra en: <http://www.potato2008.org/es/mundo/index.html>
47. Fuente: Quito.biz 2010 “Programa de reactivación del cultivo de cebada Disponible en: <http://www.quito.biz/entretenimiento/actualidad/37-finanzas/1364-cerveceria-nacional-inicia-el-programa-de-reactivacion-del-cultivo-de-cebada-en-ecuador>
48. Fuente: SICA, 2008 “La papa”. Disponible en: www.sica.gov.ec 2008
49. Fuente: Wikipedia, 2010 Harina. Disponible en: <http://es.wikipedia.org/wiki/Harina>
50. Fuente: Wikipedia, 2010. Hordeum vulgare. Disponible en: http://es.wikipedia.org/wiki/Hordeum_vulgare2010
51. Fuente: Wikipedia, 2010. Solanum tuberosum Disponible en: http://es.wikipedia.org/wiki/Solanum_tuberosum
52. Fuente: Wikipedia, 2010. Almidon. Disponible en: <http://es.wikipedia.org/wiki/Almid%C3%B3n2010>
53. Fuente: Zucchini., Alimentos Argentinos, 2004. Harina de trigo. Disponible en: http://www.alimentosargentinos.gov.ar/0-3/revistas/r_28/Harina_trigo.htm2004

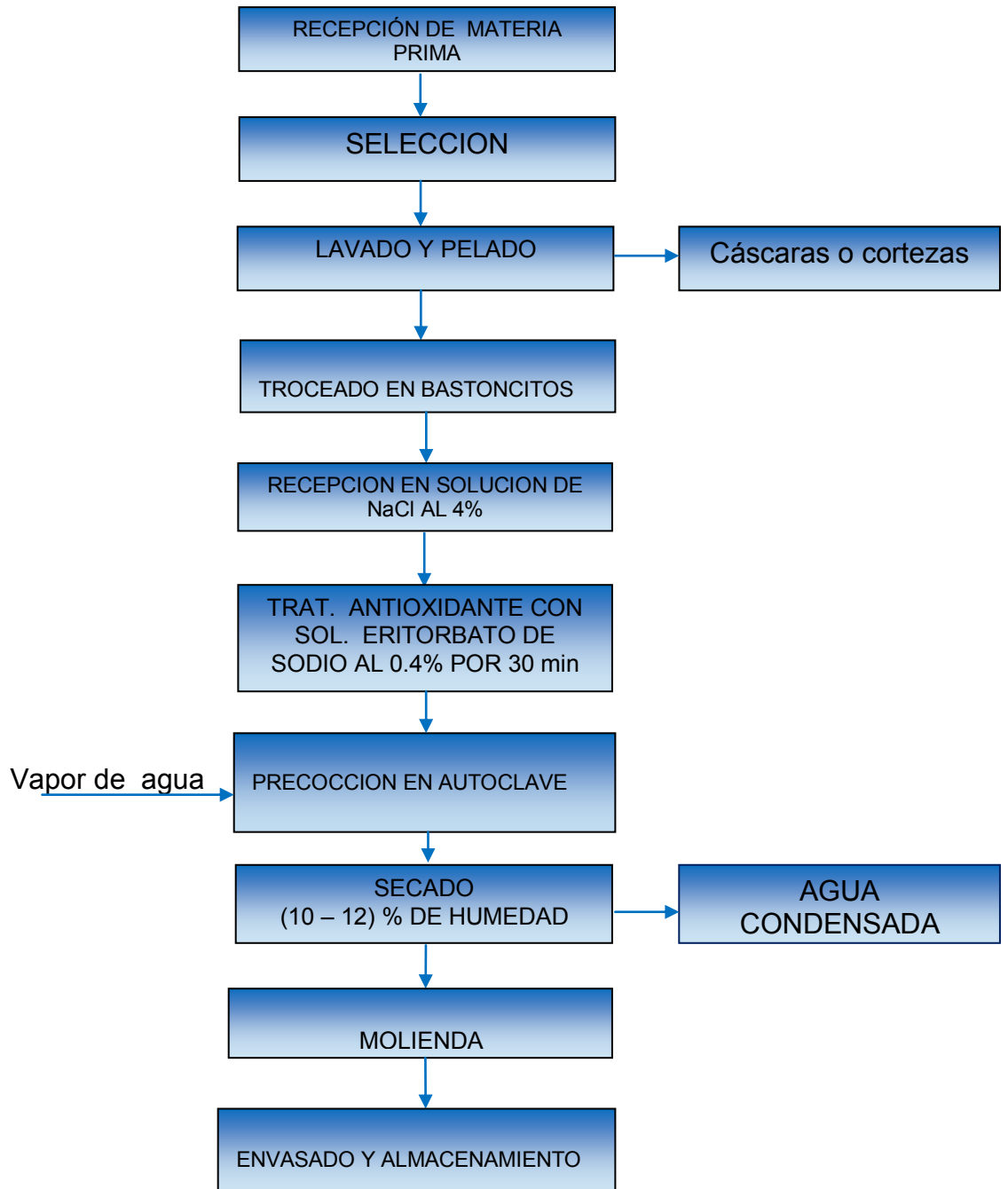
ANEXOS

ANEXO A

ANEXO A1**Diagrama de bloques del proceso para la molienda y obtención de harina de cereales: maíz, trigo, cebada y quinua**

Descripción del proceso de molienda para la obtención de harina de cereales: maíz, trigo, cebada y quinua.

1. Recepción.- Es el recibimiento de la materia prima indicando su lugar de origen
2. Limpieza.- Es el retiro de impurezas como piedras, pajas, u objetos extraños del cereal.
3. Acondicionamiento.- Se lo realiza adicionando una determinada cantidad de agua al cereal dependiendo de su contenido de humedad.
4. Molienda.- Consiste en moler el cereal viable utilizando el molino de discos hasta obtener un producto pulverulento.
5. Tamizado.- Se lo realiza en un tamizador mecánico, que consiste de varios tamices
6. Harinas.- Se realiza el cálculo de granulometría de las harinas.
7. Clasificación.- Se clasifican las harinas dependiendo su granulometría y del tipo de cereal que proviene
8. Almacenamiento.- Consiste en darle un periodo de reposo para que el gluten se recupere.

Diagrama de bloques del proceso para la obtención de harina de papa

Descripción del proceso para la obtención de harina de papa

1. Recepción.- Es el recibimiento de la materia prima indicando su lugar de origen
2. Selección.- Mediante este paso permite escoger que papas se encuentran en condiciones de ser procesadas.
3. Lavado.- Actividad en la cual se lava las papas retirando tierra e impurezas de las mismas.
4. Pelado.- Consiste en el pelado de las papas que se lo realizara en una peladora mecánica.
5. Troceado.- Permite a las papas darles un poco de uniformidad y se lo realizara en una picadora neumática.
6. Solución de NaCl.- Las papas en forma de bastoncitos serán puestas inmediatamente Sol. NaCl al 4%.
7. Tratamiento antioxidante.- Se lo da con Eritorbato de sodio a 0.4 % por 30 minutos.
8. Precocción.- Es un tratamiento térmico en autoclave a 95-100-105 °C, con tiempos de cocción de 2, 4 y 6 minutos, controlados con los termómetros incorporados en el equipo.
9. Secado.- Los bastoncitos precocidos son deshidratados en el secador de bandejas de 45 a 50 °C por 13 horas.
10. Molienda.- Consiste en que a los bastoncitos de papa secos se da una molienda preliminar en molino de martillos y a continuación, moler en molino de discos; con lo que se obtiene una granulometría de harina definitiva.
11. Almacenamiento.- Tiempo de reposo de la harina para su utilización.

ANEXO A2

Requisitos Norma INEN 517: 1980

Norma Ecuatoriana Obligatoria	HARINAS DE ORIGEN VEGETAL DETERMINACIÓN DEL TAMAÑO DE; LAS PARTÍCULAS	INEN 517 1980
<p>1. OBJETO</p> <p>1.1 Esta norma establece el método para determinar el tamaño de las partículas en las harinas de origen vegetal.</p>		
<p>2. RESUMEN</p> <p>2.1. Pasar una muestra previamente pesada a través de diferentes tamices; pesar los residuos de cada uno de ellos y expresar en porcentaje.</p>		
<p>3. INSTRUMENTAL</p> <p>3.1. Máquina vibradora de tamices. 3.2 Tamices, con aberturas equivalentes a 710 µm, 500 µm, 355 µm y otras (ver Norma INEN 154). 3.3 Tapa y plata recolector, adecuados para los tamices que puedan ser insertados fácilmente en ellos. 3.4 Pincel, de pelo suave. 3.5 Balanza analítica, sensible al 0,1 mg.</p>		
<p>4. PREPARACIÓN DE LA MUESTRA</p> <p>4.1 Las muestras para el ensayo deben estar acondicionadas en recipientes herméticos, limpios, secos (vidrio, plástico u otro material inoxidable) y completamente llenos para evitar que se formen espacios de aire. 4.2 La cantidad de muestra de la harina de origen vegetal extraída dentro de un lote determinado debe ser representativa; no debe exponerse al aire mucho tiempo y debe estar como sale de la molienda. 4.3 Se homogeniza la muestra invirtiendo varias veces el recipiente que la contiene.</p>		
<p>5. PROCEDIMIENTO</p> <p>5.1 La determinación debe efectuarse por duplicado sobre la misma muestra preparada. 5.2 Escoger los tamices que se indican en la norma específica para la harina correspondiente y colocar uno encima de otro, cuidando que queden en orden decreciente de arriba hacia abajo, con referencia al tamaño de la abertura de la malla de cada tamiz, de modo que el tamiz de mayor abertura sea colocado en la parte superior y el de menor abertura quede en el fondo, y debajo de éste colocar el plato recolector.</p>		
		(Continúa)
-1-		1980-0075

5.3 Pesar, con aproximación al 0,1 mg, 100 g de harina de cuyas partículas debe determinarse el tamaño.

5.4 Transferir la muestra al tamiz superior de la columna de tamices, poner la tapa, fijar la columna en el aparato de vibración y poner en funcionamiento durante cinco minutos, y después de este tiempo, suspender el movimiento de la máquina.

5.5 Desintegrar los aglomerados pasando suavemente el pincel contra la malla, empezando la operación por el tamiz superior, luego al inmediato inferior y así sucesivamente hasta llegar al tamiz de fondo.

5.6 Pasar cuantitativamente a una hoja de papel, previamente pesada, la fracción de la muestra retenida por cada uno de los tamices y pesar con aproximación al 0,1 g.

6. CALCULOS

6.1. El contenido de harina de origen vegetal retenido por cada uno de los tamices se calcula mediante la ecuación siguiente:

$$MR = [(m_2 - m_1) / m] \times 100$$

Siendo:

MR = masa retenida de harina, en porcentaje de masa.

m = masa de la muestra de harina, en g.

m₁ = masa del papel sin harina, en g.

m₂ = masa del papel con la fracción de harina, en g.

7. ERRORES DE MÉTODO

7.1. La diferencia entre los resultados de una determinación efectuada por duplicado no debe exceder de 0,4%; en caso contrario, debe repetirse la determinación.

8. INFORME DE RESULTADOS

8.1. Como resultado final, debe reportarse la media aritmética de los resultados de la determinación.

8.2 En el informe de resultados, deben indicarse el método usado y el resultado obtenido. Debe mencionarse, además, cualquier condición no especificada en esta norma o considerada como opcional, así como cualquier circunstancia que pueda haber influido sobre el resultado.

8.3 Deben incluirse todos los detalles necesarios para la completa identificación de la muestra.

APÉNDICE Z

Z.1. NORMAS A CONSULTAR

INEN Í54 *Tamices de ensayo. Tamaños nominales de las aberturas.*

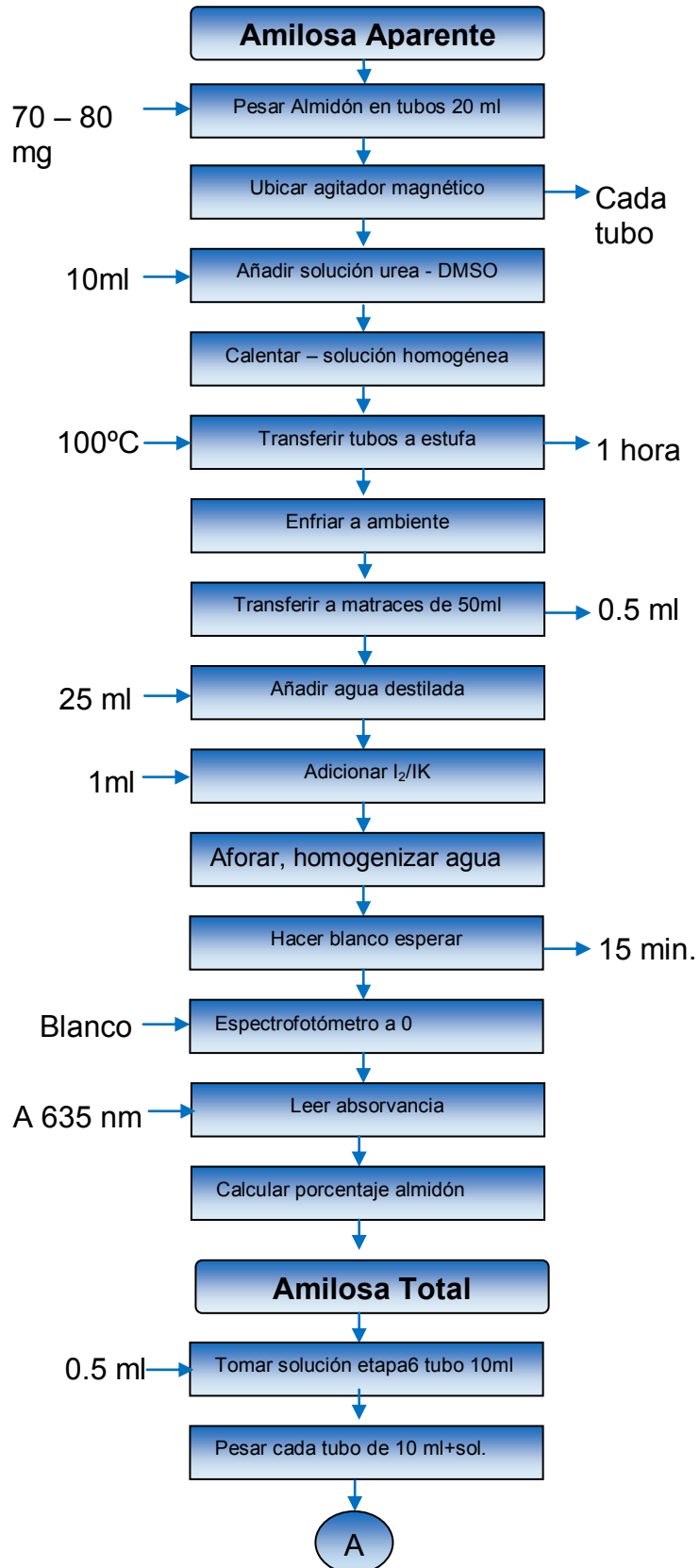
Z.2 BASES DE ESTUDIO

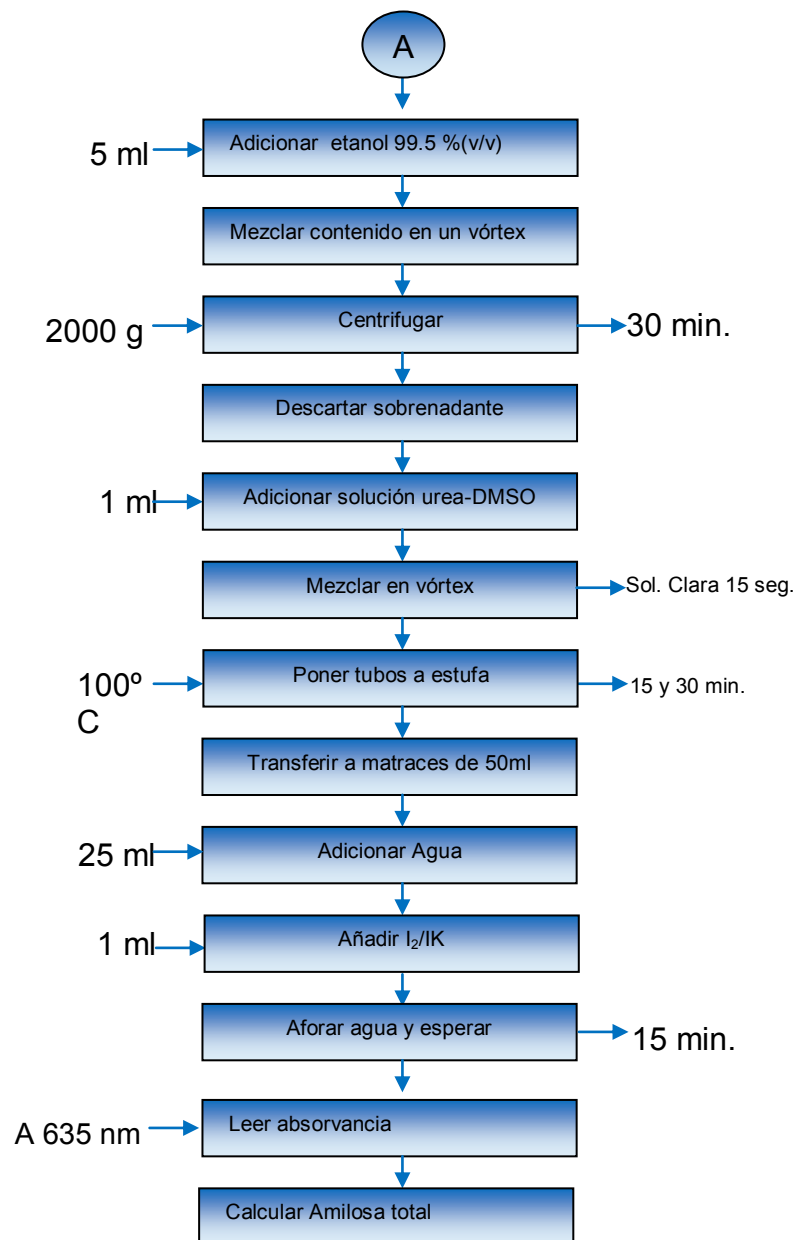
Norma Centroamericana ICAITi 34 086 h 9. *Harinas de origen vegetal. Determinación del tamaño de las partículas.* Instituto Centroamericano de Investigación y Tecnología Industrial. Guatemala, 1974.

Norma Hindú IS: 4706. *Method of Test for Edible Starches,* Indian Standards Institution. Nueva Delhi, 1968.

ANEXO A3

Diagrama de bloques del proceso para la determinación de Amilosa Aparente y Total





Descripción del método para determinación del contenido de amilosa aparente y total.

1. Pesar entre 70-80 mg de almidón en tubos de 20 ml.
2. Poner un agitador magnético en cada tubo.
3. Añadir 10 ml de la solución urea – DMSO.
4. Poner la suspensión en una plancha de calentamiento con agitación hasta que la solución este homogénea.
5. Transferir los tubos a una estufa a 100 °C por una hora.
6. Sacar los tubos de la estufa y dejarlos enfriar al ambiente.
7. Tomar 0.5 ml de la solución y transferirla a matraces de 50ml.
8. Añadir agua destilada en cada matraz, aproximadamente 25 ml de agua.
9. Adicionar 1 ml de solución I₂/IK en cada matraz.
10. Aforar los matraces con agua destilada y mezclar la solución hasta que este homogénea.
11. Hacer un blanco con agua destilada y esperar 15 min hasta que todas las muestras se estabilicen.
12. Ajustar a cero el espectrofotómetro con el blanco.
13. Leer la absorvancia 635 nm.
14. Calcular el valor azul.
15. Calcular el porcentaje de amilosa aparente. El porcentaje de amilosa encontrado corresponde a la amilosa aparente presente en el almidón.

CONTENDO DE AMILOSA TOTAL

1. Para encontrar el contenido de amilosa total proceda de la siguiente manera:
2. Tomar 0.5 ml de la solución indicada en el punto 6, transferirla a un tubo de capacidad 10 ml y tomar el peso de la solución.
3. Adicionar 5 ml de etanol 99.5 % (v/v) para remover los lípidos.
4. Mezclar el contenido del tubo en un vórtex.

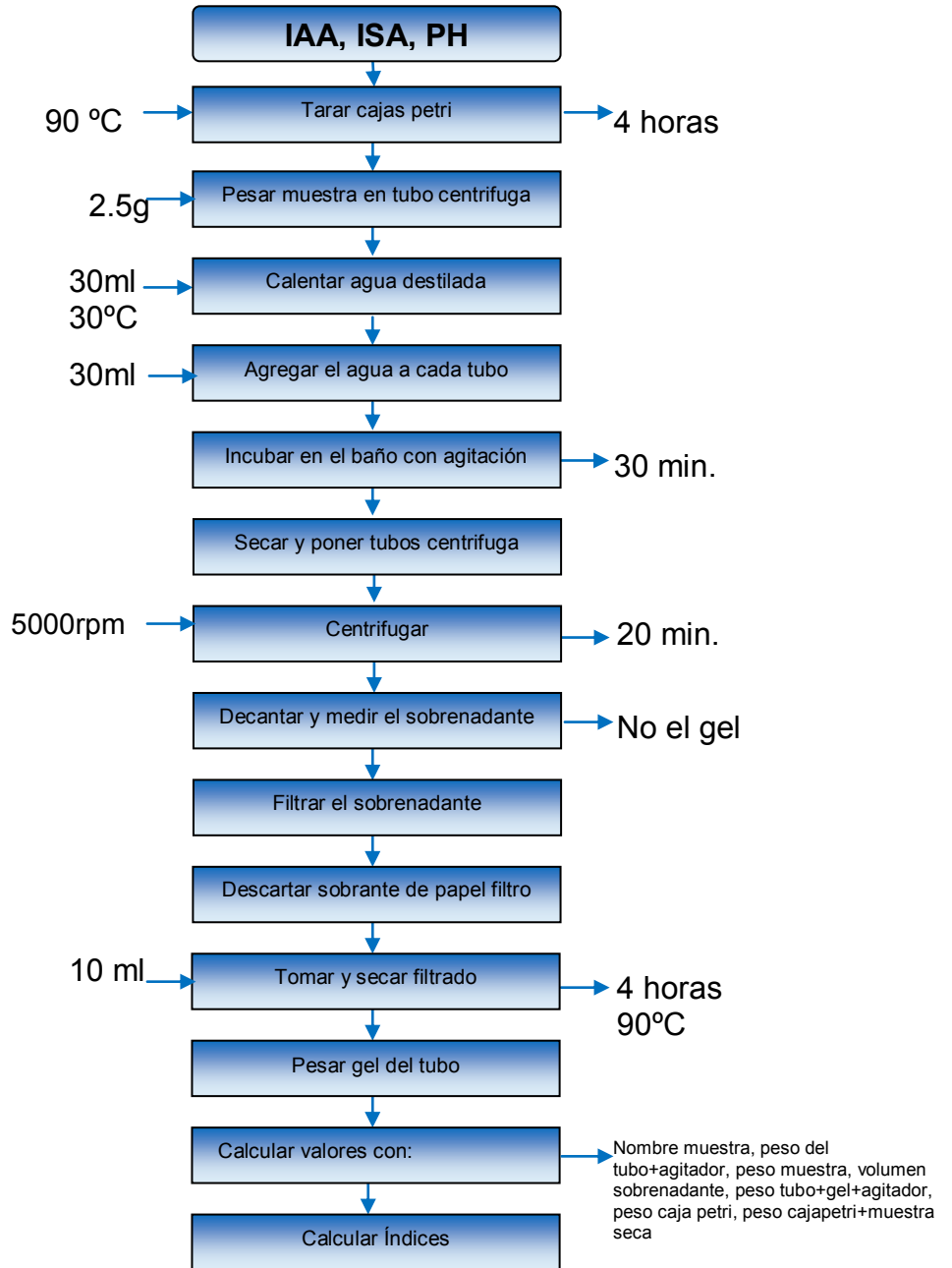
5. Centrifugar a 2000 g por 30 minutos.
6. Descartar el sobrenadante
7. Adicionar 1 ml de solución urea – DMSO
8. Mezclar en un vórtex. Una solución clara se obtendrá en los próximos 10 segundos.
9. Poner los tubos en una estufa a 100°C entre 15 y 30 minutos.
10. Transferir el contenido a matraces de 50 ml.
11. Adicionar agua, aproximadamente 25 ml.
12. Añadir 1 ml de I₂/IK
13. Aforar con agua destilada, mezclar la solución y esperar 15 minutos.
14. Leer la absorbancia a 635 nm.
15. Calcular el valor azul y el contenido de amilosa total.

$$\text{Valor Azul} = \frac{\text{Absorbancia} * 100}{2 * \text{g solución} * \text{mg almidón}} \quad \text{Ecuación 1}$$

$$\text{Porcentaje de amilosa} = 28.414 * \text{Valor Azul} - 6.218 \quad \text{Ecuación 2}$$

ANEXO A4

Diagrama de bloques del proceso para la determinación de Índice de Absorción de Agua, Índice de solubilidad, Poder de hinchamiento



Elaboración: Luis Lescano, 2010

Descripción del método para determinación del índice de absorción de agua, solubilidad y poder de hinchamiento.

1. Tarar las cajas petri a 90 °C por 4 horas o a 75 por 12 horas.
2. Pesar 2.5 g. de muestra en un tubo de centrifuga que contiene un agitador magnético. Realizar análisis por duplicado.
3. Mientras se pesa las muestras, calentar 30 ml de agua destilada, a 30 °C y también tener el baño a temperatura controlada de 30 °C.
4. Agregar 30 ml de agua a cada tubo, y agitar bien en el equipo de agitación. En lo posible debe evitarse utilizar una varilla de vidrio.
5. Incubar en el baño con agitación durante 30 minutos.
6. Secar bien los tubos y ponerlos en la centrifuga.
7. Centrifugar a 5000 RPM durante 20 minutos.
8. Después de centrifugar se deben tener separados el gel y el sobrenadante. Si no es así, centrifugar por 10 minutos más a 6000 RPM.
9. Decantar el sobrenadante en un tubo de centrifuga graduado y medir el volumen. No descartar el gel del tubo.
10. Filtrar el sobrenadante
11. Descartar lo que queda en el papel filtro.
12. Tomar 10 ml del filtrado y secar por cuatro horas a 90 °C en las cajas petri.
13. Pesar el gel que quedo en el tubo.
14. En el caso de que no se haya separado el sobrenadante, pesar todo lo que queda en el tubo.
15. Registrar los siguientes valores: Nombre de la muestra, peso del tubo can agitador, peso de la muestra, volumen del sobrenadante, peso del tubo con el gel y agitador,

peso de la caja petri tarada, peso de la caja petri con la muestra seca.

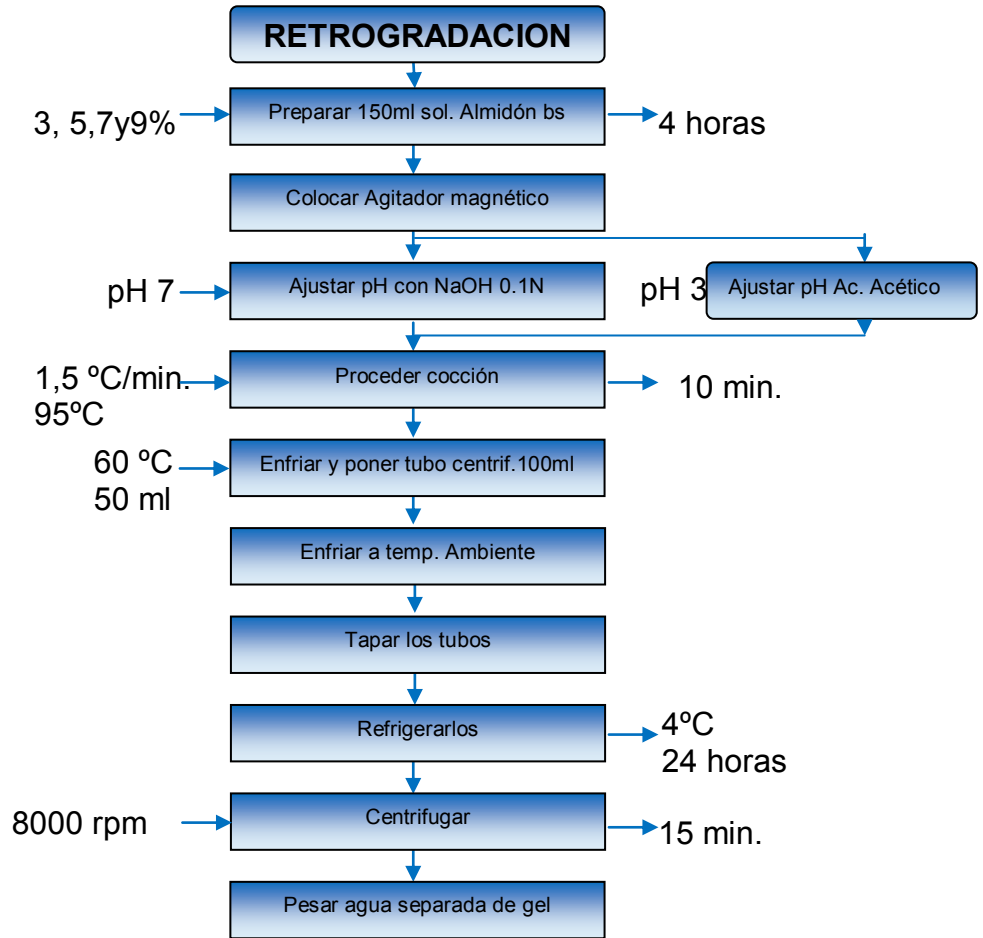
$$IAA = \frac{\text{Peso del gel (g)}}{\text{Peso de la muestra (g)}} \text{ Ecuación 3}$$

$$ISA = \frac{\text{Peso del gel}}{\text{Peso muestra (g)}} \text{ Ecuación 4}$$

$$PH = \frac{\text{Peso del gel}}{\text{Peso de la muestra} - \text{peso de solubles}} \text{ Ecuación 5}$$

ANEXO A5

Diagrama de bloques del proceso para la determinación de Retrogradación



Descripción del método para determinación de Retrogradación

1. En un vaso de precipitación de 250ml, preparar 150ml de una suspensión de almidón a diferentes concentraciones (3, 5, 7 y 9%) calculados en base seca.
2. Colocar un agitador magnético en el tubo, y ajustar el pH a 7.0 con NaOH 0.1 N con la ayuda de un potenciómetro.
3. Proceder a la cocción de la suspensión colocándola sobre una placa de calentamiento y agitación magnética graduada de manera que permita una velocidad de calentamiento de 1.5 °C / min., hasta que alcance 95 °C y se mantiene esta temperatura durante 10 minutos.
4. Enfriar hasta 60 °C y transferir porciones de 50 ml a tubos de centrifuga de 100 ml.
5. Enfriar hasta temperatura ambiente, tapar los tubos y almacenarlos en refrigeración a 4 °C por 24 horas.
6. Transcurrido el tiempo, centrifugar a 8000 RPM durante 15 min. Y pesar el agua separada del gel.
7. En caso de que la retrogradación quiera ser evaluada en condiciones ácidas, el pH de la suspensión se ajusta a 3.0 con ácido acético y se procesa de la misma manera que las otras muestras.

ANEXO A6

-Requisitos Ensayos de panificación. Norma INEN 530:1980-12

CDU 664.641



AL 02.02-314

Norma Ecuatoriana	HARINA DE TRIGO ENSAYO DE PANIFICACION	INEN 530 1980-12
<p>1. OBJETO</p> <p>1.1 Esta norma establece los métodos para determinar las características de panificación de la harina de trigo.</p> <p style="text-align: center;">2. ALCANCE</p> <p>2.1 En esta norma se describen el método manual, el método de referencia y la capacidad de absorción de agua en la harina de trigo para el ensayo de panificación.</p> <p style="text-align: center;">3. TERMINOLOGIA</p> <p>3.1 Calidad del pan. Es el conjunto de condiciones que debe reunir el pan elaborado con harina de trigo panificable, como: peso, volumen, corteza, apariencia, simetría, color de la miga, textura de la miga y grano de la miga, expresado en unidades de una escala centesimal, en la que el valor 100 corresponde a la calidad óptima.</p> <p>3.2 Absorción de agua. Es la cantidad de agua necesaria, expresada en porcentaje del peso de la harina, para obtener una masa de consistencia adecuada.</p> <p>3.3 Rendimiento en pan. Es el peso del pan en gramos, correspondiente a 100 g de harina, obtenido por pesada efectuada una hora después de la salida del pan del horno.</p> <p>3.4 Volumen del pan. Es el volumen desalojado por el pan expresado en cm³. Se relaciona con la panificación de 100 g de harina.</p> <p>3.5 Textura de la miga. Es el grado de elasticidad o blandura y se determina enteramente con el sentido del tacto. Los dedos se oprimen ligeramente contra la superficie de un pedazo de pan cortado y se hacen deslizar sobre ella. La sensación producida por esta operación puede describirse como suave, elástica, áspera, tosca, desmenuzable, según el caso.</p> <p>3.6 Grano de la miga. La porosidad o estructura de la celdilla de gas está constituida por el tamaño, forma y distribución de ésta. Un grano deseable está compuesto por celdas pequeñas de tamaño uniforme, de forma oval y de paredes delgadas.</p> <p>3.7 Apariencia. Aspecto exterior del pan.</p> <p>3.8 Color. Característica peculiar del pan producida por la luz reflejada sobre éste y que impresiona a la vista.</p>		
(Continúa)		

Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN, Casilla 3999, Baquerizo 454, Quito Ecuador—Prohibida la reproducción

4. METODO MANUAL

4.1 Instrumental.

4.1.1 *Termómetro* para masas, con escala de 15 a 40°C.

4.1.2 *Termómetro* para el horno, con escala de 100 a 260°C.

4.1.3 *Recipientes de aluminio*, para la masa en fermentación.

4.1.4 *Molde para panificación estañado*, de acuerdo con lo indicado en la Figura 1.

4.1.5 *Horno de panadería*, con temperatura de $210 \pm 5^\circ\text{C}$.

4.1.6 *Aparato para medición de volumen de los panes, por desplazamiento de semillas.* (Panvolumenómetro).

4.1.7 *Aparato para medición de altura de los panes* (puede ser simplemente una regla).

4.1.8 *Balanza*, sensible al 0,1 mg.

4.1.9 *Amasadora eléctrica con control de golpes*,

4.1.10 *Espátulas.*

4.1.11 *Probeta* de 1 000 cm³.

4.2 Reactivos.

4.2.1 *Harina de trigo*, 500 g.

4.2.2 *Levadura prensada*, 15 g.

4.2.3 *Sal*, 10 g.

4.2.4 *Azúcar*, 15 g.

4.2.5 *Grasa*, 10 g.

4.2.6 *Agua potable.*

4.3 Procedimiento.

4.3.1 Colocar los 500 g de harina sobre una mesa o en un amasador.

4.3.2 Mezclar en un recipiente adecuado la levadura y el azúcar y disolverlos en 100 cm³ de agua.

(Continúa)

4.3.3 En recipiente aparte disolver la sal en 100 cm³ de agua.

4.3.4 Calentar separadamente la mezcla 4.3.2 y la solución salina 4.3.3 para disolver los ingredientes hasta una temperatura de 28 ± 5°C.

4.3.5 Agregar a la harina primeramente la mezcla 4.3.2 y luego la solución 4.3.3. Añadir luego, poco a poco, el agua necesaria para alcanzar una masa de consistencia adecuada. Debe anotarse la cantidad total de agua utilizada, incluyendo las empleadas en 4.3.2 y 4.3.3; ésta será la capacidad de absorción de agua.

4.3.6 En condiciones asépticas, amasar a mano la masa formada, hasta alcanzar una masa de características satisfactorias. Esta operación no debe durar menos de seis minutos. Dos minutos antes de terminar el amasado agregar los 10 g de grasa.

4.3.7 La temperatura del agua, ingredientes y recipientes debe ser tal que la temperatura final de la masa sea de 28 ± 5°C.

4.3.8 Redondear la masa con la mano y colocar en un recipiente, que debe estar situado en un lugar cuya temperatura sea la más cercana a 30°C y cuya humedad relativa sea la más elevada posible (63⁰/o); para obtener esta humedad puede recubrirse el recipiente con una tela húmeda y limpia. Dejar fermentar la masa durante 100 minutos.

4.3.9 Amasar nuevamente a mano por un tiempo de 2 minutos y nuevamente redondear la masa, colocar en el recipiente y dejar fermentar por un tiempo de 25 minutos más, en condiciones iguales a las anotadas en 4.3.8.

4.3.10 Remover la masa del recipiente, desgasificar nuevamente y pesar. Dividir la masa en cinco porciones del mismo peso. Cada una de estas porciones se aplana con las manos hasta formar un hojaldre grueso (0,5 - 1 cm). Estas porciones de masa se enrollan a mano y se colocan en los moldes, previamente engrasados, procurando que la unión quede hacia la parte inferior. Colocar los moldes en un lugar cuyas condiciones sean similares a las indicadas en 4.3.8 y dejar fermentar durante un tiempo de 60 minutos.

4.3.11 Hornear la masa a una temperatura de 210 ± 5°C por un tiempo de 25 minutos. A los 5 minutos de retirado del horno, debe sacarse el pan del molde.

4.4 Cálculo.

Absorción. Es el valor obtenido según 4.5.3 y se calcula mediante la ecuación siguiente:

$$A = W - (100 - p)$$

Siendo:

- A = porcentaje de absorción del agua.
- W = cm³ del agua total añadida.
- p = masa de la harina

(Continúa)

4.4.1 *Peso.* Después de una hora de retirado el pan del horno, pesarlo.

4.4.2 *Volumen.* Para determinar el volumen del pan debe usarse el aparato Panvolumenómetro; si no se dispone de éste, debe enrasarse con semillas (de nabo u otras semillas en tamaño y forma iguales) un recipiente adecuado, por ejemplo un balde pequeño. Enseguida se retira gran parte de estas semillas, se coloca dentro del recipiente el pan cuyo volumen debe determinarse y se recubre con las semillas, hasta volver a llenar por completo el recipiente. Se mide el volumen de las semillas desplazadas o no utilizadas por medio de una probeta, siendo éste el volumen del pan.

4.4.2.1 Deben promediarse los volúmenes de los cinco panes obtenidos en cada ensayo de panificación. Si la máxima diferencia de volúmenes de dos panes excede de 100 cm^3 , debe realizarse un segundo ensayo.

4.5 *Características externas e internas.* Antes de las 24 horas de haberse obtenido el pan y por medio de puntaje se determinan las características del pan, al que se le asigna los valores indicados a continuación:

4.5.1 *Color de la corteza.*

Dorado	15 puntos
Pálido	10 puntos
Muy pálido	5 puntos
Oscuro	0 puntos

4.5.2 *Apariencia y simetría.*

Muy bueno	15 puntos
Bueno	10 puntos
Regular	5 puntos
Malo	0 puntos

4.5.3 *Sabor.*

Muy agradable	10 puntos
Agradable	5 puntos
Desagradable	0 puntos

4.5.4 *Color de la miga.*

Blanco	10 puntos
Crema	5 puntos
Gris	0 puntos

4.5.5 *Textura de la miga.*

Muy buena	30 puntos
Buena	20 puntos
Regular	10 puntos
Mala	0 puntos

4.5.6 *Grano de la miga.* De acuerdo con el tamaño, forma y distribución de los poros o estructuras de las celdillas de gas, será:

Bueno	20 puntos
Regular	10 puntos
Malo	0 puntos

4.5.7 Un pan ideal reúne un puntaje máximo de 100 puntos.

4.5.8 Debe promediarse los valores de calificación de los cinco panes obtenidos en cada ensayo. Las calificaciones promedio de dos ensayos no deberán diferir en más de 1 punto.

4.5.9 El puntaje de aceptación debe alcanzar un mínimo de 50 puntos.

5. METODO DE REFERENCIA

5.1 Instrumental.

5.1.1 *Farinógrafo de Brabender.*

5.1.2 *Mezclador planetario.*

5.1.3 *Termómetro para masas, con escala de 15 a 40°C.*

5.1.4 *Termómetro para el horno, con escala de 100 a 260°C.*

5.1.5 *Recipientes de aluminio para las masas en fermentación.*

5.1.6 *Cámaras de fermentación y de reposo, capaces de mantener una temperatura de $30 \pm 0,5^\circ\text{C}$ y una humedad relativa superior a 75%.*

5.1.7 *Boleador.*

5.1.8 *Moldeador mono universal o su equivalente.*

5.1.9 *Moldes para panificación, con las dimensiones siguientes: base de 6 cm por 12,5 cm; parte superior 7,5 cm por 14 cm y una altura aproximada de 6 cm.*

5.1.10 *Horno rotatorio de laboratorio, capaz de mantener una temperatura de $210 \pm 5^\circ\text{C}$.*

5.1.11 *Medidor del volumen de los panes, por desplazamiento de semillas, (panvolumenómetro).*

5.1.12 *Vitrina para almacenar panes, una vez pesados y medidos.*

5.1.13 *Cucharones, espátulas, buretas, vasos de precipitación.*

(Continúa)

5.1.14 *Balanza*, sensible al 0,1 g.

5.2 Reactivos.

5.2.1 *Levadura*. Disolver 12 g de levadura en agua corriente y completar a 100 cm³. Esta solución debe prepararse antes de utilizarla.

5.2.2 *Grasa* 2 g.

5.2.3 *Harina de trigo* en substancia seca (ver Tabla 1).

5.2.4 *Solución de azúcar y sal*. Disolver 12 g de azúcar y 8 g de sal en agua y completar a 100 cm³.

5.2.5 *Agua*.

5.3 Procedimiento.

5.3.1 La harina de trigo se panifica dos veces en días diferentes, siguiendo el procedimiento siguiente:

5.3.1.1 Pesar 43 g de harina seca (ver Tabla 1), 1,5 g de levadura, 1 g de sal, 1 g de manteca y colocar en la mezcladora del Farinógrafo de Brabender. Añadir agua hasta obtener una consistencia de 430 unidades de Brabender. Leer directamente el porcentaje de absorción en la bureta del Farinógrafo.

5.3.1.2 La temperatura de las soluciones con los ingredientes de la harina y los recipientes deben ser tales que la temperatura final de la masa sea de 28°C.

5.3.2 Por otra parte, colocar en el mezclador una cantidad de harina correspondiente a 86 g en substancia seca (ver Tabla 1), agregar 25 cm³ de la suspensión de levadura (ver 5.2.1), 25 cm³ de la solución de azúcar-sal y agua de acuerdo a lo determinado en 5.3.1.1. Mezclar a velocidad baja durante 10 minutos. Un minuto y medio antes de terminar la mezcla, agregar 2 g de manteca.

5.3.3 Remover la masa del recipiente del mezclador y colocar en el boleador. Retirar la masa una vez que el plato del boleador haya completado 20 revoluciones y colocar en el recipiente de fermentación y éste en la cámara de fermentación. Dejar fermentar por 100 minutos a una temperatura de 30 ± 0,5°C y una humedad relativa superior a 75%. Volver a mezclar a velocidad intermedia durante un minuto. Dejar fermentar por otros 25 minutos en las mismas condiciones.

5.3.4 Pasar la masa por el moldeador, usado como cilindrados, dos veces: la primera con una abertura de 0,793 cm y la segunda con una de 0,476 cm. Dividir la masa en porciones correspondientes a 86 g de harina en substancia seca. Pasar por el moldeador, que debe graduarse de acuerdo con la cantidad de masa que se va a moldear, y colocar en el molde con la unión hacia abajo. Colocar el molde en la cámara de reposo a 30 ± 0,5°C y una humedad relativa superior a 75%.

5.3.5 Dejar fermentar la masa en el molde durante una hora.

(Continúa)

5.3.6 Horneare la masa durante 25 minutos a una temperatura de $210 \pm 5^{\circ}\text{C}$. Antes de cada horneado de ensayo, se debe hornear una serie de panes (no de ensayo), para uniformar las condiciones del horno. A los 5 minutos de retirado del horno, sacar el pan del molde.

5.4 Cálculos.

5.4.1 *Absorción*. La absorción es el valor obtenido directo en 5.3.1.1.

5.4.2 *Peso y volumen*. Después de una hora de retirado el pan del horno, se pesa y se determina el volumen como se anota en 4.4.2.

5.4.3 Deben promediarse los resultados de los ensayos de panificación. Si los volúmenes de los dos ensayos difieren en más de 100 cm^3 , debe realizarse un tercer ensayo.

5.4.4 *Características externas e internas*. Serán determinadas de acuerdo al numeral 4.5 de esta norma.

6. ERRORES DE METODO

6.1 *Para el método manual*. La diferencia entre los resultados de la calificación efectuada en 5 panes no debe diferir en más de 10 puntos.

6.2 *Para el método de referencia*. Si la diferencia entre los resultados de la calificación efectuada por duplicado en los ensayos de volúmenes difiere en más de 100 cm^3 , debe realizarse otra determinación.

7. INFORME DE RESULTADOS

7.1 Como resultado final, debe reportarse la media aritmética de los ensayos obtenidos en la determinación.

7.2 En el informe de resultados, deben indicarse el método usado y el resultado obtenido. Debe mencionarse, además, cualquier condición no especificada en esta norma o considerada como opcional, así como cualquier circunstancia que pueda haber influido sobre el resultado.

7.3 Deben incluirse todos los detalles necesarios para la completa identificación de la muestra.

(Continúa)

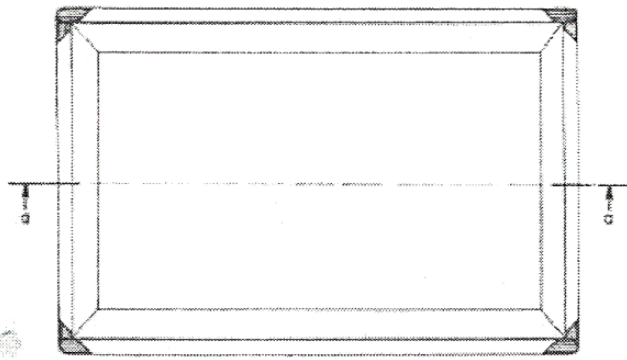
TABLA 1

Cifras Decimales	Porcentaje de Humedad							
	10	11	12	13	14	15	16	17
0,00	95,56	93,63	97,73	98,85	100,00	101,18	102,38	103,62
0,05	95,61	96,69	97,79	98,91	100,06	101,24	102,44	103,68
0,10	95,66	96,74	97,84	98,97	100,12	101,30	102,51	103,74
0,15	95,72	96,79	97,90	99,02	100,18	101,36	102,57	103,80
0,20	95,77	96,85	97,95	99,08	100,24	101,42	102,63	103,87
0,25	95,82	96,90	98,01	99,14	100,29	101,48	102,69	103,93
0,30	95,88	96,06	98,06	99,20	100,35	101,54	102,75	103,99
0,35	95,93	97,01	98,12	99,25	100,41	101,60	102,81	104,06
0,40	95,98	97,07	98,18	99,31	100,47	101,66	102,87	104,12
0,45	96,04	97,12	98,23	99,37	100,53	101,72	102,93	104,18
0,50	96,09	97,16	98,29	99,42	100,59	101,78	103,00	104,24
0,55	96,15	97,23	98,34	99,48	100,65	101,84	103,06	104,31
0,60	96,20	97,29	98,40	99,54	100,71	101,90	103,12	104,37
0,65	96,25	97,34	98,46	99,50	100,76	101,96	103,18	104,43
0,70	96,31	97,40	98,51	99,65	100,82	102,02	103,24	104,50
0,75	96,36	97,45	98,57	99,71	100,88	102,08	103,31	104,55
0,80	96,42	97,51	98,63	99,77	100,94	102,14	103,37	104,63
0,85	96,47	97,56	98,68	99,83	101,00	102,20	103,43	104,69
0,90	96,52	97,62	98,74	99,89	101,06	102,26	103,49	104,75
0,95	96,58	97,67	98,80	99,94	101,12	102,32	103,55	104,82

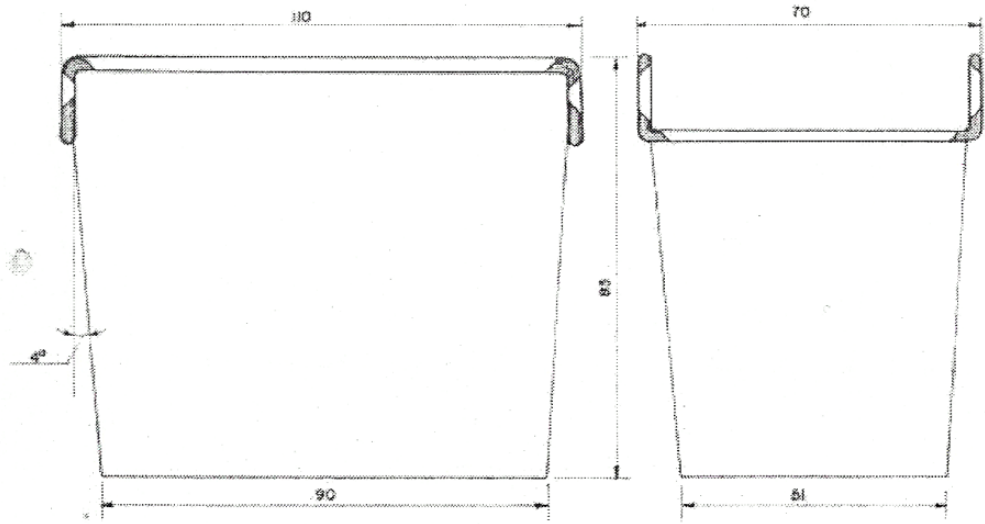
EJEMPLO: Para harina con un contenido de humedad de 12,40%, se toman 98,18 g de harina

Se pueden utilizar múltiplos de las cantidades indicadas en 5.3.2.

(Continúa)



Vista Superior

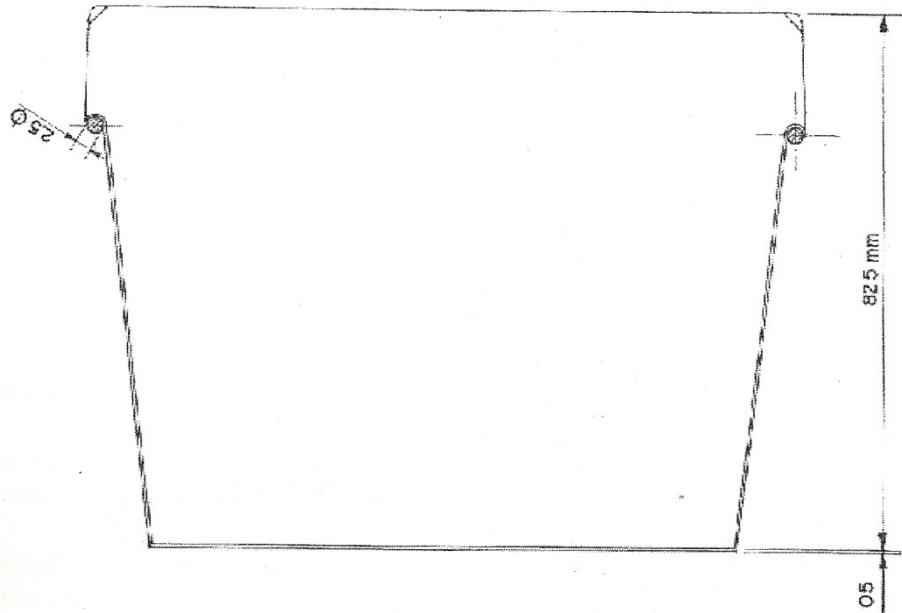


Vista Frontal

Vista Lateral

Molde para panificación (Español).

Figura Nº 1



Corte ad'

Molde para panificación (Estadño)

Figura Nº1

(Continúa)

APENDICE Z

Z.1 NORMAS A CONSULTAR

Esta Norma no requiere de otras para su aplicación.

Z.2 BASES DE ESTUDIO

Seminario de Panificación. Universidad Técnica del Estado. *Escuela Tecnológica Great Plains Wheat*. Santiago, 1977.

Escuela Politécnica. Ministerio de Agricultura y Ganadería. *Utilización de la harina de papa en panificación. Pruebas de panificación*. Boletín Técnico No. 7, 1974.

Escuela Politécnica Nacional. *Ensayos farinológicos y de panificación con harinas compuestas*. Boletín Técnico No. 5. Quito, 1973.

Norma Colombiana ICONTEC 310. *Ensayo de panificación de la harina de trigo. Método de referencia*. Instituto Colombiano de Normas Técnicas. Bogotá, 1969.

Norma Venezolana NORVEN 218 P. *Harina de trigo, Métodos de análisis. Volumen y prueba experimental de panificación*. Comisión Venezolana de Normas Industriales. Caracas, 1965.

Norma Colombiana ICONTEC 291. *Ensayo de panificación de la harina de trigo. Método manual*. Instituto Colombiano de Normas Técnicas. Bogotá, 1969.

Norma Chilena INDITECNOR 23-23 d. *Calidad de la Harina Panadera de trigo*. Instituto Nacional de Investigaciones Tecnológicas y Normalización. Chile, 1965.

Winton A. L. y Winton K.B. *Análisis de alimentos*. Reverté 2da., edición, pp 556. Barcelona, Buenos Aires, 1958.

AACC. Method 10-10 Pag. 1 de 7. *Baking quality of wheat bread flour straight-dough method*. American Association of cereal chemists aproved methods. Published by American Association of Cereal Chemist Inc. 1821 University Avenue St. Paul, Minesota. 55104 U.S.A.

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

Documento: TÍTULO: HARINAS DE TRIGO. ENSAYO DE PANIFICACION Código: AL 02.02-314
 NTE INEN 530

ORIGINAL: Fecha de iniciación del estudio:	REVISION: Fecha de aprobación anterior por Consejo Directivo Oficialización por Acuerdo No. de publicado en el Registro Oficial No. de
--	---

Fecha de iniciación del estudio:

Fechas de consulta pública: de 1978-04-25 a 1978-06-09

Subcomité Técnico: AL 02.02, HARINAS DE ORIGEN VEGETAL

Fecha de iniciación: Fecha de aprobación: 1979-06-20

Integrantes del Subcomité Técnico:

NOMBRES:

Sr. Patricio Hidalgo
 Sr. Godifrey Berry
 Sr. Gustavo Negrete
 Dra. Marlene de San Lucas
 Sr. Pedro Novillo
 Ing. Edgar Alvarado
 Ing. Poema Jiménez
 Sr. Rafael Clavijo
 Ing. César Cáceres
 Sr. Wilfrido Llaguno
 Ing. Jaime Gallegos
 Ing. Peter Alter
 Dr. Luis Vallejo
 Ing. Washington Moreno

Srta. Lourdes Chamarro
 Sr. José Bueno
 Dra. Iclea de Rodríguez
 Sr. Rafael Aguirre
 Ing. Iván Navarrete
 Lic. María Eugenia de Mora
 Dra. Leonor Orozco

INSTITUCIÓN REPRESENTADA:

MOLINEROS DE LA SIERRA
 INDUSTRIAL MOLINERA C.A.
 INDUSTRIAL MOLINERA C.A.
 INDUSTRIAL MOLINERA C.A.
 MICEI
 MICEI
 MICEI (Guayaquil)
 CENDES
 MAG
 MAG (Guayaquil)
 MAG
 FAO
 INSTITUTO NAC. DE NUTRICION
 INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
 TECNOLOGICAS (Guayaquil)
 ESCUELA POLITECNICA NACIONAL
 MOLINOS POULTIER
 INSTITUTO IZQUIETA PEREZ
 INEN
 INEN
 INEN
 INEN

Otros trámites: ♦ Esta norma sin ningún cambio en su contenido fue **DESREGULARIZADA**, pasando de **OBLIGATORIA a VOLUNTARIA**, según Resolución de Consejo Directivo de 1998-01-08 y oficializada mediante Acuerdo Ministerial No. 235 de 1998-05-04 publicado en el Registro Oficial No. 321 del 1998-05-20

El Consejo Directivo del INEN aprobó este proyecto de norma en sesión de 1980-12-11

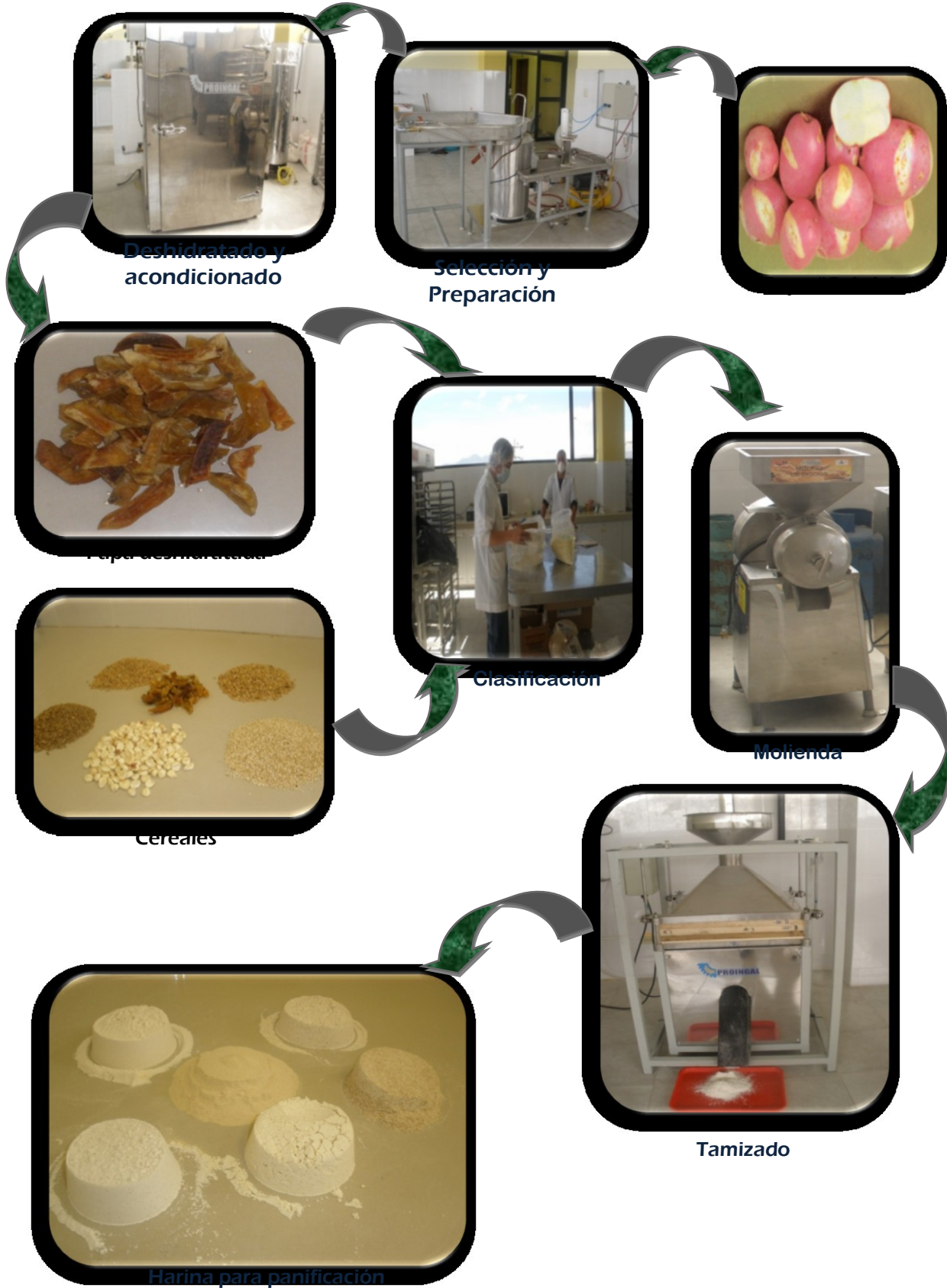
Oficializada como: Obligatoria
 Registro Oficial No. 418 del 1981-04-13

Por Acuerdo Ministerial No. 220 del 1981-03-04

ANEXO B

Fotografías

Esquema para la obtención de harina



Obtención de almidones



Sedimentación de almidón



Almidón de diferentes cereales

Determinación de amilosa



Preparación de solventes



Calentamiento, almidón con los solventes



Agitación de la mezcla



Amilosa Aparente

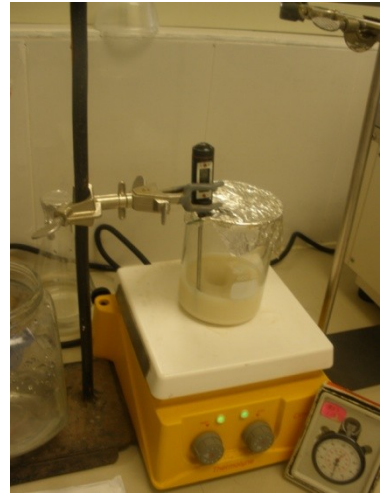


Amilosa Total

Retrogradación



Mezcla de ingredientes



Agitación y control de
Tiempo – Temperatura



Retrogradación día 0, trigo
importado



Retrogradación día 2, trigo
importado



Retrogradación día 2, trigo
nacional