



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**



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



**“EVALUACIÓN FÍSICOQUÍMICA Y NUTRICIONAL DE UN  
PAN DE MOLDE ENRIQUECIDO CON ARRACACHA  
(*Arracacia Xanthorrhiza*) Y AJONJOLÍ (*Sesamun  
Indicum*) PARA NIÑOS EN EDAD ESCOLAR”**

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

**AUTORES:**

**BACH. PEDRO DAVID AYALA CRUZ  
BACH. DAN HENRY BOCANEGRA MENDOZA**

**ASESORA:**

**Dra. ELZA AGUIRRE VARGAS**

**NUEVO CHIMBOTE - PERÚ  
2014**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE**  
**INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

**HOJA DE CONFORMIDAD DE ASESOR**

El presente informe de tesis titulado: "Evaluación fisicoquímica y nutricional de un pan de molde enriquecido con arracacha (*Arracacia Xanthorrhiza*) y ajonjolí (*Sesamun Indicum*) para niños en edad escolar". Ha contado con el asesoramiento de quien deja constancia de su aprobación. Por tal motivo, firmo el presente trabajo en calidad de asesora.



---

Dra. ELZA AGUIRRE VARGAS

ASESORA

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**E.A.P DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

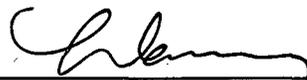
**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO AGORINDUSTRIAL**

**TESISTAS:**

**Bach. Ayala Cruz Pedro David**

**Bach. Bocanegra Mendoza Dan Henry**

Sustentada y aprobada el día 27 de enero del 2014, por el siguiente jurado:



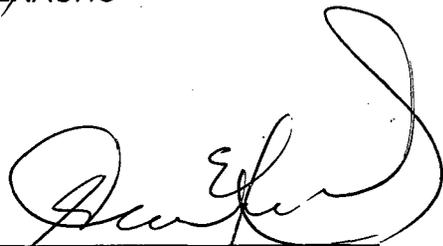
Dra. LUZ PAUCAR MENACHO

PRESIDENTE



Dra. ELZA AGUIRRE VARGAS

SECRETARIA



ING. SAUL EUSEBIO LARA

INTEGRANTE

## **DEDICATORIA**

A mis padres, por el apoyo incondicional y el amor brindado, dándome sus ejemplos dignos de superación y entrega, gracias a ustedes hoy puedo ver alcanzada mi meta.

A mí querida abuela Luz Alejandrina, gracias a tu sabiduría me regalaste los mejores consejos en la vida, que hicieron realidad mis objetivos.

A mis queridos tíos Javier, Raquel e Ibet Mendoza, gracias por haber fomentado en mí el deseo de superación y el anhelo de triunfo en la vida. Mil palabras no bastarían para agradecerles su apoyo, su comprensión y sus consejos en los momentos difíciles.

Va por ustedes, por lo que valen, porque admiro su fortaleza y por lo que han hecho de mí.

**DAN HENRY**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi vida universitaria, por ser la fortaleza en los momentos de debilidad y llenarme de bendiciones.

A mis padres, por brindarme la oportunidad de tener una excelente educación en el transcurso de mi vida, y por ser un digno ejemplo a seguir.

A la Dra. Elza Aguirre, por todo el tiempo y la dedicación entregada, para el desarrollo y culminación de la investigación.

**DAN HENRY**

## **DEDICATORIA**

A mis padres, Alejandrina y Gualberto, cuya humildad y esfuerzo inagotable, logró tener en mí a la persona que haga realidad una de sus mayores aspiraciones, este título es para ustedes.

A Mónica, mi amiga, compañera, camarada y esposa, cuya fortaleza y cariño hacen posible, cada día, superar las dificultades que la vida nos depara.

A Sofía y Nátaly, mis hijas y mayor motivación para seguir luchando; cada esfuerzo adicional tiene en ustedes la razón para no rendirse.

A mis hermanos Carmen y Noé, porque las experiencias, el esfuerzo y sacrificio por ser mejor cada día, lo hemos aprendido juntos. Un logro mío es también un logro vuestro.

**PEDRO DAVID**

## **AGRADECIMIENTO**

A la Dra. Elza Aguirre Vargas, la docente y amiga, sin cuyo esfuerzo hubiera sido imposible culminar este objetivo, tenerla como asesora del presente trabajo ha sido la circunstancia más positiva que yo hubiera deseado; mi eterno agradecimiento por su apoyo.

Al Ing. Daniel Sánchez Baca, por su apoyo desinteresado para poder completar los análisis espectrofotométricos del presente proyecto. Su disposición para apoyar es reflejo de su adecuada ubicación como docente universitario.

A los técnicos y docentes de la E.A.P. de Ingeniería Agroindustrial, de quienes siempre recibí su colaboración desinteresada, especialmente a los amigos Any Berenice Córdova, Lenin Palacios, John Gonzales y Williams Castillo.

A los docentes y alumnos de la escuela de Ingeniería Agroindustrial, con quienes cada día aprendo algo nuevo. El haber regresado al ambiente universitario ha significado, sin quererlo, recuperar la juventud y darle más alas a los sueños de tener, algún día, una patria digna.

**PEDRO DAVID**

## INDICE GENERAL

Pág.

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	3
	2.1. Definición de pan de molde	3
	2.2. Alimentos Funcionales	3
	2.2.1. Definición de Alimentos Funcionales	4
	2.3. Problemática nutricional en el Perú	4
	2.4. Investigaciones en mezclas alimenticias	8
	2.5. Elaboración de pan de molde con sustitución parcial de harina de arracacha y ajonjolí	10
	2.5.1. Materia Prima	10
	2.5.1.1. El Trigo	10
	2.5.1.1.1. Producción mundial	10
	2.5.1.1.2. Clasificación general del trigo	12
	2.5.1.1.2.1. Clasificación por cosecha	12
	2.5.1.1.2.2. Clasificación según la dureza del endospermo	13
	2.5.1.1.2.3. Clasificación según la textura del endospermo	13
	2.5.1.1.3. Composición química	15
	2.5.1.1.3.1. Hidratos de carbono	17
	2.5.1.1.3.2. La fibra	18
	2.5.1.1.3.3. Proteínas	18
	2.5.1.1.3.4. Lípidos	19
	2.5.1.1.3.5. Minerales	20
	2.5.1.1.3.6. Vitaminas	20
	2.5.1.2. Harina de trigo	21
	2.5.1.2.1. Composición de la harina de trigo	22
	2.5.1.2.2. Tipos de harinas	24

	Pág.
2.5.1.2.3. Características de la harina	25
2.5.1.3. Sucedáneos del trigo	27
2.5.1.4. Arracacha ( <i>Arracacia Xanthorrhiza</i> )	29
2.5.1.4.1. Definición	29
2.5.1.4.2. Clasificación	30
2.5.1.4.3. Composición química	30
2.5.1.4.4. Usos en la alimentación	32
2.5.1.5. Ajonjolí ( <i>Sesamun Indicum</i> )	33
2.5.1.5.1. Definición	33
2.5.1.5.2. Composición	33
2.5.1.5.3. Usos en la alimentación	35
2.5.2. Insumos	35
2.5.2.1. Levadura	35
2.5.2.1.1. Función de las levaduras	36
2.5.2.1.2. Requisitos de calidad de la levadura	37
2.5.2.1.3. Las enzimas para la levadura	38
2.5.2.1.4. Principales Enzimas en la panificación	38
2.5.2.2. Agua	39
2.5.2.2.1. Funciones del agua en panificación	40
2.5.2.3. Mejorador de masa	41
2.5.2.3.1. Coadyuvantes de fermentación	43
2.5.2.3.2. Conservadores (antimoho)	45
2.5.2.4. Sal	46
2.5.2.5. Azúcar	47
2.5.2.6. Leche	48
2.5.2.7. Grasas	49
2.5.3. Materiales de embalaje	51
2.5.3.1. Polietileno ( $\text{ch}_2\text{-ch}_2$ ) <sub>n</sub>	53
2.5.3.2. Polipropileno ( $\text{ch}_2\text{-ch-ch}_3$ )	53
2.6. Proceso tecnológico	54

2.6.1. Recepción	54
2.6.2. Formulación para el pan de molde	54
2.6.3. Pesado de materia prima e insumos	55
2.6.4. El amasado y su importancia	55
2.6.5. División o corte y Pesado	59
2.6.6. Boleado y Moldeado	59
2.6.7. Fermentación	59
2.6.8. Horneado	63
2.6.9. Enfriado	66
2.6.10. Rebanado y embolsado	66
2.6.11. Almacenamiento	67
2.6.12. Evaluación Sensorial	67
2.7. Control de calidad	68
2.7.1. Conceptos fundamentales	68
2.7.1.1. Calidad	68
2.7.1.2. Control de calidad	69
2.7.1.3. Requerimientos Básicos	69
2.7.2. Principales Defectos en los Productos de Panificación	70
2.7.3. Deterioro del Producto de Panificación	70
2.7.3.1. Pérdida de Humedad y Peso	71
2.7.3.2. Alteración de la grasa	72
2.7.3.3. Pérdida de Aroma	72
2.7.3.4. Falta de Acidez	73
2.7.3.5. Deterioro Mecánico	73
2.7.3.6. Recomendaciones	73
III. MATERIALES Y MÉTODOS	75
3.1. Lugar de ejecución	75
3.2. Materiales	75
3.2.1. Materia prima	75
3.2.2. Insumos	76

	Pág.
3.3. Equipos e instrumentos, reactivos y otros materiales	76
3.3.1. Equipos e instrumentos	76
3.3.2. Reactivos	77
3.3.3. Materiales de Vidrio y Otros	77
3.4. Métodos	78
3.4.1. Caracterización de las materias primas	78
3.4.1.1. Caracterización de la Harina de Trigo	78
3.4.1.1.1. Composición porcentual	78
3.4.1.1.2. Colorimetría	78
3.4.1.1.3. Granulometría	79
3.4.1.2. Caracterización de la harina de arracacha	79
3.4.1.2.1. Composición porcentual	79
3.4.1.2.2. Colorimetría	79
3.4.1.2.3. Granulometría	79
3.4.1.3. Caracterización de la harina de ajonjolí	80
3.4.1.3.1. Composición porcentual	80
3.4.1.3.2. Colorimetría	80
3.4.2. Cómputo Químico	80
3.4.3. Planeamiento Experimental	81
3.4.4. Procedimiento para la elaboración de pan de molde	82
3.4.5. Evaluación de la calidad de los panes	87
3.4.5.1. Volumen específico	87
3.4.5.2. Color de corteza y miga	87
3.4.5.3. Análisis sensorial	90
3.4.5.4. Análisis estadístico	91
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	92
4.1. Caracterización de la Materia Prima	92
4.1.1. Caracterización de la Harina de Trigo	92
4.1.1.1. Composición Porcentual	92
4.1.1.2. Colorimetría Harina de trigo	93

4.1.1.3. Granulometría Harina de trigo	93
4.1.2. Caracterización de la Harina de Arracacha	94
4.1.2.1. Composición Porcentual	94
4.1.2.2. Colorimetría Harina de Arracacha	95
4.1.2.3. Granulometría de la harina de arracacha	95
4.1.3. Caracterización de la Harina de Ajonjolí	96
4.1.3.1. Composición Porcentual	96
4.1.3.2. Colorimetría de la Harina de Ajonjolí	97
4.4. Computo Químico	98
4.5. Evaluación Físico Química de la calidad de los panes	99
4.5.1. Volumen Específico	99
4.5.2. Color de Miga y Corteza	104
4.5.3. Análisis Sensorial	108
4.5.4. Valor Proteico	110
4.5.5. Cuantificación de Hierro (Fe)	115
4.5.6. Farinografía	120
4.5.7. Extensografía	122
4.6. Costos de producción	123
V. CONCLUSIONES	124
VI. RECOMENDACIONES	126
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	127
ANEXOS	133

## ÍNDICE DE TABLAS

Pág.

<b>TABLA 01:</b> Aumento de los casos de tuberculosis.	7
<b>TABLA 02:</b> Producción mundial de trigo (millones de toneladas).	11
<b>TABLA 03:</b> Países productores de trigo.	11
<b>TABLA 04:</b> Clasificación de los trigos en base a la funcionalidad del gluten.	14
<b>TABLA 05:</b> Composición química proximal del grano de trigo.	16
<b>TABLA 06:</b> Información nutricional del trigo.	16
<b>TABLA 07:</b> % de hidratos de carbono del trigo en baja cantidad.	18
<b>TABLA 08:</b> Porcentaje de proteína en el grano de trigo.	19
<b>TABLA 09:</b> Porcentaje de ácidos grasos en el grano de trigo.	20
<b>TABLA 10:</b> Minerales en el grano de trigo mg/100 gr p.s.	20
<b>TABLA 11:</b> Vitaminas en el grano de trigo (Ug/g).	21
<b>TABLA 12:</b> Composición Química De La Harina De Trigo.	22
<b>TABLA 13:</b> Las proteínas de la harina se dividen.	24
<b>TABLA 14:</b> Principales Sucedáneos del trigo en nuestro país.	28
<b>TABLA 15:</b> Clasificación botánica de la arracacha ( <i>Arracacia Xanthorrhiza</i> ).	31
<b>TABLA 16:</b> Composición por cada 100 gramos de porción comestible de arracacha ( <i>Arracacia Xanthorrhiza</i> ).	32
<b>TABLA 17:</b> Composición química del ajonjolí por cada 100gr. de semilla.	35

<b>TABLA 18:</b> Niveles de las variables independientes del delineamiento experimental (DCCR) 2 <sup>2</sup> , incluyendo 4 ensayos factoriales, 4 ensayos en condiciones axiales y 3 repeticiones en el punto central.	81
<b>TABLA 19:</b> Valores codificados y valores reales del Diseño Central Compuesto Rotacional 2 <sup>2</sup>	82
<b>TABLA 20:</b> Fórmula para un pan de molde estándar.	84
<b>TABLA 21:</b> Composición Porcentual (%) de la Harina de Trigo.	92
<b>TABLA 22:</b> Colorimetría de la harina de trigo.	93
<b>TABLA 23:</b> Granulometría de la harina de trigo.	93
<b>TABLA 24:</b> Composición Porcentual (%) de la Harina de Arracacha.	94
<b>TABLA 25:</b> Colorimetría de la harina de arracacha.	95
<b>TABLA 26:</b> Granulometría de la harina de Arracacha.	96
<b>TABLA 27:</b> Composición Porcentual (%) de la Harina de Ajonjolí.	96
<b>TABLA 28:</b> Colorimetría de la Harina de Ajonjolí.	97
<b>TABLA 29:</b> Cómputo Químico de los Ensayos del Planteamiento Experimental.	98
<b>TABLA 30:</b> Volumen específico de los panes de molde.	99
<b>TABLA 31:</b> Efectos estimados para VOLUMEN ESPECÍFICO (cm <sup>3</sup> /g).	101
<b>TABLA 32:</b> Análisis de varianza para volumen específico - pan de molde con sustitución parcial.	101

<b>TABLA 33:</b> Color de miga de los panes de molde.	104
<b>TABLA 34:</b> Color de la corteza de los panes de molde.	106
<b>TABLA 35:</b> valores proteicos para las diferentes formulaciones.	110
<b>TABLA 36:</b> Efectos estimados para PROTEINA (%).	111
<b>TABLA 37:</b> Análisis de Varianza para PROTEINA.	111
<b>TABLA 38:</b> Cuantificación de Hierro (mg/l) en los panes de molde.	114
<b>TABLA 39:</b> Efectos estimados para HIERRO (mg/l).	116
<b>TABLA 40:</b> Análisis de Varianza para HIERRO.	116
<b>TABLA 41:</b> Costos de producción.	122
<b>TABLA 42:</b> Composición Proximal del pan de molde.	137
<b>TABLA 43:</b> Datos de diseño interior del horno.	144
<b>TABLA 44:</b> Datos de diseño exterior del horno.	146
<b>TABLA 45:</b> Costos de materia prima.	150
<b>TABLA 46:</b> Materiales Indirectos, mano de obra de producción y otros.	151
<b>TABLA 47:</b> Total de costos variables.	152
<b>TABLA 48:</b> Determinación de costos fijos por depreciación de Equipos y Materiales.	153
<b>TABLA 49:</b> Gastos administrativos.	154
<b>TABLA 50:</b> Determinación del costo fijo total (CFT).	155

## INDICE DE FIGURAS

	Pág.
<b>FIGURA 01:</b> Estructura del grano de trigo.	15
<b>FIGURA 02:</b> Boleado y moldeado del pan de molde.	85
<b>FIGURA 03:</b> Fermentación del pan de molde.	86
<b>FIGURA 04:</b> Enfriamiento del pan de molde.	86
<b>FIGURA 05:</b> Rebanado y embolsado del pan de molde.	87
<b>FIGURA 06:</b> Diagrama de flujo utilizado en el proceso.	88
<b>FIGURA 07:</b> Determinación del volumen específico-método de semilla.	89
<b>FIGURA 08:</b> Diagrama de Pareto estandarizado para Volumen Específico	103
<b>FIGURA 09:</b> Gráfica de efectos especiales para Volumen Específico.	103
<b>FIGURA 10:</b> Comparación de color en corteza y miga.	106
<b>FIGURA 11:</b> Muestra los resultados para el análisis sensorial realizado a los 11 tratamientos y a la muestra patrón.	108
<b>FIGURA 12:</b> Prueba de análisis sensorial en I.E.E.-U.N.S.	110
<b>FIGURA 13:</b> Diagrama de Pareto estandarizado para Proteína.	113
<b>FIGURA 14:</b> Grafica de efectos especiales para Proteína.	114
<b>FIGURA 15:</b> Espectrofotómetro de absorción atómica.	116
<b>FIGURA 16:</b> Diagrama de Pareto estandarizada para el Hierro.	118
<b>FIGURA 17:</b> Gráfica de efectos para el Hierro.	119
<b>FIGURA 18:</b> Farinograma de la harina de trigo	121
<b>FIGURA 19:</b> Extensograma de la harina de trigo	122
<b>FIGURA 20:</b> Balance de Materia para el proceso de elaboración de pan.	134
<b>FIGURA 21:</b> Diagrama de operaciones.	135

## I. INTRODUCCIÓN

El pan, es un alimento de consumo diario y se acompaña con productos azucarados o salados. Actualmente el pan en el mercado nacional es, predominantemente, a base de trigo; entonces es necesaria la existencia de un pan nutritivo que satisfaga las necesidades de los consumidores, especialmente de los niños en edad escolar.

La pobreza en nuestro país está caracterizada por un elevado índice de desnutrición infantil. La UNICEF, viene señalando en sus últimos informes que la causa de muerte de más de la mitad de los niños en el mundo es la desnutrición infantil.

Por otro lado, la incidencia de la pobreza en el Perú es aún mayor entre los niños que entre los adultos. Así, 65,5% de los menores de 18 años viven por debajo de la línea de pobreza y 32,2% en condiciones de extrema pobreza; estos últimos son más de 2,1 millones de personas menores de edad que no logran satisfacer ni siquiera sus necesidades elementales de alimentación.

Se sabe que, en el Perú el 52% de la población no satisface sus necesidades energéticas y el 35.8% sus necesidades proteicas, de lo cual se concluye que aproximadamente el 44% de la población del Perú refleja algún grado de desnutrición.

En nuestro país, considerando la población de niños menores de 5 años, el 27,2% sufre desnutrición crónica. De los niños en edades de 6 a 9 años, este porcentaje se eleva a 48% y los departamentos más pobres alcanzan el 70%, mayormente en las zonas urbano marginales. En Ancash, Pallasca presenta el más alto grado de niños desnutridos crónicos con un 70.1%.

Paradójicamente, nuestro país es rico en productos naturales, posee una diversidad biológica envidiable, facilitado por los pisos geológicos que nos permite tener un abastecimiento constante de alimentos para cubrir nuestras necesidades nutricionales, que no se vienen explotando adecuadamente.

La zona andina de nuestra patria es, además de la más rica en alimentos cuyo consumo no es muy difundido entre su población, la más pobre o desnutrida. Lo que viene sucediendo con la quinua y la quíwicha es aleccionadora, ahora se difunde su cultivo para exportación, lo que ha llevado a que su precio en el mercado nacional la convierta en un alimento casi exclusivo para los sectores pudientes, podría decirse lo mismo de la maca y otros tantos alimentos oriundos de las zonas alto andinas.

En el presente trabajo abordamos el estudio de una formulación con un tubérculo andino, altamente energético, la arracacha (*Arracacia Xanthorrhiza*) que adicionalmente tiene un alto contenido en hierro y calcio aunque bajo en proteínas pero, con un porcentaje de lisina mayor al del trigo y, se complementa el estudio alternando las formulaciones con ajonjolí (*Sesamun Indicum*), un alimento rico en proteínas, con una muy abundante proporción de calcio, además de hierro y ácidos grasos insaturados.

El objetivo del presente trabajo es formular y obtener un pan enriquecido con arracacha y ajonjolí apropiado para las necesidades nutritivas de los niños en edad escolar; proponiéndonos como objetivos específicos, determinar la mejor formulación de las mezclas de harina de trigo, harina de arracacha y harina de ajonjolí, para la elaboración de pan de molde, en función de sus características fisicoquímicas y nutricionales y, evaluar la calidad sensorial (color, aroma, textura, sabor e intención de compra del pan) y nutritiva del pan de molde enriquecido con harina de arracacha (*Arracacia Xanthorrhiza*) y ajonjolí (*Sesamun Indicum*).

## **II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1. Definición de pan de molde:**

El pan de molde, pan lacteado, pan láctalo o pan de caja es un tipo de pan que se caracteriza por tener una textura muy blanda. Suele conservarse mucho más tiempo tierno en comparación al resto de los panes. Su contenido en grasas es mayor que el pan común, ya que a diferencia de este último, acostumbra llevar grasas, leche y huevo (Quaglia, 1991).

La característica del pan de molde a diferencia del pan común es su durabilidad, el pan de molde es un producto embolsado sigue el mismo proceso del pan común pero con variaciones en su formulación, luego la masa se hace en un molde para darle la forma característica, se corta en rebanadas y se embolsa, el pan de molde se mantiene fresco en un aproximado de dos semanas. El valor energético del pan de molde es parecido al del pan común, y será mayor según se le añada azúcar, aceite, grasa, leche, mantequilla y otros ingredientes. (Rodríguez, 2011)

Según Norma Legal 206.004:1988 – INDECOPI, define al pan de molde, tanto al blanco como integral, como aquel que tiene una ligera corteza blanda y que para su cocción ha sido introducido en molde. Se comercializa envasado en bolsas de polipropileno.

### **2.2. Alimentos Funcionales:**

Los alimentos funcionales, aquellos que además de sus propiedades nutritivas aportan algún beneficio para la salud, han comenzado a inundar los mercados y han obligado a la legislación a avanzar con ellos para garantizar que el consumidor reciba información veraz sobre sus propiedades. (Chasquibol et al, 2003)

### **2.2.1. Definición de Alimentos Funcionales:**

La Norma N° 398 publicada el 30 de abril de 1999 por la Secretaria de Vigilancia Sanitaria del Ministerio de Salud de Brasil establece como definición legal de los alimentos funcionales. "Todo aquel alimento o ingrediente que más allá de las funciones nutricionales básicas, cuando se consumen como parte de la dieta habitual, producen efectos metabólicos y/o fisiológicas beneficiosas para la salud y deben ser seguros para el consumo sin control médico".

Los alimentos funcionales son aquellos alimentos que son elaborados no solo por sus características nutricionales sino también para cumplir una función específica como puede ser mejorar la salud y reducir el riesgo de contraer enfermedades. Para ello se les agregan componentes biológicamente activos, como minerales, vitaminas, ácidos grasos, fibra alimenticia o antioxidantes, etc. A esta operación de añadir nutrientes exógenos se les denomina también fortificación. Este tipo de alimentos es un campo emergente de la ciencia de los alimentos que ve una posibilidad muy amplia de investigación alimentaria. Entre los logros más mencionados en la literatura científica y en el marketing de los productos alimenticios se encuentra la mejora de las funciones gastrointestinales, el aporte de sistema redox y antioxidante, así como la modificación del metabolismo de macronutrientes. (Chasquibol et al, 2003)

Existe, no obstante, una preocupación creciente desde finales del siglo xx por parte de las autoridades sanitarias en lo que respecta a la educación del consumidor sobre el consumo y las propiedades atribuidas a este tipo de alimentos. Las autoridades alimentarias y sanitarias de todo el mundo reclaman a los consumidores que el consumo de estos alimentos sea parte de una dieta equilibrada y en ningún caso como un sustituto de la misma. A pesar de este crecimiento en la demanda, la comunidad científica mundial se encuentra evaluando la idoneidad para la salud humana del consumo de

este tipo de alimentos, sobre todo si consideran consumos a largo plazo. Este tipo de alimentos cubre un amplio espectro de posibilidades que pueden ir desde simples cereales y sus productos, lácteos diversos hasta pasar por alimentos de diseño (Chasquivol et al, 2003)

El número de alimentos funcionales es potencialmente alto y abarca alimentos naturales, componentes aislados de dichos alimentos que son añadidos a otros o envasados como suplementos dietarios, y componentes aislados que son sintetizados en un laboratorio. Según expertos en biotecnología, los alimentos funcionales son uno de los sectores más pujantes dentro de la alimentación, con incrementos constantes de ventas que se sitúan entre el 15 y el 16 por ciento. Reducir el colesterol, bajar de peso y mejorar la salud gastrointestinal son los tres tipos de beneficios que ofrecen estos alimentos (Odar, 2008).

### **2.3. PROBLEMÁTICA NUTRICIONAL EN EL PERÚ**

El pan es un alimento de consumo diario y se acompaña con productos azucarados o salados. Actualmente el pan en el mercado nacional es aun, mayormente, a base de trigo sin ningún enriquecimiento; entonces es necesario la existencia de un pan nutritivo que satisfaga las necesidades nutritivas de los consumidores, especialmente de los niños en edad escolar.

La pobreza en nuestro país está caracterizada por el elevado índice de desnutrición infantil. La UNICEF, viene señalando en sus últimos informes que la causa de muerte de más de la mitad de los niños en el mundo es la desnutrición infantil. Por otro lado, la incidencia de la pobreza en el Perú es aún mayor entre los niños que entre los adultos. Así, 65,5% de los menores de 18 años viven por debajo de la línea de pobreza y 32,2% en condiciones de extrema pobreza; estos últimos son más de 2,1 millones de personas

menores de edad que no logran satisfacer ni siquiera sus necesidades elementales de alimentación (INEI, 2002). (Bello-Villarán, 2004).

Sin embargo, más grave aún que la pobreza es la desigualdad entre ricos y pobres, que crece cada vez más: en el Perú, un niño integrante de una familia ubicada en el decil de familias más ricas se beneficia de ingresos 40 veces más altos que los que obtiene en promedio un niño integrante de una familia ubicada en el decil de familias más pobres. Al final de la década de 1990, las desigualdades económicas y sociales entre los peruanos seguían siendo enormes. Para comprobarlo basta con revisar las cifras correspondientes a un indicador, la mortalidad infantil, que en el año 2000 afectó a 17 por cada mil nacidos vivos en Lima Metropolitana, en tanto que en el Cusco la tasa llegó a 84 muertes por cada mil nacidos vivos. La tasa promedio de mortalidad en áreas rurales duplica la tasa promedio en áreas urbanas y la distribución por departamentos o regiones correlaciona con el nivel de pobreza de la población (INEI, 2000). (Bello-Villarán, 2004).

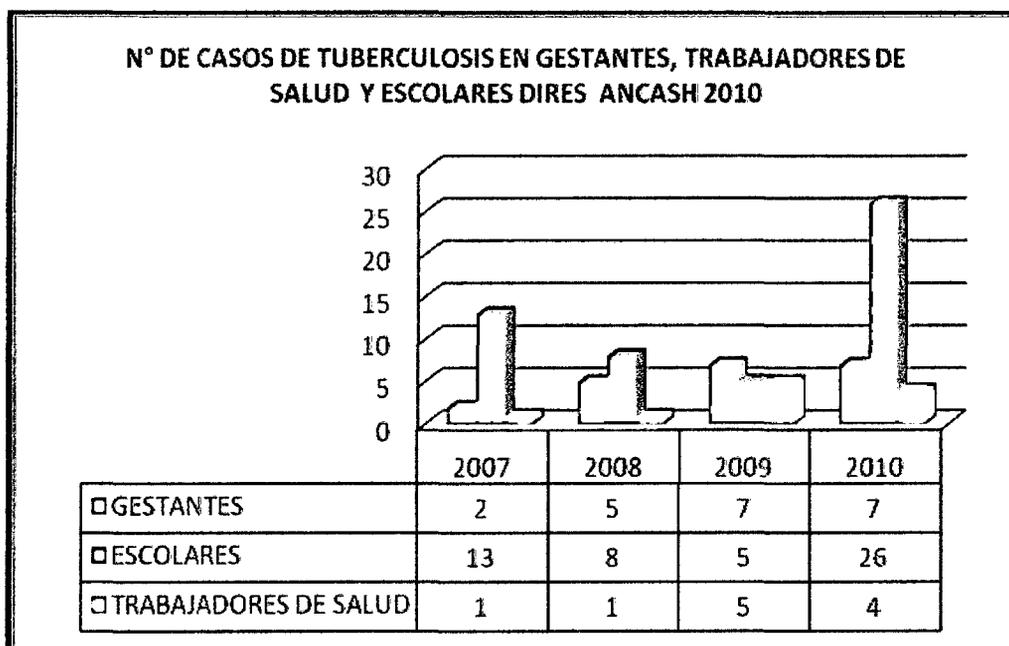
En el Perú el 52% de la población no satisface sus necesidades energéticas y el 35.8% sus necesidades proteicas de lo cual se concluye que aproximadamente el 44% de la población del Perú refleja algún grado de desnutrición. (Asmat y León, 1996).

En nuestro país, considerando la población de niños menores de 5 años, el 27,2% sufre desnutrición crónica. De los niños en edades de 6 a 9 años, este porcentaje se eleva a 48% y los departamentos más pobres alcanzan el 70%, mayormente en las zonas urbano marginales. En Ancash, Pallasca presenta el más alto grado de niños desnutridos crónicos con un 70.1% (DIRESA-ANCASH-RED CALETA). (Quispe L., 2010)

El estado de nutrición depende del aporte suficiente de alimentos en cantidad y calidad, para lo cual se debe contar con un buen estado de salud, para

asimilar adecuadamente dichos alimentos. Los sectores pobres, al carecer de medios económicos no se abastecen adecuadamente de alimentos, tornándose en el sector de mayor riesgo en asegurar su alimentación y los servicios básicos (DIRESA-ANCASH-RED CALETA). (Quispe L., 2010)

**TABLA 01: AUMENTO DE LOS CASOS DE TUBERCULOSIS**



FUENTE: Quispe, L. (2 010)

Se sostiene que algunas formas de solucionar el problema de mal nutrición es el incremento de la producción de alimentos formulados con alto contenido de proteínas y bajo costo (Valencia).

La especie humana necesita de nueve aminoácidos esenciales y once no esenciales; para obtener los primeros la dieta debe ser variada, siendo mejor la que combina cereales y leguminosas puesto que ambos alimentos se complementan para el aporte de aminoácidos necesarios. Para asegurar el déficit proteico lo más rápidamente posible, se asegura el poder usar fuente

de proteínas inexploradas de leguminosas, oleaginosas, raíces y productos de origen marino (Loayza, 1978).

La arracacha es un alimento esencialmente energético pues en su composición centesimal, se destacan los carbohidratos en relación a los demás nutrientes (almidón + azúcares totales) y considerables niveles de minerales como calcio, fósforo, fierro, además de constituir buena fuente de vitamina A y niacina. Las proteínas de arracacha como todas aquellas de raíces y tubérculos, son incompletas porque presentan de modo general, deficiencia en la mayoría de sus Aminoácidos esenciales. Sin embargo en la medida que se mezclan con el ajonjolí cuya presencia de proteína es relativamente alta en comparación con la arracacha, ayuda a mejorar su nivel proteico y refuerza aun más la presencia de calcio y hierro, además de enriquecer al producto con ácidos grasos poli insaturados (Gómez, 2011).

#### **2.4. INVESTIGACIONES EN MEZCLAS ALIMENTICIAS**

Se han realizado varias investigaciones en mezclas usando materia prima de origen vegetal con la finalidad de aprovechar los efectos de complementación proteica y obtener productos de consumo masivo de bajo costo. El fundamento de la preparación de mezclas de leguminosas y cereales es la complementación de aminoácidos de ambos productos de tal manera de elevar el cómputo químico, trayendo como consecuencia una mayor digestibilidad. (Cabieses, 1996).

Actualmente existe una tendencia a usar alimentos nativos; por ejemplo el Amaranto o Kiwicha es un grano que presenta un mejor valor nutritivo que los cereales y la combinación de estos da una calidad proteica superior. (Escobar, 1992).

En la segunda mitad de la década de 1950 surge una corriente de investigación nutricional para desarrollar y fomentar el consumo de combinaciones de proteínas de origen vegetal de bajo costo, alta aceptación y buena digestibilidad, destinadas principalmente a la alimentación infantil (Berg, 1987 citado por Muñoz, 1979).

Una de las primeras mezclas alimenticias que se desarrolló es la INCAPARINA la cual consiste en una mezcla de harina de maíz, harina de soya y añadido de Lisina. El Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá (INCAP) desarrollaron la fórmula, así mismo impulsó la producción industrial de la INCAPARINA y su distribución en el mercado popular de Guatemala y otros países, lo cual sirvió de ejemplo a los institutos de nutrición y a las industrias de alimentos de América Latina (FAO, 1983).

El Perú realizó también su propia experiencia con el fin de lograr un alimento nacional para consumo masivo y de bajo costo, desarrollando de esta fórmula la producción de PERUVITA; se trataba de un alimento pulverulento marrón claro, constituido básicamente por harina de semilla de algodón (50-56%) y harina de quinua (24-30%) adicional de saborizantes y aromatizantes naturales, así como vitaminas A, B1 Y B2. Sin embargo el nivel tecnológico de la época presentaba deficiencia lo cual fue un factor decisivo para el poco éxito de PERUVITA lo que trajo como consecuencia la falta de aceptación por parte de los consumidores y el consiguiente descalabro comercial. (Paredes, 1982).

En el caso de la arracacha, se cuenta con estudios dirigidos, mayormente, a su composición, y un solo antecedente en el uso como insumo para la panificación a nivel de investigación, denominado: Valor nutritivo de pan con sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum aestivum*) por arracacha (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft), fortificado. Publicado por la Revista

Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos-2 011, en el que se obtienen niveles de sustitución de 40% e importantes contenidos de proteína, grasa y carbohidratos, además de minerales (especialmente K, Fe por la fortificación, P, Ca y Mg) y vitaminas (especialmente vitaminas A y C), favoreciendo el balance de nutrientes mediante su ingesta y cumple los requisitos de la normativa para pan fortificado de PRONAA-UGATSAN (2010) en Perú. (León y Villacorta 2010).

## **2.5. ELABORACIÓN DE PAN DE MOLDE CON SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINA DE ARRACACHA Y AJONJOLÍ:**

### **2.5.1. Materia Prima**

#### **2.5.1.1. El Trigo**

El trigo (*triticum sp*) es, desde la prehistoria el más importante de los cereales, debido a su adaptación a todo tipo de terreno y a diferentes climas, el trigo en algunos sitios es casi el 80% de la dieta total, en la mitad de los países del mundo posee el 50% del alimento. Los cereales son una especie vegetal perteneciente a la familia de las gramíneas, los más cultivados son el trigo, el maíz, el arroz, la cebada, la avena, el sorgo y también el mijo. (Quaglia, 1991)

##### **2.5.1.1.1. Producción mundial:**

Anualmente se producen 100 kg de trigo por cada habitante en el mundo. Casi toda su producción se destina a la alimentación humana. La producción mundial de trigo desde 1996 hasta 2005 fue:

**TABLA 02: Producción mundial de trigo (millones de toneladas)**

<b>PRODUCCIÓN MUNDIAL DE TRIGO (millones de toneladas)</b>										
<b>AÑO</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>
<b>CANTIDAD PRODUCIDA</b>	<b>585,4</b>	<b>613,4</b>	<b>593,5</b>	<b>587,7</b>	<b>586,1</b>	<b>590,0</b>	<b>574,4</b>	<b>561,1</b>	<b>629,9</b>	<b>628,1</b>

Fuente: MINAG, (2008)

**TABLA 03: Países productores de trigo**

<b>País</b>	<b>Producción (millones de toneladas)</b>
 <b>China</b>	<b>96,3</b>
 <b>India</b>	<b>72,0</b>
 <b>Estados Unidos</b>	<b>57,1</b>
 <b>Rusia</b>	<b>47,7</b>
 <b>Francia</b>	<b>36,9</b>
 <b>Canadá</b>	<b>25,5</b>
 <b>Australia</b>	<b>24,1</b>
 <b>Alemania</b>	<b>23,6</b>
 <b>Pakistán</b>	<b>21,6</b>

Fuente: MINAG, (2008)

### **2.5.1.1.2. Clasificación general del trigo:**

#### **2.5.1.1.2.1. Clasificación por cosecha:**

##### **✓ Trigo Invernal:**

Se planta en otoño y se cosecha en primavera. Se puede sembrar en lugares como el noreste de Europa en los que no se congela excesivamente el suelo. El grano germina en otoño y crece lentamente hasta la primavera. Las heladas podrían afectar adversamente a las plantas jóvenes, pero una capa de nieve las protege e induce al aislamiento.

##### **✓ Trigo primaveral:**

Se planta en primavera y se cosecha a principios de otoño. En lugares tales como las praderas canadienses, o las estepas rusas que padecen inviernos demasiado rigurosos para sementera invernal, se siembra el trigo en primavera, lo más pronto posible, de manera que se pueda recoger la cosecha antes que comiencen los hielos de otoño.

Las características climáticas de las localidades donde se cultiva el trigo de primavera máxima pluviosidad en primavera y comienzo de verano y máxima temperatura en pleno y final de verano favorecen la producción de granos de maduración rápida, con endospermo de textura vítrea y alto contenido proteico adecuado para la panificación. El área de producción de trigos de primavera se va extendiendo progresivamente hacia el norte, en el hemisferio norte con la introducción de variedades nuevas, cultivadas por sus características de maduración rápida.

#### **2.5.1.1.2.2. Clasificación según la dureza del endospermo:**

La «dureza» y «blandura» son características de molinería, relacionadas con la manera de fragmentarse el endospermo.

##### **✓ Trigos Duros:**

Los trigos duros producen harina gruesa, arenosa, fluida y fácil de cerner, compuesta por partículas de forma regular, muchas de las cuales son células completas de endospermo.

##### **✓ Trigos blandos:**

Los trigos blandos producen harina muy fina compuesta por fragmentos irregulares de células de endospermo (incluyendo una proporción de fragmentos celulares muy pequeños).

#### **2.5.1.1.2.3. Clasificación según la textura del endospermo:**

Esta característica del grano está relacionada con la forma de fraccionarse el grano en la molturación, el carácter vítreo- harinoso se puede modificar con las condiciones de cultivo.

El desarrollo de la cualidad harinosa, parece estar relacionado con la maduración.

##### **✓ El trigo vítreo:**

La textura del endospermo puede ser vítrea (acerada, pétrea, cristalina, cornea). El peso específico de los granos vítreos es mayor por lo general que el de los granos harinosos: 1,422 los vítreos. El carácter vítreo es hereditario, pero también es afectado por las condiciones ambientales.

El carácter vítreo se puede inducir con el abono nitrogenado o con fertilizantes y se correlaciona positivamente con alto contenido proteico.

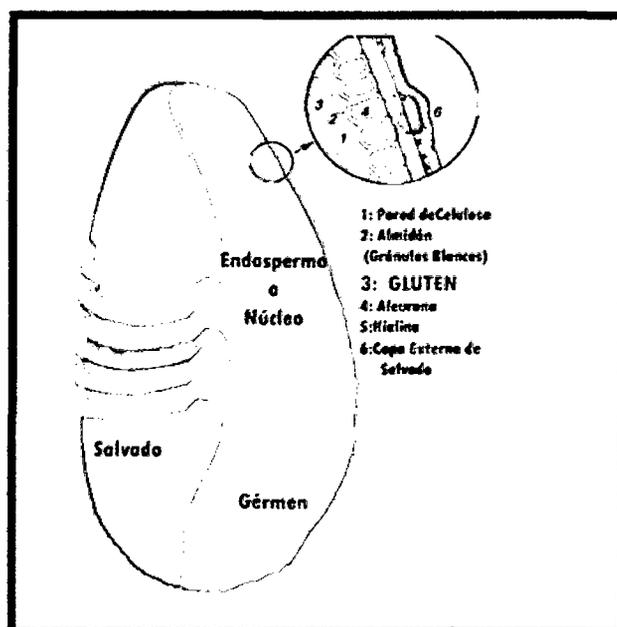
✓ **El trigo harinoso:**

La textura del endospermo que es harinosa (feculosa, yesosa). El peso específico de los granos harinosos es de 1,405 el carácter harinoso es hereditario y afectado por las condiciones ambientales. El carácter harinoso se favorece con lluvias fuertes, suelos arenosos ligeros y plantación muy densa y depende más de estas condiciones que del tipo de grano cultivado. La opacidad de los granos harinosos es un efecto óptico debido a la presencia de diminutas vacuolas o fisuras llenas de aire, entre y quizás dentro de las células del endospermo.

**TABLA 04:** Clasificación de los trigos en base a la funcionalidad del gluten

GRUPO	DENOMINACIÓN	CARACTERÍSTICAS
I	Fuerte	Gluten fuerte y elástico apto para la industria mecanizada de panificación. Usados para mejorar la calidad de trigos débiles.
II	Medio-Fuerte	Gluten medio – fuerte apto para la industria artesana de panificación.
III	Suave	Gluten débil o suave pero extensible apto para la industria galletera. Usado para mejorar las propiedades de trigos tenaces.
IV	Tenaz	Gluten corto o poco extensible pero tenaz, apto para la industria pastelera y galletera.
V	Cristalino	Gluten corto y tenaz, apto para la industria de pastas y sopas.

**Fuente:** Scade, Jhon (1975)



**FIGURA 01:** Estructura del grano de trigo.  
**Fuente:** Desrosier, (1994)

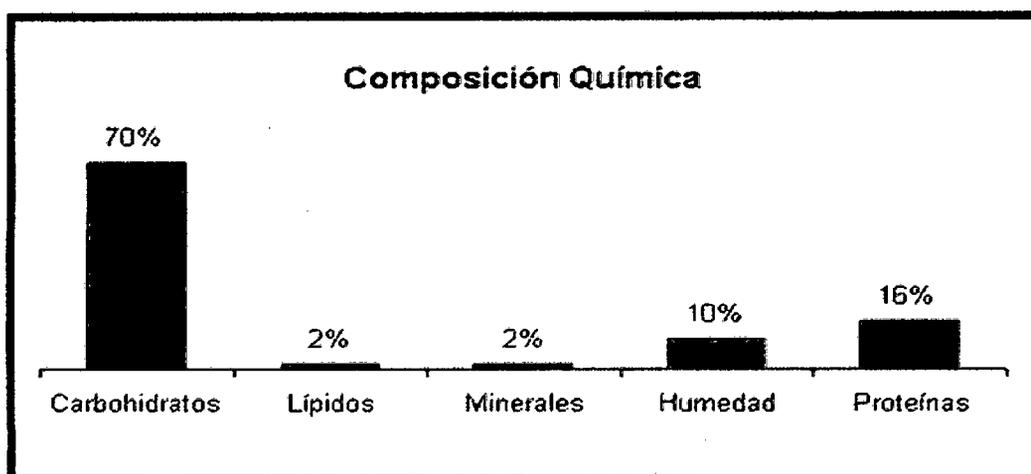
### 2.5.1.1.3. Composición química:

El grano maduro del trigo está formado por: hidratos de carbono, (fibra cruda, almidón, maltosa, sucrosa, glucosa, melibiosa, pentosanos, galactosa, rafinosa), compuestos nitrogenados (principalmente proteínas: Albúmina, globulina, prolamina, residuo y gluteínas), lípidos (ac. Grasos: mirístico, palmítico, esteárico, palmitoleico, oléico, linoléico, linolénico), sustancias minerales (K, P, S, Cl) y agua junto con pequeñas cantidades de vitaminas (inositol, colina y del complejo B), enzimas (B-amilasa, celulasa, glucosidasas) y otras sustancias como pigmentos.

Estos nutrientes se encuentran distribuidos en las diversas áreas del grano de trigo, y algunos se encuentran en regiones determinadas. El almidón está presente únicamente en el endospermo, la fibra cruda esta reducida, casi exclusivamente al salvado y la proteína se encuentra por todo el grano.

En la siguiente figura podemos observar el porcentaje de estos nutrientes en forma natural.

**TABLA 05:** Composición química proximal del grano de trigo



Fuente: Nelson (1963) Y Eckey (1954)

En la siguiente tabla podemos observar el porcentaje de estos nutrientes y el lugar donde encuentran en % de las principales partes morfológicas.

**TABLA 06:** Información nutricional del trigo/ Datos sobre la fibra cruda.

ESTRUCTURA DEL TRIGO	H de c	Proteína	Fibra	Fibra Cruda	Lípidos	Minerales
PERICARPIO Y ALEURONA	0	20	70	93	30	67
ENDOSPERMO	100	72	27	4	50	23
EMBRIÓN Y ESCUTELO	0	8	3	3	20	10

Fuente: D. Elton y Fisher (1970)

### 2.5.1.1.3.1. Hidratos de carbono:

El almidón es el hidrato de carbono más importante de todos los cereales, constituyendo aproximadamente el 64% de la materia seca del grano completo de trigo y un 70% de su endospermo. Forma 70% del grano de trigo en forma natural.

Los hidratos de carbono presentes en los cereales incluye al almidón (que predomina), celulosa, hemicelulosas, pentosanos, dextrinas y azúcares.

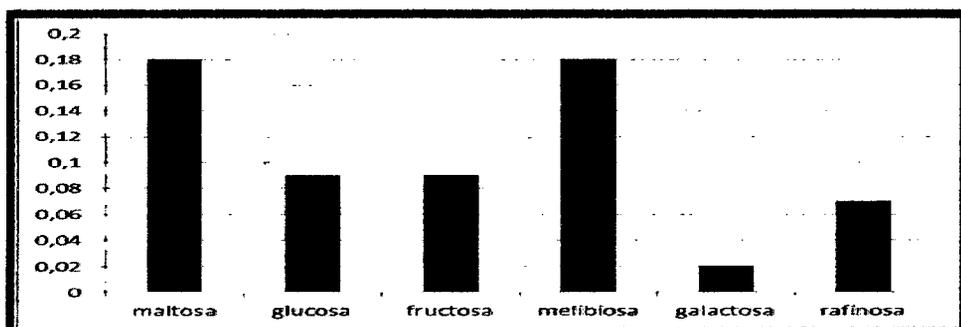
**El almidón está formado por dos componentes principales:**

- **Amilosa (25-27%)**, un polímero esencialmente lineal de enlace alfa-(1-4) glucosa.
- **Amilopectina**, una estructura ramificada al azar por cadenas alfa-(1-4) glucosa unidas por ramificaciones alfa-(1-6).

El almidón es insoluble en agua fría, cuando se calienta con agua, la absorbe, se hincha y revienta; este fenómeno se llama gelificación.

Los hidratos de carbono y la cantidad con la que se presentan en el grano de trigo, aparecen en las siguientes figuras.

**TABLA 07: % de hidratos de carbono del trigo en baja cantidad**



Fuente: Shollenberger y Jaeger (1943)

#### **2.5.1.1.3.2. La fibra:**

Es un carbohidrato del tipo polisacárido que no se digiere por carencia de enzimas en el cuerpo humano y se divide para su análisis en dos partes:

- **La fibra cruda**, que se evalúa como la porción de los hidratos de carbono (mas lignina) insoluble en ácidos diluidos y en álcalis bajo determinadas condiciones.
- **La fibra no digerible**, que es la parte del producto que queda sin digerir en el tubo digestivo, comprende celulosa, polisacáridos no celulosos (gomas, mucilagos, sustancias pécticas, hemicelulosas) y también lignina, un polímero aromático no hidrocarbonatado. La cifra de fibra no digerible es siempre mayor que la de fibra cruda, ya que una parte de los componentes de la fibra no digerible se degrada durante la valoración de la fibra cruda, sin embargo su relación es constante.

#### **2.5.1.1.3.3. Proteínas:**

Es su estructura primaria, las moléculas de proteína están formadas por cadenas de aminoácidos unidos, entre si, por enlaces peptídicos entre el grupo carboxilo (COOH) de un aminoácido y el grupo amino. En las proteínas de los cereales, se encuentran unos 18 aminoácidos diferentes.

Las proporciones en que se encuentran y su orden en las cadenas, determinan las propiedades de cada proteína. Los alimentos preparados con trigo son fuentes de proteínas incompletas. Esto significa que pudiera contener los 8 aminoácidos esenciales pero no todos ellos en niveles adecuados, así que la combinación del trigo con otros alimentos proporcionaría de ser correcta, una proteína completa.

**TABLA 08: Porcentaje de proteína en el grano de trigo (m. s.)**

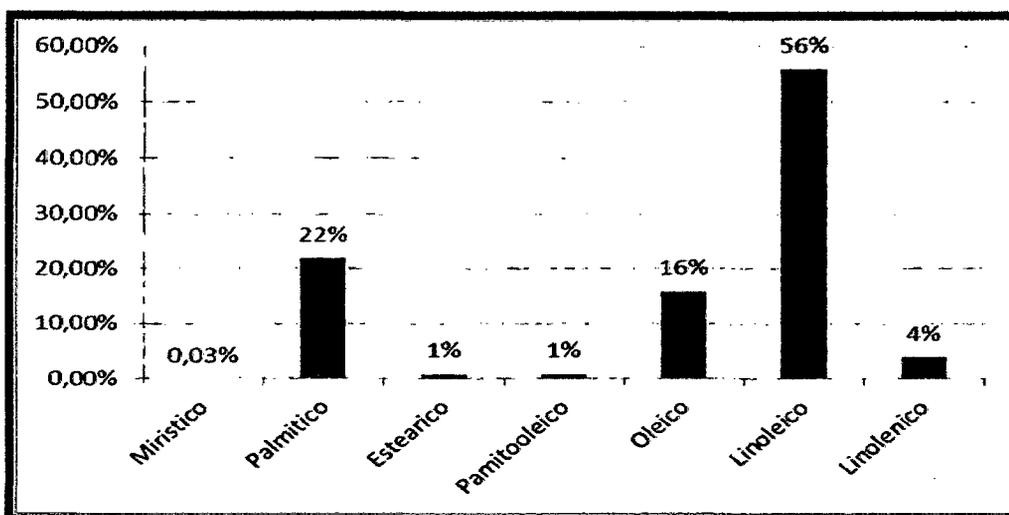


Fuente: Nelson (1963), Eckey (1954)

#### 2.5.1.1.3.4. Lípidos:

El lípido está constituido de un 2 a un 23 % de lípidos, el lípido predominante es el linoléico, la cual es esencial, seguido del oleico y del palmítico. La porción lipídica se encuentran de manera más abundante en el germen de trigo. En el siguiente gráfico aparece el porcentaje de cada ácido graso componente del grano de trigo.

**TABLA 09: Porcentaje de ácidos grasos en el grano de trigo**

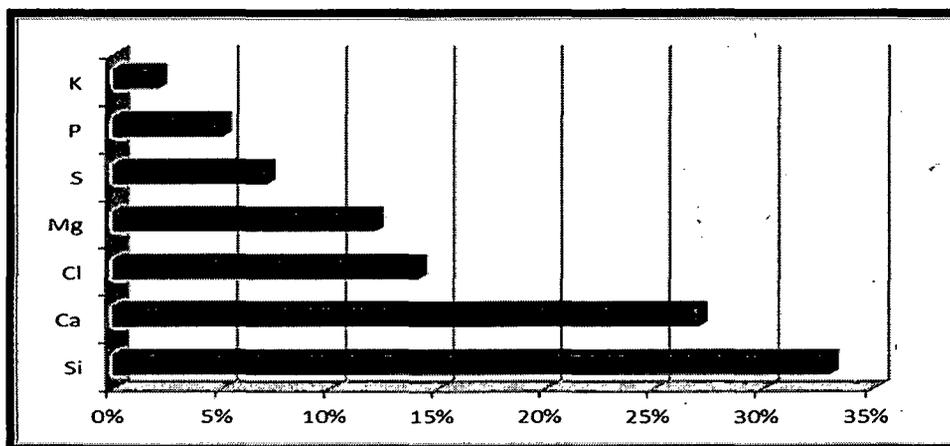


Fuente: Nelson (1963), Eckey (1954), Mc Leod y White (1961)

### 2.5.1.1.3.5. Minerales:

El trigo cuenta entre sus componentes con diversos minerales, la mayoría en proporciones no representativas, pero cabe mencionar el contenido de potasio (K), así como de magnesio (Mg), fosforo (P) y azufre (S).

**TABLA 10:** Minerales en el grano de trigo mg/100 gr p.s.



**Fuente:** Kent (1975)

### 2.5.1.1.3.6. Vitaminas:

Entre los principales componentes del trigo se encuentran también las vitaminas, principalmente las del complejo B. En el siguiente cuadro aparecen los contenidos de vitaminas aporta el grano de trigo de la variedad dura y presenta la riqueza vitamínica del trigo.

**TABLA 11:** Vitaminas en el grano de trigo (Ug/g)

<b>Tiamina</b>	4.3	<b>Piridoxina</b>	4.5
<b>Riboflavina</b>	1.3	<b>Ac. Fólico</b>	0.5
<b>Niacina</b>	54	<b>Colina</b>	1100
<b>Ac. Pantotenico</b>	10	<b>Inositol</b>	2800
<b>Biotina</b>	0.1	<b>Ac. P-amino benzoico</b>	2.4

**Fuente:** Adrian and Petit (1970) y Allen. (1979)

### 2.5.1.2. HARINA DE TRIGO:

Según la *Norma Técnica Peruana 205.027 (NTP)*, la designación "harina" es exclusiva del producto obtenido de la molienda del trigo, a los productos obtenidos de la molienda de otros granos (cereales, menestras), tubérculos y raíces les corresponde la denominación de "harina" seguida del nombre del vegetal de que provienen, tal es el caso de la harina de maca. La harina es el producto resultante de la molienda del grano limpio. (*triticum vulgare triticum durae*) con o sin separación de la cascara.

En el proceso de la molienda se separa el salvado y, por lo tanto, la harina de trigo se hace más fácilmente digerible y más pobre en fibra. Además se separa la aleurona y el embrión, por lo que se pierden proteínas y lípidos, principales causantes del enriquecimiento de la harina. Considerando que la cariósida está formada de las siguientes partes 12% salvado, 85% del endospermo y 2.5% de germen, la molienda consiste en separar el 85% de albumen de la otra parte transformándolo, por consiguiente, en harina. En teoría es posible alcanzar el 85% de harinas de 100 partes de trigo, pero en la práctica, el rendimiento es siempre inferior y se aproxima al 85% tanto más cuanto más intenso sea el proceso de molienda (Quaglia, 1991)

### 2.5.1.2.1. COMPOSICIÓN DE LA HARINA DE TRIGO

Según la harina debe ser: suave al tacto, de color natural, sin sabores extraños a rancio, moho, amargo o dulce. Debe presentar una apariencia uniforme sin puntos negros, libre de insectos vivos o muertos, cuerpos extraños y olores anormales.

**TABLA 12:** Composición Química De La Harina De Trigo

COMPONENTE	UNIDADES	CANTIDAD
Energía	Kcal.	336
Agua	gr	14.5
Proteína	gr	8.6
Grasa	gr	1.5
Carbohidratos	gr	73.7
Fibra	gr	3.0
Ceniza	gr	1.7
Calcio	mg	36
Fosforo	mg	224
Hierro	mg	4.6
Tiamina	mg	0.3
Riboflavina	mg	0.08
Niacina	mg	2.85

Fuente: Herrera N. (1996)

#### 2.5.1.2.1.1. Principales componentes de la harina:

##### a. Carbohidratos:

Se llama así a ciertos compuestos químicos formados por carbono, hidrogeno y oxígeno. Constituyen la mayor parte del endospermo del trigo. El principal componente de la harina que contribuye en el poder de

absorción gracias a que es muy ávido de agua el almidón (Aguirre et al., 1997)

Dada su higroscopicidad, existe una competencia directa entre las proteínas y el almidón al añadir el agua en el amasado. La constitución del almidón viene dada por dos componentes que son la amilasa (parte interna) y la amilopectina (parte externa) unidos entre si por enlaces de hidrogeno (Aguirre et al., 1997)

**b. Proteínas:**

Son macromoléculas que contienen nitrógeno. Sus complejos compuestos de naturaleza coloidal, al contacto con el agua son los responsables de la formación del gluten que es bien conocido por el sector panadero. (Aguirre et al., 1997)

La cantidad de proteína determina las propiedades panaderas de la harina y sus características generales y naturaleza coloidal determinan su calidad. Si tenemos en cuenta la estrecha relación entre la proteína y el gluten que es el encargado en aguantar el gas carbónico producido por las levaduras gracias a su formación de la red proteica. Para una buena panificación necesitamos que se forme un 24 o 26% de gluten. (Aguirre et al., 1997)

La capacidad de hinchamiento de las proteínas en presencia de agua presenta una importancia especial en la química de las harinas, ya que está relacionada con la calidad del gluten.

**TABLA 13:** Las proteínas de la harina se dividen:

<b>PROTEINAS</b>	<b>SOLUBLES</b> NO FORMAN MASA 15%	ALBÚMINA 15% GLOBULINA 6.5% PÉPTIDOS 0.5%
	<b>INSOLUBLES</b> FORMAN MASA 85%	GLIADINA 33% GLUTENINA 45%
8-14%	<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>

Fuente: Calaveras (2004)

**c. Humedad:**

La humedad de la harina oscila alrededor del 14%. La harina con mucha humedad se puede poner mohosa. Al utilizar la harina que perdió humedad se debe compensar echándole agua en el mezclado. (Aguirre et al., 1997).

**d. Cenizas:**

Es la cantidad de materia mineral que tiene la harina. Depende de la clase de trigo y de la extracción. Las harinas patentes tienen menos cenizas que las claras. El contenido de ceniza de por sí no es perjudicial a las propiedades de panificación de la harina (Aguirre et al, 1997)

**2.5.1.2.2. Tipos de harinas:**

Las harinas se pueden clasificar atendiendo la cantidad de gluten que posee, según ella pueden ser flojas o fuertes:

a. **Harinas duras:** Son aquellas que tienen un alto contenido de proteínas como el trigo rojo duro de invierno y rojo duro de primavera. Hay cuatro clases de harina para pan a saber:

- ✓ **Integral:** Es aquella que contiene todas las partes del trigo.
- ✓ **Completas:** Son las más corrientes en nuestro país, son aquellas harinas que se obtienen al moler el trigo separando solo el salvado y el germen.
- ✓ **Patente:** Es la mejor harina que se obtiene hacia el centro del endospermo, tiene la mejor calidad panificadora, es blanca y tiene poca ceniza.
- ✓ **Clara:** Es la porción de harina que queda después de separar la patente. En algunas regiones se le llama harina de segunda. Es más oscura y contiene más cenizas.

b. **Harinas suaves:** Son aquellas que tienen bajo contenido de proteínas y se extraen de trigos de baja proteína como el trigo blando rojo de invierno. Se utiliza para bizcochos y galletas.

En algunos sistemas de molienda, es posible obtener del mismo trigo un tipo de harina con alto contenido de proteína y otro tipo de harina con baja proteína. A este sistema de molienda se le denomina molienda o separación de impacto.

### 2.5.1.2.3. Características de la harina:

a. **Color:**

El color depende del tipo de trigo que se haya molido y de la separación que representa la harina en cuestión. El trigo blando produce harinas más blancas, las harinas de pan tienen un color de blanco a blanco cremoso.

**b. Extracción:**

Es la cantidad de harina que se obtiene después del proceso de molienda. Normalmente por cada 100 kilos de trigo se obtiene de 72 a 76 kilos de harina. Se expresa en porcentajes.

**c. Separación:**

La separación no se basa en el peso del trigo sino el peso de la harina total después de haber removido todo el salvado. Así, si una corriente representa el 75% de la harina total, se conocería como harina de 75% de separación. Las harinas patentes representan una separación de menos porcentaje, es decir, son harinas más refinadas que las de mayor separación o claras.

**d. Tolerancia:**

Consiste en poder prolongar por un periodo razonable de tiempo de fermentación después de llegar a su tiempo ideal sin que el pan sufra deterioro notable.

**e. Absorción:**

Es la propiedad de absorber la mayor cantidad de agua dando un producto de buena calidad. En general, las harinas hechas de trigos buenos con mucha proteína son los que tienen mayor absorción. Una buena harina para pan se conoce por tener fuerza, tolerancia y absorción.

**f. Maduración:**

Las harinas recién molidas son problemas en panificación, por lo cual antes dejaban de "madurar". En la actualidad prácticamente todos los molinos o bien las "maduran" químicamente o las dejan reposar cierto tiempo antes de entregarla al panadero.

**g. Blanqueo:**

Como a los panaderos les gustan las harinas muy blancas, los molineros las pueden hacer blanquear por procedimientos químicos.

**h. Fortalecimiento:**

En algunos países, los molineros realizan “fortalecimiento” de las harinas con vitaminas y minerales, como es el caso de nuestro país. El pan hecho con harinas enriquecidas tiene mucho más valor nutritivo. (Aguirre et al., 1997).

**2.5.1.3. Sucedáneos del trigo:**

Mucho se ha hablado de este tema en los últimos años, lamentablemente en algunos casos sin el debido sustento técnico y con cierta irresponsabilidad; ya que se crean falsas expectativas que desalientan a los consumidores, sobre todo a los de menores recursos económicos.

Entendemos por sucedáneos, a los productos obtenidos por un proceso adecuado de molienda para ser mezclados con la harina de trigo pro fines alimenticios. Estos pueden provenir de cereales, leguminosas, pseudo cereales y raíces o también como una combinación de ellas.

Según la **Norma Técnica Peruana 205.045:1976- INDECOPI**, se define harinas sucedáneas procedentes de cereales, destinadas a ser mezcladas con harina de trigo para emplearse en la elaboración de productos alimenticios.

**TABLA 14:** Principales Sucedáneos del trigo en nuestro país

CEREALES	LEGUMINOSAS	PSEUDO-CEREALES	TUBÉRCULOS	RAÍCES
Trigo Nacional	Soya	Quinoa	Yuca	Maca
Maíz	Haba	Kiwicha	Camote	Oca
Cebada	Tarwi	Canihua	Papa	Mashua
Arroz	-----	-----	-----	-----

Fuente: Bilbao, 2007

A través de muchas investigaciones, se puede decir que sí es factible sustituir parcialmente la harina de trigo importada con harinas sucedáneas para la elaboración de panes, bizcochos, kekes, fideos y galletas. Sin embargo, la sustitución jamás será superior en el mejor de los casos al 20% para los casos del bizcocho, kekes y fideos y del 30% para el caso de las galletas. (Bilbao, 2007)

Las investigaciones tratan de encontrar el porcentaje óptimo de sustitución de la harina importada en productos terminados como son: los panes, fideos y galletas vía también el aprovechamiento de los recursos propios de cada región. (Bilbao, 2007)

En algunos casos se busca asimismo, mejorar nutricionalmente el producto, mediante la sustitución del trigo importado por soya, quinoa

quiwicha, cañihua, tarwi y habas (con mayor contenido proteico del trigo). (Bilbao, 2007)

En otros, como es el caso del camote, en las que las investigaciones han cubierto su uso en diferentes formas (harina, puré y camote rayado) y que constituye una fuente sumamente valiosa de vitamina A (100gr. De camote, proporciona más del 100% de las necesidades de vitamina A que el ser humano requiere diariamente) o la cebada, que es una gran fuente de minerales como el calcio y el fosforo, así como sucedáneos como el maíz. (Bilbao, 2007)

Y el arroz, con el que se busca darle mayor rentabilidad al agricultor vía la comercialización del arroz partido. (Bilbao, 2007)

Definitivamente, nuestra agricultura debe estar alineada con los requerimientos alimentarios del país, así como con el Plan de Seguridad Alimentaria que contemple contingencias tales como: reducción de la oferta mundial del trigo, necesidades nutricionales de la población, incremento de los precios de los productos importados, etc. En ese sentido, falta muchísimo por hacer (Bilbao, 2007)

#### **2.5.1.4. ARRACACHA (*Arracacia Xanthorrhiza*)**

##### **2.5.1.4.1. DEFINICIÓN**

La arracacha, racacha, virraca, zanahoria blanca o mandioquinha salsa (*Arracacia xanthorrhiza*) es una planta alimenticia, originaria de los Andes y cultivada actualmente en Colombia, Brasil, Perú, Bolivia, Venezuela y Ecuador entre los 600 y 3200 msnm. Pertenece a la familia de las apiáceas, al igual que la zanahoria (*Daucus carota*). La planta de la arracacha tiene un tronco cilíndrico corto con numerosos brotes en la parte

superior de donde parten las hojas de peciolo largos y sus flores son de color púrpura. Su parte comestible es la raíz que asemeja a una zanahoria engrosada, ésta puede ser de color blanco, amarillo o morado según la variedad. (Hermann, 1997).

Siendo importante en la alimentación por la fácil digestión de sus almidones y por ser rica en calcio, fósforo, fierro, niacina, vitamina A, piridoxina-B6, riboflavina-B2, ácido ascórbico, proteínas, fibras y carbohidratos; características que le otorgan un potencial alimentario y económico. (Hermann, 1997)

Desde el punto de vista económico, esta raíz presenta una buena aceptación en el mercado y de acuerdo con el lugar puede producirse durante todo el año. Las siembras se realizan entre los meses de setiembre a diciembre. Puede producir entre 30 a 40 brotes y seis a diez raíces por planta, con una producción de hasta 10 toneladas de raíces comerciales por hectárea. (Santos, 1998)

La arracacha se cultiva principalmente por su raíz que es de sabor agradable y de fácil digestibilidad, ya que posee un almidón muy fino, alto contenido de calcio y vitamina A y niveles adecuados de niacina, ácido ascórbico y fósforo. Su principal inconveniente es su corta vida de almacenamiento y su vulnerabilidad a sufrir daños durante el transporte. Dado su valor nutricional el consumo de arracacha es recomendado en la dieta alimenticia de niños, ancianos y convalecientes. Aunque la arracacha es más conocida por sus raíces, ninguna parte de esta planta queda sin aprovecharse. Los tallos y las hojas se usan como alimento para animales y las hojas, que tienen un alto contenido de oxidantes, también se usan en muchas aplicaciones medicinales tradicionales. (Hermann, 1997)

#### 2.5.1.4.2. CLASIFICACIÓN

Probablemente la arracacha es la planta más antigua cultivada en América del Sur, fue descrita por Bancroft en 1825 y descrita como una dicotiledónea, que según Muñoz (1968) tiene la siguiente clasificación botánica:

**TABLA 15:** CLASIFICACIÓN BOTANICA DE LA ARRACACHA (*Arracacia Xanthorrhiza*)

<b>DIVISIÓN</b>	<b>Spermatophyta</b>
<b>SUBDIVISIÓN</b>	Magnoliophyta (Angiospermae)
<b>CLASE</b>	Magnoliatae (Dicotiledónea)
<b>SUBCLASE</b>	Rosidae
<b>ORDEN</b>	Umbellales (Ariales)
<b>FAMILIA</b>	Umbelliferae (Apiaceae)
<b>GENERO</b>	Arracacia
<b>ESPECIE</b>	Arracacia xanthorrhiza

Fuente: Muñoz C. (1968).

#### 2.5.1.4.3. COMPOSICIÓN QUÍMICA

Esta planta debe ser considerada como un alimento esencialmente energético pues en su composición centesimal, se destacan los carbohidratos en relación a los demás nutrientes (almidón + azúcares totales) y considerables niveles de minerales como calcio, fósforo, fierro, además de constituir buena fuente de vitamina A y niacina. (Santos, 1998).

Las proteínas de arracacha, como todas aquellas de raíces y tubérculos, son incompletas porque presentan en general, deficiencia en la mayoría de sus aminoácidos esenciales. (Santos, 1998).

**TABLA 16:** COMPOSICIÓN POR CADA 100 GRAMOS DE PORCIÓN COMESTIBLE DE ARRACACHA (*Arracacia Xanthorrhiza*)

COMPONENTE	UNIDADES	CANTIDAD
Energía	Kcal	97
Agua	g	75.1
Proteína	g	0.7
Grasa	g	0.3
Carbohidratos	g	22.9
Fibra	g	1.1
Ceniza	g	1.0
Calcio	mg	27
Fosforo	mg	50
Hierro	mg	1.1
Tiamina	mg	0.09
Riboflavina	mg	0.08
Niacina	mg	2.84
Ácido ascórbico reducido	mg	27.1

Fuente: Herrera N. (1996)

#### 2.5.1.4.4. USOS EN LA ALIMENTACIÓN

Las raíces de arracacha son recomendadas en dietas para niños, personas convalecientes, principalmente por su contenido de calcio, fósforo y niacina. Otro factor determinante para ser utilizado en dietas

especiales son las características de su almidón, pues contiene alrededor de 23% de gránulos redondos que varían de 5 a 27  $\mu\text{m}$ , haciéndolo altamente digeribles. (Sánchez, 2006)

#### **2.5.1.5 AJONJOLÍ (*Sesamun Indicum*)**

##### **2.5.1.5.1. DEFINICIÓN**

El sésamo o ajonjolí (*Sesamum indicum* L.), cuya semilla es el ajonjolí, es una planta cultivada por sus semillas ricas en aceite, que se emplean en gastronomía, como en el pan para hamburguesas. También es usado para hacer dulces. El ajonjolí debe estar presente en una dieta saludable y variada, pues tiene un alto contenido de ácidos grasos esenciales que reducen el colesterol LDL y aumentan el colesterol HDL. Además, tiene una elevada concentración de fibra soluble, por lo que también es un eficiente regulador intestinal. Se recomienda consumir ajonjolí crudo (Gómez, 2011).

##### **2.5.1.5.2. COMPOSICIÓN**

Esta semilla también posee un alto contenido de proteínas de alta calidad en un 20% de su composición. Se trata principalmente de aminoácidos esenciales que debemos consumir necesariamente. La empresa El Cacique SAC, que produce harina y aceite extra virgen de ajonjolí, afirma que dichas semillas fortalecen nuestro sistema nervioso, asimismo que la harina de ajonjolí tiene más calcio que la leche. Una cucharada cubre el 46,3% de las necesidades diarias de ese mineral.

También posee importantes cantidades de magnesio, cobre, hierro, fósforo, zinc, manganeso y vitaminas E, B1, B3 y B6. Poseen una

cantidad elevada de proteínas, además de ser ricas en metionina, un aminoácido esencial. Las grasas que contiene son 'grasas buenas', es decir, grasas insaturadas, lo que junto a su contenido en lecitina convierte a las semillas de sésamo en un alimento que contribuye a reducir los niveles de colesterol sanguíneo. Igualmente son destacables sus muy altos niveles de calcio (que interviene en la formación de huesos y dientes), hierro (que desempeña numerosas e importantes funciones en el organismo), así como de zinc (mineral que participa en el metabolismo de los hidratos de carbono, las grasas y las proteínas e incluso previene la impotencia masculina). (Gómez, 2011)

Por cada 100 gramos de semillas de sésamo crudo contiene:

**TABLA 17: COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL AJONJOLÍ POR CADA 100gr. DE SEMILLA**

COMPONENTE	UNIDADES	CANTIDAD
Calorías	Kcal.	598
Proteínas	g	20
Grasas insaturadas	g	58
Calcio	mg	670
Hierro	mg	10
Zinc	mg	5
Tiamina	mg	0.1
Riboflavina	mg	0.24

Fuente: Gómez, 2011

El ajonjolí o sésamo contiene lignanos, incluyendo sesamina, un fitoestrógeno con propiedades antioxidantes y anti-cáncer. Entre los aceites comestibles de seis especies, el aceite de sésamo tiene el máximo contenido antioxidante. Las semillas de sésamo también tienen fitoesteroles asociados a reducidos niveles de colesterol en sangre. Para absorber los nutrientes de las semillas de sésamo es imprescindible tostarlas y triturarlas (con un suribachi o molinillo de café), pero sin llegar a molerlo por completo (el puré de sésamo no tiene tantas propiedades y es indigesto). De lo contrario, se expulsan del organismo sin digerir. (Gómez, 2011).

#### **2.5.1.5.3. USOS EN LA ALIMENTACIÓN**

Actualmente, las semillas de sésamo son una de las semillas oleaginosas más utilizadas en la cocina y repostería internacional, sobre todo en la oriental. Se emplea frecuentemente en la cocina como una especie de acompañamiento de platos y como producto elaborado hay aceite de sésamo muy frecuente en la cocina asiática. (Sánchez, 2006).

### **2.5.2. INSUMOS:**

#### **2.5.2.1. Levadura:**

Las levaduras, como seres vivos que son, necesitan materia orgánica para alimentarse, actúan sobre azúcares simples convirtiéndolos en etanol y CO<sub>2</sub>, es lo que se llama fermentación alcohólica y tiene dos grandes aplicaciones en el campo de la alimentación. En la planificación se aprovecha el CO<sub>2</sub> y en otro caso lo que resulta aprovechable es el alcohol, como ocurre en la industria vinica. (Calaveras, 2004).

Para la fermentación de masas primarias se emplean levaduras del genero **Saccharomyces cerevisiae**, capaz de fermentar azúcares produciendo anhídrido carbónico y alcohol. Esta levadura tiene como todo ser vivo una temperatura optima de 28°C, que es donde mayor cantidad de gas produce. Por tanto, a -30°C muere por frio y por calor a los 55°C, teniendo una paralización de actividad a 4°C. (Calaveras, 2004)

En el comercio se encuentra una levadura seca activa y la levadura comprimida. La levadura seca activa es la obtenida de cepas de diferentes géneros, donde las células se desecan hasta tener una humedad inferior al 8%. Esta levadura es resistente al desecamiento, a las concentraciones elevadas de azúcares y a algunos inhibidores como el propionato de calcio. Esta es más resistente conservándola a temperatura ambiente que la comprimida, ya que esta última pierde más del 6,5% de su actividad en cuatro meses a 4°C. (Calaveras, 2004).

#### **2.5.2.1.1. Función de las levaduras**

Principalmente las levaduras en panificación tienen tres efectos, aunque de ellos ya ha sido comentado.

- ✓ Transformación de la masa, pasando de ser un cuerpo poco activo a ser un cuerpo fermentativo, donde se desarrollan las reacciones químicas y fisicoquímicas más activas. Produciendo un aumento de energía que equivale a 27 calorías por molécula de azúcar.
- ✓ Desarrollo de parte del aroma mediante la producción de alcoholes, aromas típicos de panificación y éteres.
- ✓ Quizás la función más importante es la acción de subida de la masa, debido a la producción de CO<sub>2</sub> (anhídrido carbónico) y alcohol etílico en forma de etanol (2C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH).

- ✓ Convierte a la harina cruda en un producto ligero. (Calaveras, 2004).

El efecto de la transformación de la masa y subida de la misma, va unido a la hidratación del almidón, con lo cual no siempre se puede especificar el resultado final a un solo efecto.

La acción de las levaduras se concreta con una reducción de pH, debida en parte, al CO<sub>2</sub> producido que se disuelve en el agua de la masa. (Calaveras, 2004).

#### **2.5.2.1.2. Requisitos de calidad de la levadura:**

- ✓ Fuerza, es la capacidad de gasificación que permite una fermentación vigorosa.
- ✓ Uniformidad, la levadura debe producir los mismos resultados si se emplean las mismas cantidades.
- ✓ Pureza, evitar la ausencia de levaduras silvestres.
- ✓ Apariencia, debe ser firme al tacto y al partir no se desmorona mucho, debe demostrar algo de humedad. (Calaveras, 2004)

#### **Para actuar, la levadura necesita:**

- ✓ Azúcar, como fuente de alimento.
- ✓ Humedad, sin agua no puede asimilar ningún alimento.
- ✓ Materias nitrogenadas, necesita nitrógeno y lo toma de la proteína de la harina.
- ✓ Minerales, la levadura necesita sales minerales para una actividad vigorosa.
- ✓ Temperatura adecuada, mantenerlo refrigerado hasta el momento de su uso. (Calaveras, 2004)

### 2.5.2.1.3. Las enzimas para la levadura:

Las enzimas de la levadura actúan como catalizadores en la fermentación ayudando a la conversión de algunos azúcares compuestos a azúcares simples y fácilmente digeribles por la levadura. Las enzimas que hay en la levadura son las siguientes:

- Proteasa, ablanda el gluten actuando sobre la proteína.
- Invertasa, actúa sobre los azúcares compuestos.
- Maltasa, actúa sobre la maltosa.
- Zimasa, actúa sobre los azúcares simples.

### 2.5.2.1.4. Principales Enzimas en la panificación: Las Amilasas

Estas enzimas son fundamentales en la panificación y vamos a entender por qué. En una masa de pan, la transformación del almidón del trigo en azúcares simples, necesita de la acción de dos enzimas básicamente:

- ✓ **Alfa-amilasas** (que proceden del embrión del germen de trigo y de las partes externas del grano de trigo).
- ✓ **Beta-amilasas** (que proceden del endospermo del grano).

Las alfa-amilasas son las responsables de la formación de dextrinas, las cuales más tarde son convertidas en maltosa por la acción de la **beta-amilasa**. En este momento las levaduras con su poder fermentativo, entran en funcionamiento para dicha transformación, la cual depende de la enzima **maltasa** que descompone la maltosa en glucosa.

La acción de este conjunto de enzimas aporta la energía necesaria para una correcta fermentación del producto horneado. La actuación de estas

enzimas, además de conseguir regular la fermentación, produce un mejor color de la corteza y reduce su dureza. (Gómez, 2009)

Sin embargo, la harina de trigo es pobre en **alfa-amilasa** y rica en **Beta-amilasa**, debido a esto, los mejoradores desde su invención, incluyeron estas enzimas. (Gómez, 2009)

La **alfa-amilasa** y **beta amilasa**, son las dos amilasas más usadas en la panificación, actúan sobre el almidón pero de una manera distinta. La alfa-amilasa, rompe la molécula de almidón formando moléculas más pequeñas llamadas dextrinas. La beta amilasa transforma el almidón en maltosa (Gómez, 2009)

#### **2.5.2.2. Agua:**

El agua es uno de los ingredientes fundamentales en la elaboración del pan, su calidad tiene una influencia notable en la tecnología de panificación y en los productos de ella obtenidos. (Calaveras, 2004)

El tipo de agua a utilizar debe ser alcalina, es aquella agua que usualmente utilizamos para beber, libre de contaminantes y microorganismos. Cuando se amasa harina con la adecuada cantidad de agua, las proteínas **gliadina** y **glutenina** al mezclarse forman el gluten unidos por un enlace covalente que finalmente será responsable del volumen de la masa. (Calaveras, 2004)

Normalmente se suele decir que el agua constituye una tercera parte de la cantidad de harina que se vaya a emplear. Aunque es una afirmación no del todo exacta, nos da una idea de la importancia que tiene el agua en la panificación. Tiene una función nutritiva para la levadura. Además permite que se realicen las diversas acciones diastásicas (Calaveras, 2004)

No es posible hacer un cálculo exacto de la cantidad de agua a emplear. Se busca una consistencia, apreciable al tacto y que se pueda medir por medio de los aparatos de laboratorio, que facilite el trabajo de la masa. Es fácil corregir esta consistencia durante el amasado añadiendo agua y harina, según el caso.

Si se añade poco agua, la masa desarrolla mal en el horno, mientras que un exceso hace que la masa no tenga una buena cocción, pues la miga resulta húmeda y se produce el ablandamiento de la corteza.

Si durante la cocción se le adiciona agua, lo que se llama "vapor primario", conseguimos retrasar la formación de la corteza para dar al pan una corteza fina y crujiente y aseguramos al máximo volumen, haciendo que se expanda con uniformidad. Además damos color y brillantez al pan, haciéndolo más atractivo a la vista. (Calaveras, 2004)

El llamado "vapor secundario" es que produce el propio pan por evaporación de la humedad de la masa, y que por si solo, es insuficiente para dar resultados deseados (Calaveras, 2004)

#### **2.5.2.2. Funciones del agua en panificación:**

- **Formación de la masa:** el agua es el vehículo de transporte para que los ingredientes al mezclarse formen la masa. También hidrata el almidón que junto con el gluten dan por resultado la masa plástica, suave y elástica.
- **Fermentación:** para que las enzimas puedan actuar hace falta el agua para que puedan difundirse a través de la pared o la membrana que rodea la célula de levadura.
- El agua es el que hace posible la **propiedad de plasticidad** de la masa, de modo que pueda crecer por la acción del gas producido por la fermentación.

- **Efecto en el sabor y la frescura:** el agua hace posible la porosidad y el buen sabor del pan.
- Las sustancias minerales disueltas en el agua confieren **facilidad de trabajar la masa.** (Calaveras, 2004).

#### **2.5.2.3. Mejorador de masa:**

Son compuestos utilizados durante el amasado, actúan sobre las proteínas principalmente de la harina, que tienen por finalidad corregir fallas de las masas en proceso, mejorando las características panaderas por el acondicionamiento de gluten. (Calaveras, 2004)

Para que produzca una determinada reacción, es necesaria la presencia de un determinado mejorador, y la mayor o menor cantidad de este suele modificar la velocidad de la reacción controlada. (Calaveras, 2004).

Normalmente cualquier casa de mejoradores intenta dar ayuda al panadero facilitando el trabajo, recortando tiempo de fabricación y asegurando una calidad final optima de los elaborados. Pero no todo es ventajoso con los mejoradores, ya que dosis elevadas del mismo, eliminan parte del sabor característico del pan y en ciertos momentos cambia la forma de la masa que puede ser tenaz. Se podría decir que es recomendable:

- ✓ Conocer las características de la harina previamente, ya que el efecto de un mejorador es distinto si utilizamos harinas acondicionadas o no.

- ✓ Leer y conocer los principios activos del mejorador, que normalmente viene detrás del saco y que están por orden cuantitativa. (Calaveras, 2004).

Antiguamente se clasificaban por su dosis, pero hoy la clasificación tiene más sentido según el proceso de panificación que tenga el panadero:

- ✓ **Procesos artesanales:** Son llamados concentrados con utilización de los mismos en baja dosificación. No suelen tener problemas de aplazamiento y su poder conmulsionante es bajo, dando un aspecto y sabor al pan más natural. (Calaveras, 2004).
- ✓ **Procesos industriales:** Sus dosis varían desde un 0.3% hasta un 0.8%. Sus características están basadas en dar más extensibilidad a las masas tan necesaria en líneas automáticas con dobles formadores incluso patín dinámico. Típico en amasados intensivos, aunque se utilizan en forma general en dichos procesos. Se aplica en fermentaciones cortas o semicortas consiguiendo rápidamente el volumen deseado. Favorecen cortezas finas y migas blancas en el pan. (Calaveras, 2004).

En este sentido existe una diversidad muy amplia de mejoradores dependiendo su concentración.

- ✓ **Procesos para panes lecitinados:** Sus dosis varían de 0.6% a 8% y se caracterizan por una buena respuesta en procesos semi-mecanizados. (Calaveras, 2004)
- ✓ **Procesos pasteleros:** Son aquellos mejoradores que se utilizan en masas muy azucaradas y con mucha grasa. Su principal característica es que permite fermentaciones

largas para obtener piezas muy ligeras y su dosificación esta entre 0.2% al 0.3%. (Calaveras, 2004)

A continuación vamos a describir los efectos y funciones de los principios activos más utilizados para la mezcla en masas:

#### **2.5.2.3.1. Coadyuvantes de fermentación**

Es aquí donde hablamos de las enzimas como catalizadores biológicos que ayudan a acelerar diversas reacciones químicas. (Calaveras, 2004).

Normalmente al hablar de este apartado, nos referimos a las amilasas fúngicas y las proteasas, pero no debemos olvidar que en este grupo se encuentran también las pentosanasas y las gluco-oxidasas. (Calaveras, 2004).

Quizás al ser productos naturales y con un gran campo de aplicaciones, las enzimas tienen bien merecido el hueco tan importante en la panificación y quizás sean estas, la base fundamental en el futuro de los mejoradores, ya que son cada vez más los estudios desarrollados sobre ellas. (Calaveras, 2004).

En la panificación dos son las que se utilizan dentro de los mejoradores normalmente:

##### **➤ $\alpha$ – amilasa**

Como nuestras harinas en general tienen poca actividad amilásica, los mejoradores con su incorporación a la masa, ayudan a dar este equilibrio. Su función principal es de degradar el almidón progresivamente, facilitando azúcares simples como alimento a las

levaduras. Ayudan a regular la velocidad de fermentación y facilitan color al pan. (Calaveras, 2004)

➤ **Hemicelulosa**

Su función es facilitar el amasado dando extensibilidad a la masa y facilitando en desarrollo del pan en el horno. Altera el greñado dando una greña nítida y facilita el color dorado tan buscado en algunos panes. (Calaveras, 2004)

La aplicación de proteasas en los mejoradores normalmente no se realiza, debido a que en las harinas se tiene una elevada concentración por propia naturaleza, pero esto no impide que en diversos casos se añadan como también sucede en la fabricación de harinas. Su función es dar extensibilidad a las masas y su aplicación práctica en la fábrica de harina oscila entre 4 – 15 g. /100 kg. de harina. (Calaveras, 2004)

**2.5.2.2. Conservadores (antimoho)**

Se definen como conservantes a las sustancias químicas que al ser añadidas intencionalmente al alimento, tienden a prevenir o retardar el deterioro causado a los alimentos por microorganismos, se considera como un conservador ideal a aquel que inhibe hongos, levaduras y bacterias, que no sea tóxico para el ser humano, fácilmente biotransformable por el hígado, no acumulable en el medio ambiente o en organismos vivos, solubles en agua, estable, que no imparta sabor ni olor. (Calaveras, 2004)

Los conservantes más utilizados en el área de panificación son:

➤ **Benzoato de sodio:**

Actúa sobre los hongos, principalmente es usado para que en la superficie del producto final, durante la comercialización o expendio, no crezcan hongos (filamentos). La dosis es de 0.05 - 0.1% (Calaveras, 2004)

➤ **Propionato de sodio o calcio:**

Son sales de sodio o calcio del ácido propiónico con forma muy fina y de color blanco. Estos fueron los primeros ácidos grasos monocarboxílicos usados como agentes antimicrobianos en alimentos. Su eficacia esta en relación al pH siendo 5.0 pH su actividad más óptima para la eliminación de mohos. Se caracteriza porque tiene muy poco efecto sobre las levaduras en dosis normales. Sin embargo, se usan para evitar descomposición de panadería por *Bacillus subtilis* o *B. mesentericus* ("rope"). Normalmente es utilizado durante el amasijo. La dosis es de 0.05 - 0.1% (Calaveras, 2004)

#### **2.5.2.4. SAL**

La sal de cocina o cloruro sódico, constituye un elemento indispensable para la masa del pan.

**Características:**

- De bajo costo, se usa tal y como se extrae de las salineras, no refinada.
- En solución acuosa debe ser limpia y sin sustancias insolubles depositadas en el fondo.
- Debe contener sales de calcio y de magnesio.
- Debe ser salada y no amarga.

- Granulación fina poseer una cantidad moderada de yodo para evitar trastornos orgánicos, garantizar una pureza por encima del 95% y sea blanca (yodo 0.004). (Calaveras, 2004)

➤ **Funciones de la sal en la panificación son:**

- Actúa principalmente sobre la formación del gluten ya que la gliadina es menos soluble en agua con sal, obteniéndose así mayor cantidad de gluten, lo que permite a la masa retener el agua y el gas.
- Obtención de masa más compacta que aquella que no posee sal, haciéndola más fácil de trabajar.
- La sal controla o reduce la actividad de la levadura, ejerciendo una acción bactericida no permitiendo fermentaciones indeseables dentro de la masa.
- Retarda el crecimiento de microorganismos fermentativos secundarios como son los productores de ácido acético.
- Favorece a la coloración superficial del pan.
- Por su higroscopicidad (capacidad de absorción de agua) influye en la duración y en el estado de conservación del pan.
- Mejorar el sabor.
- Las proporciones recomendadas de sal a utilizar son: desde 1.5 hasta 3.0%. (Calaveras, 2004)

**2.5.2.5. AZÚCAR:**

Compuesto químico formado por C, H, O. En panificación se utiliza la sacarosa o azúcar obtenida de la caña o de la remolacha.

## **Funciones:**

- **Alimento para la levadura:** El azúcar añadido es rápidamente consumida por la levadura, mientras tanto las enzimas convierten el azúcar complejo en mono y disacárido los cuales pueden ser consumidos por la levadura, de esta manera se tiene una fermentación más uniforme.
- **Colorante del pan:** el color café característico proviene de la caramelización de los azúcares residuales que se encuentran en la corteza de la masa después que la misma ha fermentado.
- **Actúa** acentuando las características organolépticas como son la formación de aroma, color de la superficie.
- **Aumenta** el rango de conservación ya que permite una mejor retención de la humedad, manteniendo más tiempo su blandura inicial, retrasando el proceso de endurecimiento.
- **Ayuda** a una rápida formación de la corteza del pan debido a la caramelización del azúcar permitiendo que la temperatura del horno no ingrese directamente dentro del pan que pueda cocinarse y también para evitar la pérdida del agua. (Calaveras, 2004)

### **2.5.2.6. LECHE:**

La leche utilizada comúnmente en panificación es la leche en polvo descremada, por sus múltiples razones de orden práctico, tales como: su uniformidad, su facilidad de manejo, la ausencia de

necesidad de refrigeración, su precio, su mínima pérdida por fácil empleo, bajo espacio al almacenar y duración.

La leche ejerce así mismo un marcado efecto tampón o buffer sobre las reacciones químicas de la masa, las que ocurren como resultado de las fermentaciones. (Calaveras, 2004)

### **Funciones de la leche:**

- **Mejora el aspecto y color del pan:** La lactosa de la leche que no es fermentada por la levadura, otorga un rico color dorado a la corteza, resultado de las reacciones de pardeamiento no enzimático de estas con las proteínas bajo influencia del calor en el horno.
- **Ayuda a que se forme una corteza fina:** debido a que la leche capta humedad y la retiene, evita la migración desde la corteza hacia el medio ambiente.
- **Aumenta el valor nutritivo del pan:** la caseína, la cual representa alrededor del 75% de las proteínas de la leche, es una proteína casi perfecta, desde el punto de vista del balance de aminoácidos, por lo cual aumenta a niveles altos el valor nutritivo. Además, la lisina presente en la leche, contribuye a solucionar la deficiencia del contenido de este aminoácido en la harina de trigo. Además la leche aporta minerales y vitaminas.
- **Mejora la conservación del pan.**
- **Mejora sabor y aroma:** La textura del pan con la leche es más suave. (Calaveras, 2004)

### **2.5.2.7. GRASAS:**

Las grasas son una de las sustancias que con más frecuencia se emplean en pastelería y en la elaboración de productos de horneado.

Su empleo como mejorador de las características de la masa y como conservante viene corroborado en numerosas investigaciones, esto depende de su propiedad emulsionante.

El tipo de grasa presente en el pan puede tener diversos orígenes, ya sea animal, como manteca de cerdo, mantequilla o de origen vegetal como aceites y margarina. (Calaveras, 2004)

#### **Características de las grasas:**

- **Rancidez**

Este efecto no deseado, se produce con glicéridos que tienen mayor insaturación como la lanolina, que al tener contacto con el oxígeno del aire produce el enranciamiento. Su olor es muy fuerte y el sabor desagradable y rancio.

Sabiendo que esto se produce al contacto con el oxígeno, es importante evitar la exposición de panes y bollos durante mucho tiempo. Para estos se recomienda utilizar margarinas hidrogenadas que aguanten más tiempo a la oxigenación.

- **Sabor**

Su sabor es característico y es muy contradictorio, pues los hay con sabor agradable y desagradable, estas últimas modificadas para ser admitidas en panificación.

- **Color**

Son valores variables pero que se mueven en un rango pequeño. Así es:

Manteca de cerdo : color blanco puro

Mantequilla y Margarinas : amarillo dorado

Grasa anhidra : tonos cremas suaves

- ✓ **Funciones de las grasas:**

- Los lípidos actúan como emulsionantes, ya que facilitan la emulsión, confiriéndole a esta mayor estabilidad respecto a la que se puede obtener solamente con proteínas.
- Retarda el endurecimiento del pan y mejora las características de la masa, pues la grasa disminuye la pérdida de humedad y ayuda a mantener fresco el pan.
- Al añadirle grasas emulsionantes a la masa se forma una sutil capa entre las partículas de almidón y la red gluteínica, todo esto otorga a la miga una estructura fina y homogénea, además, le da la posibilidad de elongarse sin romperse y retener las burbujas de gas evitando que se unan para formar burbujas más grandes.
- Mejora la apariencia, produciendo un efecto lubricante.
- Aumenta el valor alimenticio, las grasas de panificación suministran 9.000 calorías por kilo. (Calaveras, 2004)

✓ **Los efectos que tiene al contener excesos de grasa en el pan son los siguientes:**

- Perdida de volumen
- Textura y gusto grasoso
- El pan tendrá características de masa nueva (fresca). (Calaveras, 2004)

### **2.5.3. Materiales de embalaje:**

Un empaque es algo más que el mero medio conveniente de trasladar las piezas con seguridad al consumidor. También permite la exposición de la información sobre el tipo, peso, contenido, fabricación, precio, edad, etc., que pueda ser exigida por la ley otros atributos más artísticos asociados con la atracción del cliente incitándole a su adquisición o para permitir su fácil reconocimiento. (Matckovich, 2009)

Los aspectos de "marketing" son un objetivo en sí mismos, pero, quizás sean dignos de considerar aquí algunos puntos, ya que tienen consecuencias sobre los problemas del empaquetado. (Matckovich, 2009).

Una proporción muy alta del producto se adquiere por un impulso, por lo que es importante que las ilustraciones y color del empaque sean atractivos y suficientemente descriptivos del contenido. Las legislaciones se van haciendo cada vez más exigentes y han de ser expuestas cantidades considerables de información esencial de forma claramente legible. Esto puede perjudicar aquellos diseños que podrían ser considerados como atractivos. Por tanto, el tamaño y

naturaleza del empaque puede quedar determinado, hasta cierto punto por las exigencias del etiquetado. (Matckovich, 2009)

Los costos de composición para la impresión de los envoltorios, son sustanciales, y por tanto, es de gran importancia la atención al diseño y etiquetado. Los errores después de haber impreso los envoltorios, pueden ser muy costosos y pueden conducir a expedientes legales en contra de la empresa. (Matckovich, 2009)

La exhibición no es el único punto de vista para el diseño de la impresión. También es importante la forma de apilar los paquetes en estantes de las tiendas. Además, del empaque debe proteger al producto de las maneras siguientes: barrera de humedad, resistencia por deterioro mecánico, higiene y pantalla a la luz. La barrera que impide al producto la absorción de la humedad atmosférica también será adecuada en su aspecto higiénico. La propiedad de la barrera es una combinación de la impermeabilidad a la humedad, básica de los materiales utilizados, y de la efectividad de los cierres. (Matckovich, 2009)

En general, los empaques se dividen en dos clases: primarios (bolsas) y secundarios (cajas). Los primarios son los que hacen contacto directo con el producto y los secundarios rodean o envuelven el interior o primario. (Matckovich, 2009)

Para el caso del pan de molde, el empaque utilizado es el primario, más específicamente las bolsas, pues una vez que el pan se enfría hasta los 13°C y es rebanado, es embolsado con la finalidad de protegerlo contra la pérdida de humedad y contra la acción del medio ambiente. La bolsa sirve para mantener una atmósfera con presión de vapor equilibrado con la presión de vapor del producto, también para mantener las características organolépticas del producto final.

La bolsa debe tener características de hermeticidad y de baja permeabilidad al vapor de agua como al oxígeno. (Matckovich, 2009)

Las bolsas pueden ser de dos tipos:

#### **2.5.3.1. POLIETILENO (CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>)<sub>n</sub>**

En forma general podemos mencionar dos tipos generales de polietileno de baja densidad (HDPE) obtenido mediante polimerización de metileno gaseoso, con un proceso de alta presión y el polietileno de alta densidad (LDPE) obtenido por un proceso de baja presión. En el LDPE (0.91/0.92) la parte cristalina representa cerca del 50% mientras que en el HDPE (0.94/0.96) está representado por el 80 al 95%. (Matckovich, 2009)

#### **2.5.3.2. POLIPROPILENO (CH<sub>2</sub>-CH-CH<sub>3</sub>)**

Se obtiene con proceso similar al HDPE, con una polimerización del etileno gaseoso a baja presión, se dan tres tipos: polipropileno no orientado, orientado y lacado. Se obtiene por extrusión plana, tiene bajo peso específico (0.89).

Comparativamente con otros materiales, presenta alta resistencia mecánica al corte o perforación, elevada impermeabilidad al vapor de agua, alta resistencia a la temperatura por su punto de fusión (170°C) lo cual permite el autoclavado. Las características ópticas de este material, son óptimas por su brillantez y por su facilidad para la impresión, tiene alta resistencia a los ácidos y álcalis, además está calificada en las normas europeas para estar en contacto con los alimentos. (Matckovich, 2009)

Aun cuando el material de la bolsa tenga óptimas condiciones de impermeabilidad y la bolsa fue bien fabricada protegiéndola herméticamente en los extremos del corte, todo ellos será

insuficiente si el sellado o amarre de la bolsa no es el adecuado. (Matckovich, 2009)

En la industria de la panificación, específicamente para pan de molde, existen diferentes formas y modos de sellar o amarrar las bolsas: Sellado manual con cinta adhesiva en varias vueltas, sellado semimanual con cinta adhesiva en una vuelta. También existen los alambres plastificados o anillos metálicos. Sea cual fuere el medio de sellado lo importante es mantener la hermeticidad de la bolsa para preservar la atmosfera interna. (Matckovich, 2009)

## **2.6. PROCESO TECNOLÓGICO:**

Consta de las siguientes etapas:

### **2.6.1. Recepción:**

La recepción debe realizarse en un ambiente independiente del área de panificación, porque es en esta zona donde va llegar la materia prima que puede estar contaminada y puede contaminar el ambiente de proceso. Es conveniente que en la etapa de recepción se tenga diferenciadas las fechas de entrada de los insumos, así mismo su fecha de elaboración y vencimiento. Esta área debe ser fresca y ventilada. (Calaveras, 2004)

### **2.6.2. Formulación para el pan de molde:**

Se debe tener en cuenta el producto a fabricar y la calidad de las materias primas, determinara en qué proporción entraran los diferentes ingredientes. Si no se diseña una formula equilibrada, de nada valdrá realizar un trabajo correcto de amasado y los resultados serán funestos. Muchas veces estas formulaciones se tienen en cuenta los datos obtenidos en la bibliografía, pero en principio se

debe determinar el tipo de pan de molde (pan de molde blanco, pan de molde integral, por ejemplo). (Matckovich, 2009)

### **2.6.3. Pesado de materia prima e insumos:**

Permite conocer con exactitud la materia prima e insumos que se va utilizar de acuerdo y en exactitud a la formulación realizada, pues una falla en esta etapa podría reflejarse en el producto final. Con esto se podrá determinar el rendimiento del producto final como evaluar los costos. Se efectúa con cualquier tipo de balanza de capacidad adecuada a las centenas y decenas de gramo. La forma de pesar puede ser en los mismos empaques en los que los insumos llegan a planta o pesándolo en los empaques adecuados en la fábrica que se puede manejar y luego ser mezclados para la masa. (Matckovich, 2009)

### **2.6.4. El amasado y su importancia:**

El proceso de elaboración del pan tiene diversas fases en que la correcta realización de ella marcara la calidad y características finales del producto. Esta fase del amasado, aunque muchos panaderos ignoren es de vital importancia para la consecución de un buen producto.

El amasado es una operación mediante la cual los distintos componentes de la masa – harina, agua levadura, sal y aditivos se fusionan formando un solo cuerpo. Se busca la unión uniforme de todos los insumos de la masa, formar y desarrollar adecuadamente el gluten de la masa. La preparación de la masa se debe seguir rigurosamente para obtener un buen resultado. (Calaveras, 2004)

➤ **Fases del amasado:**

El proceso de formación de la masa se divide en varias fases diferenciadas, conforme sigue:

- **Fresado:**

Corresponde a la mezcla progresiva de los ingredientes y se realiza a velocidad lenta. Durante este periodo, se inicia la hidratación de las partículas de harina. Se mantiene la velocidad lenta hasta que la masa presente una cierta ligazón y no debiera prolongarse salvo ciertas excepciones. (Calaveras, 2004)

- **Rotura y estirado:**

Cuando la masa está ligada los brazos amasadores estiran la masa, rompiéndola y los fragmentos son lanzados contra las paredes. Este trabajo va desarrollando progresivamente la malla de gluten, lo que se manifiesta en la masa para una mayor cohesión dejándose estirar mucho más antes de romper. (Calaveras, 2004)

- **Soplado u oxigenado:**

Cuando la masa se deja estirar al máximo, atrapa aire con facilidad. El oxígeno queda disuelto en la masa, y se forman burbujas que son esenciales para el desarrollo de la estructura esponjosa de la masa fermentada finalizando el amasado, tendremos una masa con elasticidad y

extensibilidad deseadas de aspecto fino y liso, y muy flexible. (Calaveras, 2004)

➤ **Método de preparación de la masa:**

Existen básicamente tres: método esponja-masa, método directo y mixto. Dentro de ellos debemos considerar la incidencia del amasado, ya que para una misma amasadora, según la intensidad y duración de sus fases, obtendremos un producto de características diferentes:

- Para conseguir un pan voluminoso de corteza fina y miga blanca, el amasado será prolongado, intensivo incorporando la sal al final.
- Para obtener un pan de volumen medio, corteza gruesa y miga color crema, deberá acortarse el amasado, añadiendo la sal al principio y trabajando siempre a velocidad lenta.
- Para que el pan tenga miga alveolada irregularmente, de color crema, y corteza crujiente, amasaremos unos 5 minutos a primera velocidad (amasadora de brazos). Dejaremos reposar la masa de 10 a 15 minutos, terminando después el amasado con otros 15 minutos también en primera velocidad (Calaveras, 2004)

✓ **Método directo:**

Se mezclan directamente los ingredientes sin que se añadan otra masa elaborada previamente. La siembra de fermentos se realiza añadiendo levadura prensada. Seguido por el artesano en épocas de calor, se ha extendido con el procedimiento habitual en la mayor parte de las panificadoras industriales. (Calaveras, 2004)

✓ **Método esponja-masa:**

La masa se prepara en 2 fases sucesivas. Primero se amasa una parte de la harina (25%) y los ingredientes proporcionalmente correspondientes su amasado se deja reposar durante 2 a 3 horas, en función de la cantidad de la levadura incorporada y de las condiciones ambientales de la sala de fermentación. Muy utilizado en la fabricación de pan de molde tipo inglés. Se obtiene masa de gran desarrollo y se ahorra levadura. No obstante se corre el riesgo de que las masas resulten demasiados tenaces. (Calaveras, 2004)

✓ **Método mixto:**

En la preparación de la masa, además de la harina, el agua, levadura, la sal y el aditivo, se añade una porción de una masa previamente fermentada o masa madre. La proporción de masa variará según la época del año, así como de la fuerza de la harina:

Verano : entre 5 y 15%

Invierno : del 20 al 30%

(Proporciones expresadas en relación la cantidad de harina empleada en la preparación de la masa final). (Calaveras, 2004)

**2.6.5. División o corte y Pesado:**

El objeto de esta operación es asegurar un tamaño uniforme y el mismo rendimiento de cada masa. Después de mezclada la masa, el primer paso en la elaboración es el corte, que se puede realizar con el uso de una divisora o en forma manual, dependiendo el tipo de pan que se elaborará. (Matckovich, 2009)

En el caso del pan de molde, la división ideal es la manual o la hidráulica, para la cual luego del amasado se procede a cortar en piezas de un peso determinado, luego se procede al boleado. (Calaveras, 2004)

#### **2.6.6. Boleado y Moldeado:**

El boleado tiene por objeto acondicionar la masa para el moldeo. Se realiza apretando suavemente cada pieza de masa con la palma de la mano y dando un ligero movimiento de rotación hacia adentro, sin hacer demasiada presión para evitar que se desgarre.

Las piezas se dejan en reposo durante 15 o 20 minutos. Durante esta etapa se desarrolla una película delgada en la superficie de la bola y aumenta un poco de tamaño y elasticidad.

Luego se procede a estirar ligeramente la masa y darle una forma más alargada, para que de esta manera ocupe un mayor espacio en moldes para pan y así darles la forma definitiva. (Calaveras, 2004)

#### **2.6.7. Fermentación:**

Esta operación tiene por objeto la producción de CO<sub>2</sub>, alcohol y otros componentes aromáticos, permitiendo obtener un producto de buen volumen, olor y sabor. (Calaveras, 2004)

##### **❖ Fermentación controlada:**

Se entiende como fermentación controlada a la acción de controlar a nuestra voluntad la fermentación de una masa destinada a la fabricación de pan mediante una combinación de temperaturas del frío al calor.

Algunas de las ventajas que aporta aplicar la fermentación controlada en una panadería son:

- Evitar trabajo nocturno. Se puede elaborar el pan de día y se hornea a la hora deseada.
- Posiblemente un ahorro de levadura al poder programar en la cámara el tiempo de fermentación deseado.
- Mejorar la conservación y sabor del producto final al poder disponer de un largo tiempo de fermentación.
- Posibilidad de disponer de pan caliente en el punto de venta durante un mayor margen de tiempo aplicando el sistema dormilón que detiene parcialmente la fermentación de una masa una vez lista para su cocción. (Calaveras, 2004)

#### ❖ **Proceso:**

El proceso consiste en la transformación de algunos almidones rotos presentes en la harina en azúcares fermentables los cuales producirán anhídrido carbónico y alcohol por la levadura. Este proceso es posible gracias a las enzimas que se encuentran tanto en la harina como en la levadura. (Calaveras, 2004)

#### ❖ **Temperatura de bloqueo:**

Es la temperatura que debe tener la cámara al introducir la masa debe ser  $-8^{\circ}\text{C}$  para lograr un efecto de choque que no permita reaccionar a la levadura (la levadura en una masa de pan empieza a reaccionar a partir de los  $4^{\circ}\text{C}$ ). La temperatura de bloqueo durará hasta que el interior de la masa alcance los  $2^{\circ}\text{C}$ . Si la cámara no permite alcanzar  $-8^{\circ}\text{C}$  utilizaremos la mínima temperatura que nos permita el equipo de enfriado. (Calaveras, 2004)

❖ **Temperatura de mantenimiento:**

Es la temperatura que deberá existir en el interior de la cámara desde que termina la temperatura de bloqueo hasta que empieza el ciclo de fermentación y será de entre 0°C y 2°C. (Calaveras, 2004)

❖ **Temperatura de fermentación:**

Es la temperatura que deberá alcanzar la cámara al finalizar el mantenimiento y oscilara entre los 20°C y 28°C (ni aun trabajando sin fermentación controlada es recomendable fermentar a más de 30°C). El cambio de temperatura de mantenimiento a fermentación no debe ser brusco para así evitar que fermente solamente la parte exterior de la masa, si no que será paulatino para conseguir una fermentación por igual en toda la pieza. La humedad de la cámara en esta etapa será entre 75 a 85%. (Calaveras, 2004)

❖ **Efectos de la temperatura y humedad:**

Durante la etapa de fermentación es preciso que la graduación de la temperatura no varié mucho, ni por encima ni por debajo de la temperatura optima de la masa que se sitúa en los 25°C (puede ser por debajo en los procesos de fermentación controlada).

Cuando la temperatura de fermentación supera los 31°C, se produce una desproporción en la fermentación de la masa, fermentando más en la parte externa que en la interna, lo que provocara que la corteza se cuartee y se desprenda gas. El aroma y sabor también se verán afectados por una temperatura superior a los 31°C ya que, a esta esta temperatura se desarrollan progresivamente las fermentaciones secundarias (ácida, láctica y

butírica) que, si bien son positivas, cuando se producen en exceso provocan un sabor negativo. (Calaveras, 2004)

Es recomendable antes de aumentar exageradamente la temperatura de fermentación añadir más cantidad de levadura. Por otro lado, cuando la temperatura de fermentación es inferior a 25°C, la masa además de fermentar más lentamente, va perdiendo fuerza y tenacidad. Por ello, hay que tener en cuenta que cuando utilizan las técnicas de la fermentación controlada o se somete a la masa al frío para ralentizar la fermentación, hay que dotar de fuerza a la masa para compensar el equilibrio y la pérdida de fuerza. La humedad relativa de la cámara o del lugar donde se desarrolle la fermentación ha de estar bien regulada, ya que, si el ambiente es muy seco, la masa se cortará y si es muy humedad la masa se volverá pegajosa. (Calaveras, 2004)

La humedad ideal será la resultante de la suma de la hidratación de la masa más la humedad de la harina (ejemplo: si a una masa se le ha añadido el 60% de agua y la harina contiene un 15% de agua, la humedad ideal será de 75%), de esta forma ni se cortará ni se volverá pegajosa. (Calaveras, 2004)

#### **2.6.8. Horneado:**

Cocinar es preparar los alimentos hasta lograr cambios en su sabor, suavidad, apariencia y composición química.

El proceso efectivo para hornear es en realidad el último y el más importante paso en la producción de los productos de panadería. Mediante la acción de calor, la masa de pan se transforma en un producto ligero, poroso, fácilmente digerible y muy apetitoso.

La tecnología de horneado forma los granos más bien insípidos, en productos atractivos para los cuales no hay contratitos en la naturaleza. (Calaveras, 2004)

➤ **Principales cambios que ocurren durante el horneado:**

- A medida que la masa entra en el horno caliente encuentra la atmosfera caliente de la cámara de horneado y se forma una película visible sobre la superficie de esta, a continuación se desarrolla la elasticidad en el horno durante la cual se produce la expansión del volumen de masa que llega a ser hasta un 30%.
- Esta elasticidad que se consigue en el horno es consecuencia de una serie de reacciones presentándose el efecto puramente físico del calor sobre los gases.
- Otro efecto del calentamiento es reducir la solubilidad de los gases.
- El hinchado de almidón va acompañado de la absorción de agua y de los otros ingredientes de la masa.
- El sistema de enzimas se destruye.
- A medida que el horneado continua, el incremento de la presión por expansión de gases en la masa cambia poco a poco, el sistema de almidón se estabiliza, las condiciones internas de tensión se relaja y ocurre una disminución de la presión. (Calaveras, 2004)

La elasticidad que se produjo al principio del ciclo de horneado se estabiliza y la corteza muestra gradualmente un color café dorado que va acompañado por texturas y aromas agradables. (Calaveras, 2004)

El proceso de cocción de las piezas de masa consiste en una serie de transformaciones de tipo físico, químico y bioquímico, que permite obtener al final del mismo un producto comestible y de excelentes características organolépticas y nutritivas. La temperatura del horno y la duración de la cocción varían según el tamaño y tipo de pan. La temperatura oscila entre 220 a 275°C, la duración:

- 45 - 50 min. pan de 200 gr.
- 30 - 40 min. pan de 900 gr.
- 20 - 30 min. pan de 500 gr.

Durante el desarrollo de la cocción existe una disminución de las moléculas de agua que alcanzan la superficie y se evaporan, y por ello existe un gradual aumento de la temperatura sobre la superficie externa que provoca la formación de la corteza, tanto más gruesa cuanto más dure esta fase de la cocción. (Calaveras, 2004)

Además, ocurre la volatilización de todas aquellas sustancias que tienen una temperatura de evaporación inferior a 100°C y en particular del alcohol etílico y de todas las sustancias aromáticas que se forman tanto en la fermentación, como en la cocción (aldehídos, éteres, ácidos, etc.). A causa de la dilatación del gas y del aumento de la tensión del vapor del agua, debido a la temperatura del horno, la masa sufre rápido aumento de volumen que alcanza el máximo desarrollo después de un tiempo (5 - 10 min.) variable con el peso, la forma y la calidad de la masa. El desarrollo de la masa está relacionado con tres factores, concentración del gas, elasticidad y resistencia de la masa, y su capacidad de retención del gas. (Calaveras, 2004)

A temperatura inferior a 55°C, la levadura continua activa por lo que la fermentación prosigue; sólo alcanza los 65°C la actividad de la levadura seca y al mismo tiempo comienza la coagulación del gluten y la parcial dextrinización del almidón. (Calaveras, 2004)

El almidón degrada a las dextrinas, mono y disacáridos a las altas temperaturas que se expone la parte externa de la masa. También se produce pardeamiento no enzimático proporcionando así el dulzor y el color de la corteza. (Calaveras, 2004)

En la superficie del pan se produce un endurecimiento por desecación (corteza) y un pardeamiento no enzimático. Este pardeamiento va acompañado de la formación de compuestos odorantes. La cocción da lugar al aroma de la corteza. El aroma de la fermentación esta enmascarado por el aroma formado en las reacciones de Maillard y las de caramelización o formación de meloidinas. (Calaveras, 2004)

#### **2.6.9. Enfriado:**

Tiene por objeto darle un enfriamiento adecuado al pan, para que no se produzca una deshidratación que provocaría en endurecimiento la miga y el ablandamiento de la corteza, su textura se vuelve correoso y viscoso con lo que se pierde la fragilidad característica.

El pan sale del horno con su miga a una temperatura ligeramente inferior a 100°C y con un 45% de humedad en su centro. La corteza está más caliente pero mucho más seca (1 – 2% de humedad). Si la desecación es muy intensa durante el enfriamiento se produce mucha

pérdida de peso y de las características de la miga, por lo que la temperatura óptima de enfriamiento es no menor a 13°C.

#### **2.6.10. Rebanado y embolsado:**

El rebanado se realiza cuando el pan esta a una temperatura no menor a los 13°C, pero previamente debe ser rebanado utilizando la cortadora de pan. Algunas investigaciones, sugieren que alcanzada en el interior del pan la temperatura de 33°C, ya se puede empaquetar. Si la temperatura es superior a esta, se produce una condensación gradual sobre la superficie de la bolsa, que será posteriormente un caldo de cultivo apropiado para el desarrollo de los hongos. (Calaveras, 2004)

En esta etapa del proceso se utilizan bolsas de polipropileno no orientado con una abertura en uno de los lados que permita llenar con facilidad las bolsas. Comparativamente con otros materiales, presenta alta resistencia mecánica al corte o perforación, elevada impermeabilidad al vapor de agua, alta resistencia a la temperatura por su punto de fusión (170°C) lo cual permite autoclavado. (Calaveras, 2004)

Las características ópticas de este material son óptimas por su brillantez y por su facilidad para la impresión, tiene alta resistencia a los ácidos y álcalis. (Calaveras, 2004)

En el momento del envasado se deben verificar que las bolsas no estén rajadas, ni deformes, limpias y desinfectadas. El llenado se realiza en forma rápida, se coloca inmediatamente el cierre (cinta) y se procede a almacenar el pan. (Calaveras, 2004)

### **2.6.11. Almacenamiento:**

El almacenamiento en esta etapa es la que se le debe brindar las condiciones necesarias para que el pan tenga un periodo de vida más prolongado. El producto debe ser almacenado en un lugar fresco, limpio y seco; con suficiente ventilación a fin de garantizar la conservación del producto hasta el momento de su comercialización. La temperatura ambiente también influye en el crecimiento superficial de hongos, siendo la temperatura óptima para su desarrollo la de 30°C. Conociendo este dato hay que mantener el pan, en la medida de lo posible, a temperatura en torno a 20°C. (Calaveras, 2004)

Además las bolsas no se deben apilar una sobre otra, pues esto podría causar daños en la forma del pan. (Calaveras, 2004)

### **2.6.12. Evaluación Sensorial:**

La evaluación sensorial es el análisis de alimentos u otros materiales por medio de los sentidos. Es una técnica de medición y análisis tan importante como los métodos químicos, físicos, microbiológicos, etc., que son parte esencial del control de calidad de los alimentos, y tiene la ventaja de que la persona que efectúa las mediciones, lleva consigo un instrumento de análisis, es decir sus cinco sentidos. Las propiedades sensoriales son los atributos de los alimentos que se detectan por medio de los sentidos, hay algunas propiedades que se perciben por medio de un solo sentido, mientras que otras son detectadas por dos o más sentidos. (Calaveras, 2004)

La evaluación sensorial se ha definido como una disciplina científica usada para medir, analizar e interpretar las reacciones percibidas por los sentidos (vista, gusto, olfato, oído y tacto) hacia ciertas características de un alimento o material. (American Society for

Testing and materials, 1980-citado por Jimenez R., 2000). No existe ningún otro instrumento que pueda reproducir o reemplazar la respuesta humana, por lo tanto, la evaluación sensorial resulta un factor esencial en cualquier estudio sobre alimentos.

La evaluación sensorial es una disciplina independiente, capaz de entregar resultados precisos, y reproducibles tanto sobre los aspectos cualitativos como cuantitativos de los alimentos. Desempeña un rol importante es la estimación de parámetros de calidad organoléptica como son: apariencia, forma, sabor, tamaño, aroma, consistencia, textura, etc. (Calaveras, 2004)

## **2.7. Control de calidad**

### **2.7.1. Conceptos fundamentales**

#### **2.7.1.1. Calidad**

La Norma NTP – ISO 8402 – INDECOPI (1994) define la calidad como la totalidad de características de una entidad (aquello que puede ser descrito, considerado individualmente) que le confieren la capacidad para satisfacer necesidades implícitas y explícitas.

La calidad son las características de un producto o servicio que sea necesario para satisfacer las necesidades del cliente o para alcanzar la aptitud para el uso de una característica de calidad. Cuando se tratan de productos, las características son casi técnicas, mientras que las características de calidad de los servicios tienen una dimensión humana.

### **2.7.1.2. Control de calidad**

Según Norma NTP – ISO 8402 – INDECOPI (1992), el control de calidad se define como las técnicas y actividades de carácter operativo utilizadas para cumplir los requisitos para la calidad.

Practicar el control de calidad es desarrollar, diseñar, manufacturar y mantener un producto de calidad que sea el más económico, el más útil y siempre satisfactorio para el consumidor. El control de calidad moderno utiliza métodos estadísticos para alcanzar esta meta, preciso que en la empresa todos promuevan y participen en el control de calidad, incluyendo en estos a los altos ejecutivos así como a todas las divisiones de la empresa y a todos los empleados.

### **2.7.1.3. Requerimientos Básicos**

Para lograr una industrialización completa del pan de molde se precisa un local y como en todo sistema de procesamiento de alimentos, la necesaria sanidad e higiene industrial. En nuestro país el control sanitario de establecimientos de fabricación y almacenamiento de alimentos y bebidas lo realiza el Ministerio de Salud a través de la Dirección de Salud Ambiental, quienes fijan los niveles de calidad y seguridad del producto. Esta institución establece en el reglamento sobre vigilancia, control sanitario de los alimentos y bebidas que en el local donde proceden alimentos existan las condiciones apropiadas para manipularlos. (Calaveras, 2004)

### **2.7.2. Principales Defectos en los Productos de Panificación**

El control de calidad en la industria de fabricación de productos de panadería, se inicia con la descripción de los procesos de elaboración de pan y los análisis de control de calidad que requieren las materias primas utilizadas en estos procesos.

El proceso e insumos deberán ser de calidad para obtener un producto óptimo que tenga la aceptación de los consumidores. Los análisis que se realizan en el laboratorio son: Análisis fisicoquímicos y organolépticos, efectuándose principalmente el porcentaje de humedad, acidez, pH, determinaciones de azúcares reductores y otros que requieran los productos terminados.

### **2.7.3. Deterioro del Producto de Panificación**

Como producto de panadería, los panes están compuestos por una masa de harina fermentada y horneada, conteniendo además azúcar, yema de huevo, manteca y otros. Entonces, el pan, por sus características de composición y presentación está sujeto a vencimiento debido al deterioro ocasionado por interacción de varios factores:

- Los componentes de almidón de la harina estarán sujetos a cristalización o retrogradación.
- El componente graso a enranciamiento.
- La humedad y el peso disminuirán.
- El aroma y sabor característico se perderá gradualmente.

- Podrá sufrir daño físico por aplastamiento.
- Determinantemente habrá un deterioro microbiológico por el desarrollo de hongos contaminantes y otros microorganismos. (Calaveras, 2004)

Principales problemas por deterioro en los productos de panadería están dados por diferentes agentes tales como:

#### **2.7.3.1. Pérdida de Humedad y Peso**

Los empaques de los panes de molde, generalmente indican que el producto está sujeto a pérdida de humedad y peso, conforme transcurre el tiempo. Pruebas de laboratorio muestran que la humedad de pan de molde envasado podría variar de 38 a 42% a 25°C. (Calaveras, 2004)

La pérdida de humedad está dada por la diferencia de presiones de vapor entre la superficie del producto y del medio circundante. Por tanto, debe considerarse que el empaque del pan de molde debe permitir que se mantenga el equilibrio de presiones de vapor entre el producto y la atmósfera inmediata. (Calaveras, 2004)

#### **2.7.3.2. Alteración de la grasa**

El componente graso del pan de molde está dado por manteca vegetal aunque también puede ser mantequilla o huevo dependiendo de la formulación utilizada.

Las grasas como triglicéridos se deterioran por acción de las enzimas proteolíticas como la lipasa, se hidrolizan a los triglicéridos, liberando ácidos grasos, que le confieren al producto sabores y aromas desnaturalizantes.

### **2.7.3.3. Pérdida de Aroma**

Los factores aromáticos del pan de molde y de los productos horneados se originan por la interacción de los ingredientes que durante el amasado, la fermentación y horneado, forman compuestos solubles y volátiles que dan al producto el aroma típico que lo caracteriza.

El aroma de los panes de molde puede afectarse por las siguientes razones:

- Alteración del componente graso por acción de lipasas, lipooxigenasas y del oxígeno.
- Alteración de los ácidos cítricos que pueden estar presentes como parte de la formulación del producto.
- El control de estos agentes de deterioro debe considerar que tanto las lipasas como las lipooxigenasas deben tener origen microbiano por contaminación posterior al horneado, pues las temperaturas altas a que se somete la masa había desnaturalizado. (Calaveras, 2004)

### **2.7.3.4. Falta de Acidez**

El pH del pan con valores entre 5.7 y 5.9 o superiores, facilita la proliferación microbiana, no solamente la producida por mohos sino también por ahilamiento.

La reducción de pH por fermentación prolongada o por la adición de algunos reguladores de pH favorece un tiempo

mayor de conservación. Por otro lado, los conservantes tienen su máxima actividad en un medio ácido.

#### **2.7.3.5. Deterioro Mecánico**

Durante el almacenamiento y distribución del producto existe el riesgo de daño mecánico por aplastamiento de rumas ya sea en forma estática por el propio peso de las bolsas y la presión que ejercen sobre los envases de la parte inferior o durante el transporte por los efectos adicionales producidos por los arranques, frenados y la naturaleza irregular de los caminos.

#### **2.7.3.6. Recomendaciones:**

Entre los principales requisitos, para un Programa de Control de Calidad en el Proceso de Productos de Panadería, podemos mencionar:

- El control de calidad estará a cargo de personal calificado y debidamente capacitado.
- Las responsabilidades de control de calidad deben estar claramente definidas.
- La alta dirección de la empresa debe estar comprometida con la tarea del aseguramiento de la calidad.
- Inspeccionar continua y periódicamente la materia prima a insumos, así como aditivos necesarios para la fabricación del producto.
- Se deben guardar todos los informes acerca de los análisis realizados, los cuales deben ser registrados oportunamente, previamente preparados para brindar información rápida, concreta y puntual. En el caso del pan

de molde entonces, imprescindible conocer la harina y su calidad, así como el estado de los demás ingredientes.

- Control adecuado del proceso y de todas sus fases, cumpliendo con los parámetros y estándares predeterminados.
- Debe implementarse programas de limpieza, prevención y lucha contra plagas.
- Debe a su vez, considerarse un adecuado programa de capacitación al personal, en adecuadas condiciones de higiene y manipuleo para un adecuado desenvolvimiento en su labor, lo cual reanudara directamente en la calidad del producto.
- Es importante, por último, mantener actualizado el plan de control de calidad, el cual debe ir adaptándose a los cambios y modificaciones que pueda sucederse en planta.

### **III. MATERIALES Y METODOS**

#### **3.1. Lugar de ejecución:**

El presente trabajo de investigación se realizó en los siguientes ambientes:

- Laboratorio de Investigación y Desarrollo de Productos Agroindustriales de la Escuela de Ingeniería Agroindustrial – Universidad Nacional del Santa
- Laboratorio de Composición y Análisis de Productos Agroindustriales de la Escuela de Ingeniería Agroindustrial – Universidad Nacional del Santa.
- Instalaciones del área de panificación de la Planta Piloto Agroindustrial de la Universidad Nacional del Santa.
- Laboratorio de Microbiología y Toxicología de Productos Agroindustriales.
- Laboratorio de Impacto Ambiental y Lignología – Facultad de Ciencias – Universidad Nacional del Santa.

#### **3.2. Materiales:**

##### **3.2.1. Materia prima:**

Para la producción de pan de molde se utilizó como materia prima:

- Harina de trigo para panificación, Nicollini, lote N°612-82900, adquirido en Comercial D'GOBA E.I.R.L. (Nuevo Chimbote).
- Harina de arracacha. Obtenida de raíces adquiridas en el "Mercado La Perla"- (Chimbote).
- Ajonjolí molido. Obtenida de granos enteros adquiridas en el "Mercado La Perla"- (Chimbote).

### **3.2.2. Insumos:**

Para la producción de pan de molde se utilizó los siguientes insumos:

- Azúcar refinada, adquirida en Comercial "Ancash" S.A.C. (Chimbote).
- Levadura (*Saccharomyces cerevisiae*) seca-instantánea, Fleishman, adquirida en Comercial "Julissa" E.I.R.L. (Nuevo Chimbote).
- Manteca vegetal "Gordito", adquirida en Comercial "Ancash" S.A.C. (Chimbote).
- Sal de cocina-yodada, adquirida en comercial "Ancash" S.A.C. (Chimbote).
- Huevos pardos - "La Calera", adquiridos en el "Mercado La Perla" - (Chimbote).

### **3.3. Equipos e instrumentos, reactivos y otros materiales:**

Fueron necesarios para la realización de este trabajo de investigación los siguientes equipos e instrumentos, materiales y reactivos:

#### **3.3.1. Equipos e instrumentos:**

- Amasadora - sobadora marca NOVA, modelo k25, capacidad 40 kg.
- Balanza analítica marca ADAM, modelo PW-254.
- Cámara de fermentación NOVA, modelo MAX 1000.
- Colorímetro marca KONICA MINOLTA, modelo CR-400.
- Digestor de proteínas.
- Espectrofotómetro de absorción atómica a la llama marca BUCK SCIENTIFIC, modelo 210 VG
- Estufa marca Blue-M, modelo SW-17TC-1

- Horno rotatorio por convección marca NOVA, modelo MAX 1000.
- Mufla marca Thermolyne.
- Rebanadora de pan marca NOVA, modelo ESTANDAR.
- Set para extracción de grasas Soxhlet.
- Balanza gramera marca CAMRY, modelo EK2151H, d= 1 g

### **3.3.2. Reactivos:**

- Agua destilada
- Solución de hidróxido de sodio (0.1N y 0.01N)
- Fenolftaleína
- Etanol (96 °)
- Ácido sulfúrico (96%)
- Ácido clorhídrico, 37% (v/v)
- Ácido bórico 4%
- Rojo de metilo

### **3.3.3. Materiales de Vidrio y Otros**

- Tubos de ensayo de 100 ml
- Placas petri
- Pipetas de 10 ml
- Matraz de 250 ml y 100 ml
- Vaso de precipitación de 500 ml
- Bureta graduada
- Agitador de vidrio
- Probeta de 100 ml
- Capsula de porcelana
- Papel filtro
- Crisol
- Mechero bunsen

- Campana desecadora, etc.

### **3.4. Métodos:**

#### **3.4.1. Caracterización de las materias primas:**

##### **3.4.1.1. Caracterización de la Harina de Trigo:**

La harina de trigo utilizada fue caracterizada por las siguientes propiedades:

###### **3.4.1.1.1. Composición porcentual:**

Las determinaciones de la humedad, proteína y cenizas de la harina fueron realizadas por los métodos N°44-15 A de la AACC (1995), N°920.87 de la AOAC (1980) y 923.03 de la AOAC (1980). El contenido de grasa fue determinado según el método 920.39C de la AOAC (1997). Los carbohidratos totales se determinaron por diferencia (100% - de los otros componentes.) Las pruebas fueron analizadas por triplicado, excepto la determinación de proteína, grasa y carbohidratos.

###### **3.4.1.1.2. Colorimetría:**

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

###### **3.4.1.1.3. Granulometría:**

El tamaño de partícula de harina se determinó por triplicado por el método N° 965.22 de la AOAC (1997).

### **3.4.1.2. Caracterización de la harina de arracacha:**

La harina de arracacha utilizada fue caracterizada por las siguientes propiedades:

#### **3.4.1.2.1. Composición porcentual:**

Las determinaciones de la humedad, proteína y cenizas de la harina fueron realizadas por los métodos N°44-15 A de la AACC (1995), N°920.87 de la AOAC (1980) y 923.03 de la AOAC (1980). El contenido de grasa fue determinado según el método 920.39C de la AOAC (1997). Los carbohidratos totales se determinaron por diferencia (100% - de los otros componentes.) Las pruebas fueron analizadas por triplicado, excepto la determinación de proteína grasa y carbohidratos.

#### **3.4.1.2.2. Colorimetría:**

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

#### **3.4.1.2.3. Granulometría:**

El tamaño de partícula de harina se determinó por triplicado por el método N° 965.22 de la AOAC (1997)

### **3.4.1.3. Caracterización de la harina de ajonjolí:**

#### **3.4.1.3.1. Composición porcentual:**

Las determinaciones de la humedad, proteína y cenizas de la harina fueron realizadas por los métodos N°44-15 A de la AACC (1995), N°920.87 de la AOAC (1980) y 923.03 de la AOAC (1980). El contenido de grasa fue determinado según el método 920.39C de la AOAC (1997). Los carbohidratos totales se determinaron por diferencia (100% - de los otros componentes.) Las pruebas fueron analizadas por triplicado, excepto la determinación de proteína grasa y carbohidratos.

#### **3.4.1.3.2. Colorimetría:**

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

### **3.4.2. Cómputo Químico**

El score químico o cómputo químico se expresó como la cantidad (mg) de aminoácido esencial por gramo de la proteína en estudio en relación con la cantidad del mismo compuesto en la proteína de referencia (g), es decir, el patrón aminoácido establecido para el niño en edad escolar.

El resultado se expresó de manera porcentual. El valor más bajo que corresponde al score y el aminoácido que lo produce se denomina "primer limitante". El valor obtenido para cada aminoácido mayor a 100% expresa una proteína completa.

### 3.4.3. Planeamiento Experimental

El planeamiento experimental se realizó mediante un delineamiento factorial completo, Delineamiento Compuesto Central Rotacional (DCCR)  $2^2$ , donde las variables independientes son los niveles de harina de arracacha y harina de ajonjolí.

Los niveles varían en  $-\alpha$ ,  $-1$ ,  $0$ ,  $+1$ ,  $+\alpha$ , los valores reales correspondientes se encuentran en la siguiente tabla:

**TABLA 18:** Niveles de las variables independientes del delineamiento experimental (DCCR)  $2^2$ , incluyendo 4 ensayos factoriales, 4 ensayos en condiciones axiales y 3 repeticiones en el punto central

VARIABLES INDEPENDIENTES	NIVELES				
	$-\alpha$	$-1$	$0$	$+1$	$+\alpha$
HARINA DE ARRACACHA (%)	0	3	10	17	20
HARINA DE AJONJOLÍ (%)	0	1,5	5	8,5	10

Donde:  $\alpha = \pm 1.42$

La secuencia de ejecución de los experimentos fue aleatoria, definida a través de un sorteo previo, excepto para los puntos centrales.

**TABLA 19:** Valores codificados y valores reales del Diseño Central Compuesto Rotacional  $2^2$

Formulación	VALORES CODIFICADOS		VALORES REALES	
	$X_1$	$X_2$	HARINA DE ARRACACHA	HARINA DE AJONJOLÍ
1	-1	-1	3	1,5
2	1	-1	17	1,5
3	-1	1	3	8,5
4	1	1	17	8,5
5	$-\alpha$	0	0	5
6	$+\alpha$	0	20	5
7	0	$-\alpha$	10	0
8	0	$+\alpha$	10	10
9	0	0	10	5
10	0	0	10	5
11	0	0	10	5

#### 3.4.4. Procedimiento para la elaboración de pan de molde

El procedimiento para la elaboración de pan de molde estuvo descrito por las siguientes etapas:

##### 3.4.4.1. MÉTODO DE ELABORACIÓN DE PAN DE MOLDE ESTÁNDAR:

Se incorpora todos los componentes necesarios en la amasadora para el procesamiento del pan de molde. Siempre se trabaja en la primera velocidad para tener un mejor control de la temperatura de la masa.

El tiempo de amasado depende de cuando la masa toma el punto "liga o gluten", el que nos indica cuando la masa está lista y posteriormente se detiene el amasado. Luego se procede a la división en masas cuya finalidad es obtener una mayor superficie

de contacto con la temperatura del ambiente, que facilite el enfriamiento de la masa.

El boleado se realiza de forma manual, apretando suavemente la porción de masa y dando un ligero movimiento de rotación hacia dentro, hasta que se obtenga una forma esférica y una superficie lisa. Se deja reposar, luego se corta le da forma elíptica a cada uno. Finalmente se les coloca en sus respectivos moldes. Éstos se colocan en un coche o carrito panadero, luego ingresan a la cámara de fermentación a una humedad relativa de 69% y 31 °C de temperatura por un tiempo aproximado de 1 hora y 40 minutos, este tiempo depende del comportamiento y desarrollo de la masa con respecto al molde. La altura que se recomienda es los  $\frac{3}{4}$  del molde, pues en el horneado termina por crecer aún más. El objetivo de esta etapa del proceso, es obtener un volumen adecuado de la pieza.

Luego se colocan los moldes en el horno rotatorio a una temperatura de 140 °C por un tiempo de 45 minutos. Luego de ser horneados, los panes son sacados de sus moldes y colocados en fuentes secas y frías, y llevadas a una zona fresca, seca y libre de contaminación. Los panes son rebanados y luego envasados en bolsas polipropileno litografiadas selladas con un amarre. Finalmente se procede a almacenar a temperatura ambiente.

**TABLA 20:** Fórmula para un pan de molde estándar

<b>INSUMOS</b>	<b>%</b>	<b>g</b>
<b>Harina especial</b>	<b>100</b>	<b>1,000</b>
Mejorador Enzimático	1	0,010
Antimoho	0,3	0,003
Sal	2	0,020
Azúcar	8	0,080
Agua	50	0,500
Levadura seca	2	0,020
Manteca	10	0,100
Emulsionante	1	0,010

Fuente: Elaboración propia

**a. Recepción:**

El procedimiento en esta etapa está marcado por la llegada de la materia prima e insumos al área de proceso, la cual deberá ser debidamente evaluada su calidad minuciosamente.

**b. Pesado:**

En esta etapa se pesan las materias primas e insumos según las formulaciones de cada ensayo. Operación que se realizó en una balanza. Esta operación permitió determinar la cantidad de materia prima que ingresa, además podemos determinar el rendimiento final y cuando se va perdiendo en cada proceso.

**c. Amasado y Sobado:**

Para cada formulación los ingredientes fueron mezclados en una amasadora-sobadora mecánica marca NOVA, modelo k25, capacidad de 40kg, el tiempo de mezcla en velocidad lenta fue de 5 min y luego se procedió a monitorear el tiempo hasta que se produjo el desenvolvimiento del gluten (formación del punto liga o gluten) el cual indica que la masa esta lista.

**d. Boleado y Moldeado:**

Previo al boleado la masa fue dividida en porciones de 650gr para tener mayor superficie de contacto con la temperatura ambiente, luego se realizó el boleado de forma manual, apretando suavemente la porción de masa dando un ligero movimiento de rotación hacia adentro, hasta que se obtuvo una forma esférica y una superficie lisa, después se dejó la masa reposando por un periodo de 15min, se le dio forma elíptica y las porciones fueron puestas en el molde previamente untados de manteca.



**FIGURA 02:** Boleado y moldeado del pan de molde

**e. Fermentación:**

La masa luego fue mantenida en la cámara de fermentación (marca NOVA, modelo MAX 1000) en condiciones de 28 °C y 69% HR; el tiempo en cada ensayo dependió del comportamiento y desarrollo de la masa con respecto al molde para lo cual hubo monitoreo continuo.



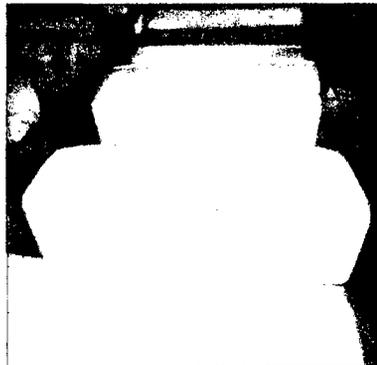
**FIGURA 03:** Fermentación del pan de molde.

**f. Horneado:**

Las masas fueron colocadas en el horno (marca NOVA, modelo MAX 1000) a 140 °C por 45min.

**g. Enfriamiento:**

Los panes fueron sacados de sus moldes y colocados en fuentes secas y frías en una zona fresca, libre de contaminación.



**FIGURA 04:** Enfriamiento del pan de molde.

**h. Rebanado y Embolsado:**

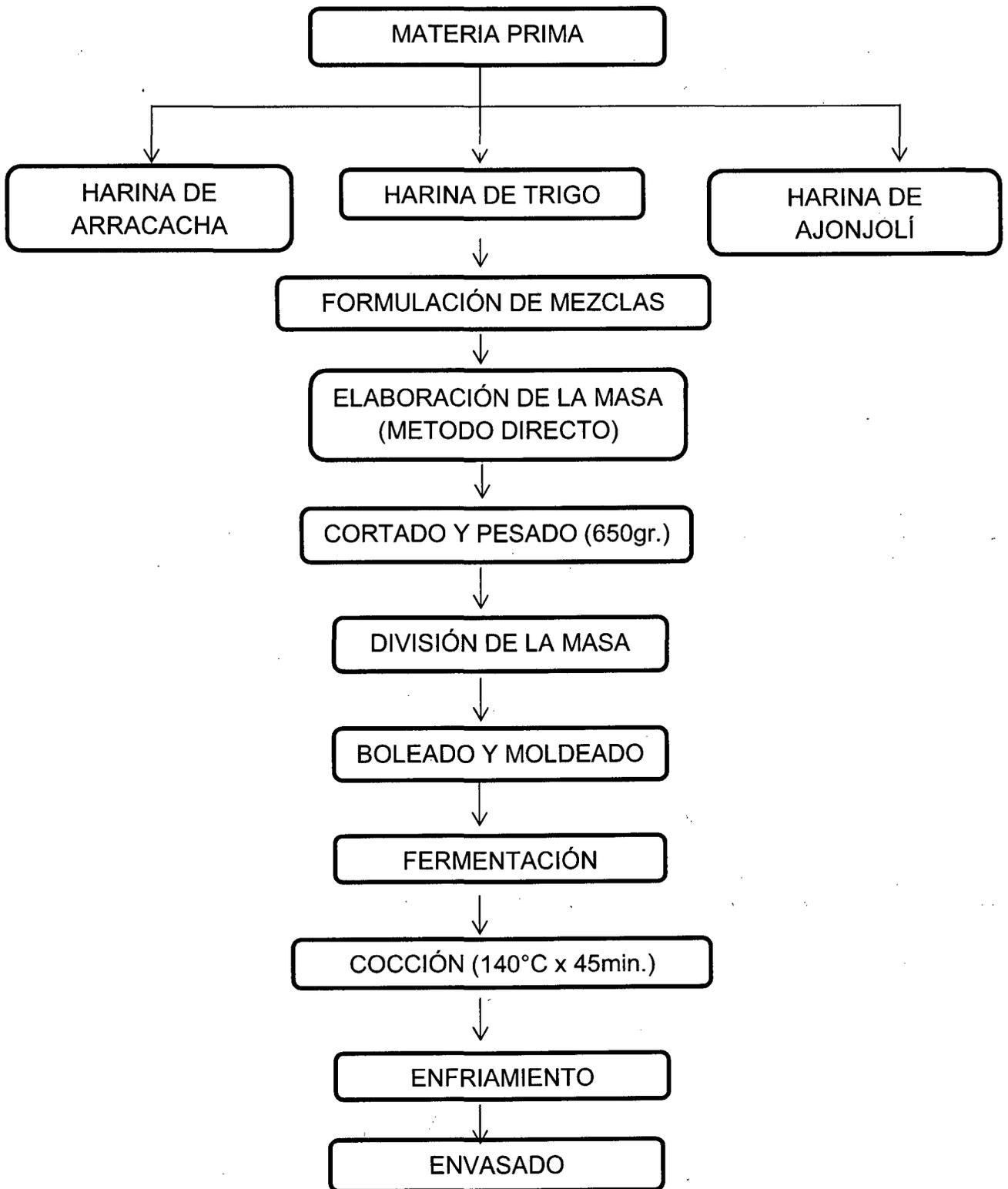
Los panes de molde fueron rebanados en la cortadora o rebanadora (marca NOVA, modelo ESTANDAR) y luego embolsado en bolsas de polipropileno.



**FIGURA 05:** Rebanado y embolsado del pan de molde.

**i. Almacenamiento:**

El almacenamiento se dio en un ambiente limpio, fresco, a temperatura ambiente.



**FIGURA 06:** Diagrama de flujo utilizado en el proceso

### **3.4.5. Evaluación de la calidad de los panes:**

Los panes producidos fueron caracterizados a través de los siguientes análisis:

#### **3.4.5.1. Volumen específico**

El volumen del producto se encontró por el método de desplazamiento de semillas de baja densidad (alpiste), una hora después del horneado. El recipiente utilizado para el cálculo fue de plástico.



**FIGURA 07:** Determinación del volumen específico-método de semilla

#### **3.4.5.2. Color de corteza y miga**

Para la determinación del color de la corteza y la miga de los panes fue utilizado el colorímetro (Marca, KONIKA MINOLTA) siguiendo el sistema CIE-lab, determinándose los valores de  $L^*$  luminosidad (Negro 0 / Blanco 100),  $a^*$  (verde - / rojo +) y  $b^*$  (azul - / amarillo +).

La cromacidad ( $C^*$ ) y el ángulo de tonalidad ( $h^*$ ), fue calculado según Minolta (1993).

El color de la miga fue realizada en el centro de la rebanada del pan, por triplicado y el color de la corteza en la parte superior del pan, en el punto medio.

La cromacidad fue determinado utilizando la siguiente ecuación:

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

El ángulo de tonalidad h fue determinado por:

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

#### **3.4.5.3. Análisis Sensorial**

Se realizó el análisis sensorial a las 11 formulaciones, además de la muestra patrón.

Los panes fueron evaluados por 30 panelista no entrenados, de ambos sexos, con edades que fluctuaban entre 9 y 10 años de edad, todos ellos estudiantes del I.E. Experimental de la Universidad Nacional del Santa.

Las características evaluadas fueron, color, olor, textura, sabor e intención de compra. Las fichas de evaluación fueron elaboradas teniendo en cuenta una escala hedónica de 5 puntos (1= Muy agradable y 5= Muy desagradable). Tratándose de niños en edad escolar, la intención de compra fue evaluada con solo dos alternativas: sí o no. La ficha usada para la evaluación sensorial se encuentra en el ANEXO IV.

#### **3.4.5.4. Análisis Estadístico**

Se utilizó el programa estadístico STATGRAPHICS Centurión XV.II, para determinar los efectos de las variables independientes, calcular los coeficientes de regresión, análisis de varianza (ANOVA) y la construcción de las superficies de respuestas con nivel de significancia de 5%.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Caracterización de la Materia Prima

#### 4.1.1 Caracterización de la Harina de Trigo

##### 4.1.1.1 Composición Porcentual

Los valores de la composición centesimal están representados en la tabla:

**TABLA 21:** Composición Porcentual (%) de la Harina de Trigo

COMPONENTES %	HARINA DE TRIGO
Humedad	13.4 ± 0.19
Proteína *	10.93
Cenizas	1.01 ± 0.032
Grasa	1.7 ± 0.35
Carbohidratos	72.96

\* Valor obtenido de muestra analizada en la empresa CERTIFICAL. Lima.

Los resultados mostrados en la tabla nos indican que la harina de trigo tenía un porcentaje de 13.4 % de humedad y 1.01 % Cenizas los cuales cumplen con la normativa del CODEX ALIMENTARIUS 152 – 1985. Así mismo se obtuvo un porcentaje de proteína de 10.93 %

El contenido de cenizas de trigo se encuentra principalmente en el pericarpio; así que en la harina de trigo blanca habrá una pequeña

cantidad de cenizas, lo que indica baja contaminación en el proceso de molienda.

#### 4.1.1.2 Colorimetría Harina de trigo

**TABLA 22:** Color instrumental CIE L.a.b de la harina de trigo

<b>Materia Prima</b>	<b>Trigo</b>
<b>Luminosidad (L)</b>	99.22 ± 0.19
<b>a</b>	0.16 ± 0.08
<b>b</b>	12.41 ± 0.08
<b>Cromacidad (C)</b>	12.51 ± 0.06
<b>Angulo de tonalidad (h)</b>	87.36 ± 0.19

El valor presentado de b\* en la tabla muestra la tendencia al color amarillo, atributo que podría ser relacionado a la presencia de carotenoides y el valor de a\* una ligera tendencia al color verde.

La variabilidad del color de la harina de trigo se verá afectada por variables como el genotipo del trigo, extracción de la harina, condicionamiento del grano antes de la molienda, el tamaño de partícula, el almacenamiento, condiciones climáticas de la cosecha y el lugar de la siembra. (Ortolan 2006).

#### 4.1.1.3 Granulometría Harina de trigo

**TABLA 23:** Granulometría de la harina de trigo

<b>Nº Malla</b>	<b>% Retención</b>
<b>20</b>	0.54 ± 0.20
<b>35</b>	0.23 ± 0.04
<b>60</b>	21.48 ± 0.13
<b>80</b>	21.77 ± 0.23
<b>100</b>	14.24 ± 0.17
<b>Fondo</b>	7.11 ± 0.18

La tabla representa la distribución de partícula de harina de trigo. Se observa a 57.39% de las partículas se encuentran entre la malla de 60 y 100. Para la harina, se esperaba encontrar partículas de menor tamaño (malla 20 y 35) lo que indica que el método no puede ser el más adecuado para las partículas finas que tienden a aglomerarse con la vibración de las mallas.

#### 4.1.2 Caracterización de la Harina de Arracacha

##### 4.1.2.1 Composición Porcentual

Los valores de la composición centesimal están representados en la tabla:

**TABLA 24:** Composición Porcentual (%) de la Harina de Arracacha

COMPONENTES %	HARINA DE ARRACACHA
Humedad	12.1 ± 0.09
Proteína *	2.2
Cenizas	2.93 ± 0.26
Grasa	1.8 ± 0.05
Carbohidratos	80.87

\* Valor obtenido de muestra analizada en la empresa CERTIFICAL. Lima.

Los resultados mostrados en la tabla nos indican que la harina de arracacha presenta un porcentaje de 12.1% en Humedad y 2.93 % en Cenizas, los cuales cumplen con las Tablas Peruanas de Composición de Alimentos. Así mismo se obtuvo un porcentaje de proteína 2.2 %, este último resultado es el entregado por el laboratorio Certifical, empresa a la que se encargó la determinación de proteínas en nuestras muestras.

#### 4.1.2.2 Colorimetría Harina de Arracacha

TABLA 25: Color instrumental CIE L.a.b de la harina de arracacha

Materia Prima	Harina de Arracacha
Luminosidad (L)	86.35 ± 0.11
a	0.92 ± 0.13
b	9.74 ± 0.13
Cromacidad (C)	9.51 ± 0.04
Angulo de tonalidad (h)	88.46 ± 0.14

El valor presentado de b\* en la tabla muestra la tendencia al color amarillo, atributo que podría ser relacionado a la presencia de carotenoides y el valor de a\* una ligera tendencia al color verde.

La variabilidad del color de la harina de arracacha se verá afectada por las variables de extracción de la harina, condiciones climáticas. (Ortolan 2006)

#### 4.1.2.3 Granulometría de la Harina de Arracacha

TABLA 26: Granulometría de la harina de Arracacha

Nº Malla	% Retención
20	9.12 ± 0.23
35	24.9 ± 0.46
60	30.78 ± 0.20
80	19.77 ± 0.19
100	10.32 ± 0.08
Fondo	5.11 ± 0.12

La tabla representa la distribución de partícula de harina de arracacha. Se observa a 34.68 % de las partículas se encuentran entre la malla 35 y 60. Para la harina de arracacha, se esperaba encontrar partículas de mayor tamaño (malla 20 y 35) lo que indica que el método puede ser el más adecuado para las partículas gruesas.

#### 4.1.3 Caracterización de la Harina de Ajonjolí

##### 4.1.3.1 Composición Porcentual

Los valores de la composición centesimal están representados en la tabla:

**TABLA 27:** Composición Porcentual (%) de la Harina de Ajonjolí

COMPONENTES %	HARINA DE AJONJOLÍ
Humedad	11.08 ± 0.42
Proteína *	20.11
Cenizas	1.84 ± 0.48
Grasa	18.67 ± 0.05
Carbohidratos	48.3

\* Valor obtenido de muestra analizada en la empresa CERTIFICAL. Lima.

Los resultados mostrados en la tabla nos indican que la harina de ajonjolí presenta un porcentaje de 11.08 % Humedad y 1.84 % Cenizas los cuales cumplen con las Tablas peruanas de composición de alimentos. Así mismo se obtuvo un porcentaje de proteína de 20.11 %.

#### 4.1.3.2 Colorimetría de la Harina de Ajonjolí

**TABLA 28:** Color instrumental CIE L.a.b de la Harina de Ajonjolí

<b>Materia Prima</b>	<b>Harina de Ajonjolí</b>
<b>Luminosidad (L)</b>	87.34 ± 0.14
<b>a</b>	3.32 ± 0.13
<b>b</b>	12.82 ± 0.13
<b>Cromacidad (C)</b>	24.76 ± 0.17
<b>Angulo de tonalidad (h)</b>	86.46 ± 0.14

El valor presentado de b\* en la tabla muestra la tendencia al color amarillo, atributo que podría ser relacionado a la presencia de carotenoides y el valor de a\* una ligera tendencia al color verde.

La variabilidad del color de la harina de ajonjolí se verá afectada por las variables de extracción para su elaboración de harina, el tamaño de partícula, el almacenamiento, condiciones climáticas de la cosecha y el lugar de la siembra. (Ortolan, 2006)

#### 4.4. Computo Químico

**TABLA 29:** Cómputo Químico de los Ensayos del Planteamiento Experimental

		f1	f2	f3	f4	f5	f6	f7	f8	f9	f10	f11	Patrón
<b>FORMULACIONES (%)</b>	<b>HARINA DE TRIGO</b>	95.5	81.5	88.5	74.5	95	75	90	80	85	85	85	100
	<b>HARINA DE ARRACACHA</b>	3	17	3	17	0	20	10	10	10	10	10	0
	<b>AJONJOLÍ</b>	1.5	1.5	8.5	8.5	5	5	0	10	5	5	5	0
<b>SCORE QUÍMICO (%)</b>	Isoleucina	114.6	104.5	115.2	105.1	117.1	102.6	109.4	110.3	109.9	109.9	109.9	116.7
	Leucina	118.6	110.7	118.1	110.3	120	108.8	114.7	114.1	114.1	114.4	114.4	120.3
	<b>Lisina</b>	68.9	<b>69.4</b>	68.5	68.9	68.6	69.2	69.2	68.6	68.6	68.9	68.9	<b>68.9</b>
	Metionina+Cistina	193.8	184.6	195.1	185.9	196.4	183.3	188.9	190.8	190.8	189.9	189.9	195.5
	Fenilalanina + tirosina	211.6	215.9	212.5	216.7	211.2	217.2	213.6	214.8	214.8	214.2	214.2	210.5
	Treonina	134.1	129.2	135.6	130.8	135.9	129	131.3	133.5	133.5	132.4	132.4	134.8
	Triptofano	211	254.3	219	262.3	205.7	267.6	230.9	242.3	242.3	236.6	236.6	200
	Valina	117.4	102.4	117.7	102.7	120.7	99.3	109.8	110.2	110.2	110	110	120.5
	Histidina	161.8	138.5	162.6	139.3	167.2	133.9	150	151.1	150.6	150.6	150.6	166.7

De la evaluación de cómputo químico podemos observar que la Lisina sigue siendo el aminoácido limitante, siendo la formulación 4(17% de arracacha y 1.5% de ajonjolí) la que logra alcanzar un mayor nivel de aminoácidos, sin embargo no alcanza a cubrir los requerimientos que exige la FAO (70 %) para el aminoácido limitante.

Luego, en los resultados para la determinación de proteína en las formulaciones encontraremos diferencias con los resultados aquí mostrados, particularmente en lo referido a la mejor formulación como lo veremos más adelante.

#### 4.5. Evaluación Físico Química de la calidad de los panes

##### 4.5.1. Volumen Específico:

**TABLA 30:** Volumen específico de los panes de molde

ENSAYOS	Harina de Arracacha	Harina de Ajonjolí	Volumen específico (cm <sup>3</sup> /g)
F1	-1	-1	4,13
F2	+1	-1	4,8
F3	-1	+1	4,71
F4	+1	+1	4,35
F5	-1,42	0	<b>5,27</b>
F6	+1,42	0	4,83
F7	0	-1,42	4,74
F8	0	+1,42	5,2
F9	0	0	4,84
F10	0	0	4,49
F11	0	0	4,99
<b>PATRÓN</b>	-	-	<b>5,37</b>

Como se observa en la tabla, los panes obtuvieron volúmenes que fluctúan entre 4,13 y 5,27 cm<sup>3</sup>/g, siendo las formulaciones 5 (0% de harina de arracacha y 5% de harina de ajonjolí) y la formulación 8 (3% de harina de arracacha y 1.5% de harina de ajonjolí) las que presentaron mayores volúmenes específicos con 5,27 y 5.2 cm<sup>3</sup>/g respectivamente.

Asimismo se observa que el patrón producido (que no contiene ninguna de las variables de la formulación), presentó un volumen específico de 5,37 cm<sup>3</sup>/g y que ninguna de las formulaciones logró superarla en cuanto a esta característica.

Aquí es necesario señalar el papel que cumple la proteína del trigo (gluten) ya que al realizarse la sustitución, en las diferentes formulaciones, disminuye la cantidad de gluten presente en la masa y por lo tanto no habrá la capacidad de retener los gases producto de la fermentación y de la cocción. De allí que se obtuvieran los valores más altos para volumen específico en las formulaciones 5 y 8 que tienen un nivel de sustitución menor.

Además se puede apreciar que hay una aproximación en los valores obtenidos para las formulaciones con condición de punto central lo que indica una buena repetitividad del proceso.

**TABLA 31:** Efectos estimados para VOLUMEN ESPECÍFICO (cm<sup>3</sup>/g)

Efecto	Estimado	Error Estd.	V.I.F.
Promedio	4.64762	0.186031	
A:HARINA DE ARRACACHA	-0.677778	0.323883	1.0
B:HARINA DE AJONJOLÍ	0.256566	0.323883	1.0
AA	0.539648	0.545929	1.10116
AB	-0.265306	0.657673	1.0
BB	0.0796485	0.545929	1.10116

Errores estándar basados en el error total con 5 g.l.

Esta tabla muestra las estimaciones para cada uno de los efectos estimados y las interacciones. También se muestra el error estándar de cada uno de estos efectos, el cual mide su error de muestreo. Note también que el factor de inflación de varianza (V.I.F.) más grande, es igual a 1.10116. Para un diseño perfectamente ortogonal, todos los factores serían igual a 1. Factores de 10 o más normalmente se interpretan como indicativos de confusión seria entre los efectos.

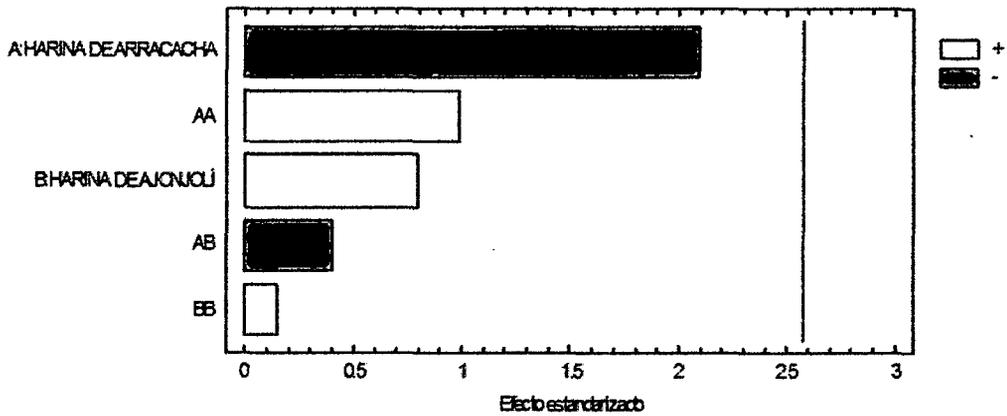
**TABLA 32:** Análisis de varianza para volumen específico - pan de molde con sustitución parcial

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A:HARINA DE ARRACACHA	0.454789	1	0.454789	4.38	0.0906
B:HARINA DE AJONJOLÍ	0.0651677	1	0.0651677	0.63	0.4642
AA	0.101476	1	0.101476	0.98	0.3683
AB	0.0169	1	0.0169	0.16	0.7033
BB	0.00221052	1	0.00221052	0.02	0.8897
Error total	0.519257	5	0.103851		
Total (corr.)	1.16029	10			

<b>R-cuadrada</b>	= 55.2477 %
R-cuadrada (ajustada por g. l.)	= 10.4955 %
Error estándar del est.	= 0.32226
Error absoluto medio	= 0.160661
Estadístico Durbin-Watson	= 1.26912 (P=0.1082)
Autocorrelación residual de Lag 1	= -0.00543246

La tabla ANOVA particiona la variabilidad de VOLUMEN ESPECÍFICO en piezas separadas para cada uno de los efectos. Entonces prueba la significancia estadística de cada efecto comparando su cuadrado medio contra un estimado del error experimental. En este caso, 0 efectos tienen un valor-P menor que 0.05, indicando que son significativamente diferentes de cero con un nivel de confianza del 95.0%.

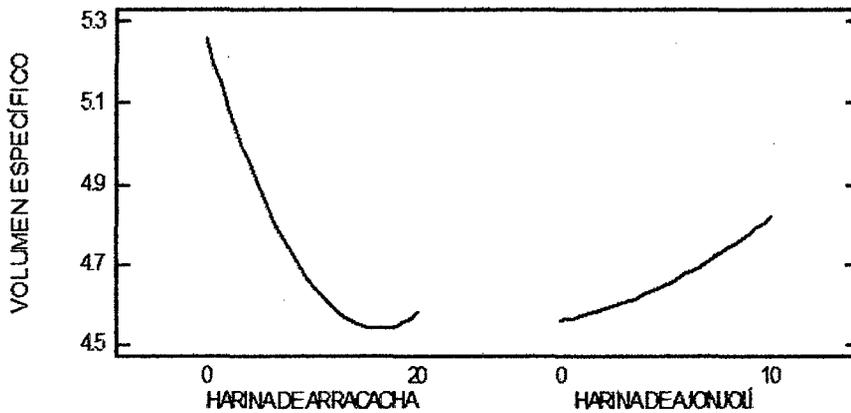
El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo, así ajustado, explica 55.2477% de la variabilidad en VOLUMEN ESPECÍFICO. El estadístico R-cuadrada ajustada, que es más adecuado para comparar modelos con diferente número de variables independientes, es 10.4955%. El error estándar del estimado muestra que la desviación estándar de los residuos es 0.32226. El error medio absoluto (MAE) de 0.160661 es el valor promedio de los residuos. El estadístico de Durbin-Watson (DW) prueba los residuos para determinar si haya alguna correlación significativa basada en el orden en que se presentan los datos en el archivo. Puesto que el valor-P es mayor que 5.0%, no hay indicación de autocorrelación serial en los residuos con un nivel de significancia del 5.0%, esto nos lleva a no poder encontrar una gráfica de superficie de respuesta para los efectos estudiados.



**FIGURA 08:** Diagrama de Pareto estandarizado para Volumen Especifico

El Diagrama de Pareto grafica los estimados en orden decreciente de importancia. La longitud de cada barra es proporcional al efecto estandarizado, el cual es el efecto estimado dividido entre su error estándar.

Cualquiera que se extienda más allá de la línea corresponde a efectos que son estadísticamente significativos con un 95.0% de nivel de confianza. En este caso, no hay efectos significativos.



**FIGURA 09:** Gráfica de efectos especiales para Volumen Especifico

La gráfica nos muestra el efecto negativo en el volumen específico al incrementarse el nivel de sustitución de harina de arracacha, lo que concuerda con la bibliografía; sin embargo, aparentemente la adición de ajonjolí no tiene el mismo efecto, lo que resulta contradictorio.

#### 4.5.2. Color de Miga y Corteza

##### Color en la miga

**TABLA 33:** Color instrumental CIE L.a.b para la miga de los panes de molde

ENSAYOS	HARINA DE ARRACACHA	HARINA DE AJONJOLI	L* Luminosidad	a*	b*	C* Cromacidad	h° Angulo de tonalidad
1	-1	-1	80.0574	-1.673	15.4461	15.5364	96.1819
2	+1	-1	76.6578	- 1.0881	21.8678	21.8948	92.8486
3	-1	+1	76.7347	-1.717	16.7099	16.7979	95.8669
4	+1	+1	83.8198	- 1.7114	13.8829	13.988	97.0276
5	-1.42	0	76.4178	- 1.0658	17.9945	18.0261	93.3896
6	+1.42	0	76.1459	- 1.3094	16.9568	17.0073	94.4156
7	0	-1.42	75.5328	- 1.4787	13.6498	13.7297	96.1827
8	0	+1.42	78.5462	- 1.5901	17.494	17.5661	95.1936
9	0	0	77.3997	- 1.5279	17.8322	17.8975	94.8971
10	0	0	73.3635	- 1.0809	18.0456	18.078	93.4279
11	0	0	76.8048	- 1.4034	21.0291	21.0758	93.8181
<b>PATRON</b>	-	-	<b>86.3265</b>	- <b>1.7452</b>	<b>13.4802</b>	<b>13.5927</b>	<b>97.3767</b>

### **Luminosidad de la miga del pan de molde:**

La luminosidad varía entre 73.3635 y 83.8198 siendo las formulaciones 1 (20% de harina de arracacha y 5% de harina de ajonjolí) y 4 (17% de harina de arracacha y 1.5% de harina ajonjolí) las cuales presentan mayor grado de luminosidad, con 80.0574 y 83.8198 respectivamente.

El ensayo N° 4 es la formulación que presenta el grado más cercano a la muestra patrón de 86.3265.

### **Cromacidad de la miga del pan de molde:**

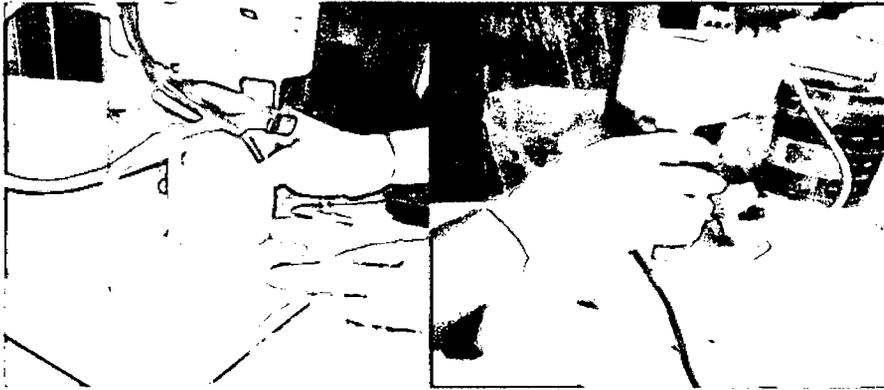
La cromacidad varía entre 13.7297 y 21.8948 siendo las formulaciones 2 (10% de harina de arracacha y 10% de harina de ajonjolí) y 11 (10% de harina de arracacha y 0% de harina ajonjolí) las cuales presentan mayor grado de luminosidad, con 21.8948 y 21.0758 respectivamente.

El ensayo N° 7 es la formulación que presenta el grado más cercano a la muestra patrón de 13.5927.

### **Angulo de tonalidad de la miga del pan de molde:**

El ángulo de tonalidad varía entre 92.8486 y 97.0276 siendo las formulaciones 4 (17% de harina de arracacha y 1.5% de harina ajonjolí) y 7 (10% de harina de arracacha y 8.5% de harina ajonjolí) las cuales presentan mayor grado de luminosidad, con 97.0276 y 96.1827 respectivamente.

El ensayo N° 4 es la formulación que presenta el grado más cercano a la muestra patrón de 97.3767.



**FIGURA 10:** Comparación de color en corteza y miga

**Color en la corteza**

**TABLA 34:** Color instrumental CIE L.a.b para la corteza de los panes de molde

ENSAYOS	HARINA DE ARRACACHA	HARINA DE AJONJOLI	L* Luminosida d	a*	b*	C* Cromacidad	h° Angulo de tonalidad
1	-1	-1	60.816	12.191 8	40.1207	41.932	73.0971
2	+1	-1	58.923	13.013 1	39.6566	41.737	71.8331
3	-1	+1	59.431	13.807 6	40.0525	42.366	70.979
4	+1	+1	65.414	10.015 9	37.1769	38.502	74.9218
5	-1.42	0	57.06	14.132 7	39.1085	41.584	70.1316
6	+1.42	0	57.016	11.779 2	36.7779	38.618	72.2408
7	0	-1.42	61.877	11.274 5	37.6302	39.283	73.3211
8	0	+1.42	57.812	13.056 5	38.8524	40.988	71.4249
9	0	0	57.488	12.999 1	37.6148	39.798	70.9356
10	0	0	59.778	11.404 3	36.5137	38.253	72.6549
11	0	0	56.281	13.459 8	38.2278	40.528	70.603
<b>PATRÓN</b>	-	-	<b>68.336</b>	<b>10.156</b>	<b>38.625</b>	<b>39.938</b>	<b>75.2675</b>

### **Luminosidad de la corteza del pan de molde:**

La luminosidad varía entre 56.281 y 65.414 siendo las formulaciones 4 (17% de harina de arracacha y 1.5% de harina ajonjolí) y 7 (10% de harina de arracacha y 8.5% de harina ajonjolí) las cuales presentan mayor grado de luminosidad, con 65.414 y 61.877 respectivamente.

El ensayo N° 4 es la formulación que presenta el grado más cercano a la muestra patrón de 68.336.

### **Cromacidad de la corteza del pan de molde:**

La cromacidad varía entre 38.253 y 42.366 siendo las formulaciones 1 (20% de harina de arracacha y 5% de harina de ajonjolí) y 3 (10% de harina de arracacha y 5% de harina ajonjolí) las cuales presentan mayor grado de luminosidad, con 41.932 y 42.366 respectivamente.

El ensayo N° 7 es la formulación que presenta el grado más cercano a la muestra patrón de 39.938.

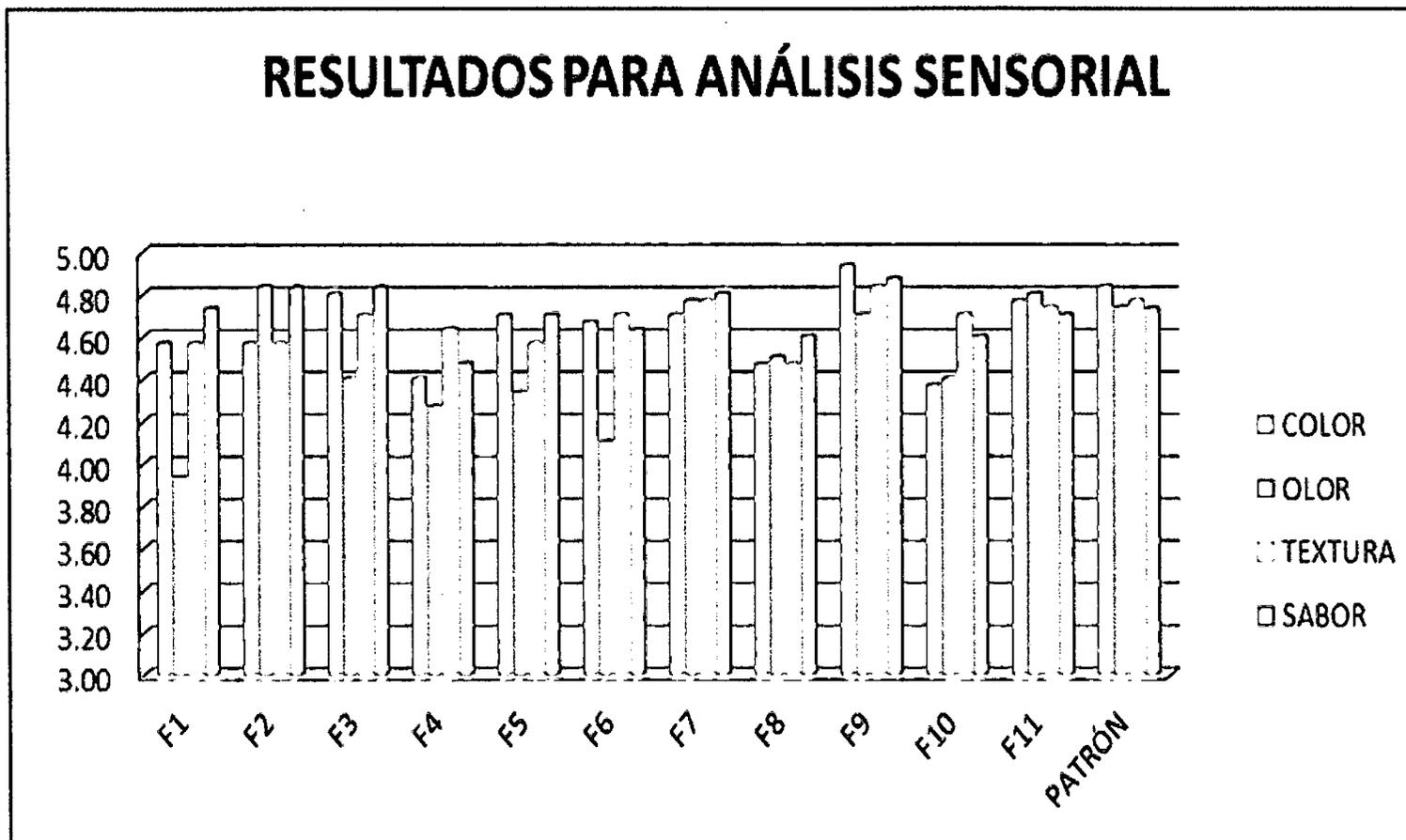
### **Angulo de tonalidad de la corteza del pan de molde:**

El ángulo de tonalidad varía entre 70.1316 y 74.9218 siendo las formulaciones 4 (17% de harina de arracacha y 1.5% de harina ajonjolí) y 7 (10% de harina de arracacha y 8.5% de harina ajonjolí) las cuales presentan mayor grado de luminosidad, con 74.9218 y 73.3211 respectivamente.

El ensayo N° 4 es la formulación que presenta el grado más cercano a la muestra patrón de 75.2675

### 4.5.3. Análisis Sensorial

FIGURA 11: Muestra los resultados para el análisis sensorial realizado a los 11 tratamientos y a la muestra patrón.



El análisis de los ensayos en relación al patrón demuestra que, en el atributo **color** se tiene como el de mayor preferencia al ensayo f11 y al de menor preferencia al ensayo f4.

El análisis de los ensayos en relación al patrón demuestra que, en el atributo **olor** se tiene como indicador más alto al ensayo f8 y al de menor preferencia a los ensayos f6 y f10.

El análisis de los ensayos en relación al patrón demuestra que, en el atributo de **textura** se tiene como indicador más alto al ensayo f11 y al de menor preferencia a los ensayos f1, f5, f6 y f8.

El análisis de los ensayos en relación al patrón demuestra que, en el atributo de **sabor** se tiene como indicador más alto al ensayo f11 y al de menor preferencia al ensayo f2.

En general, de los resultados de análisis sensorial se observa que el ensayo f11 es el que tiene mayores puntajes, particularmente en cuanto a color, sabor y textura y en cuanto a olor supera la promedio, seguido de la formulación f3.

Se aprecia que, a mayores niveles de sustitución también disminuye el nivel de aceptabilidad en todas las características.



**FIGURA 12:** Prueba de análisis sensorial en I.E.E.-U.N.S.

#### 4.5.4. Valor Proteico:

**TABLA 35:** valores proteicos para las diferentes formulaciones

<b>N° DE ENSAYO</b>	<b>HUMEDAD (%)</b>	<b>CENIZAS (%)</b>	<b>PROTEINAS (%)</b>
<b>F1</b>	<b>32,16</b>	<b>1,98</b>	<b>10,31</b>
<b>F2</b>	<b>28,33</b>	<b>1,39</b>	<b>11,62</b>
<b>F3</b>	<b>31,76</b>	<b>1,12</b>	<b>11,39</b>
<b>F4</b>	<b>31,04</b>	<b>1,8</b>	<b>10,47</b>
<b>F5</b>	<b>28,93</b>	<b>2,16</b>	<b>12,35</b>
<b>F6</b>	<b>27,65</b>	<b>1,6</b>	<b>11,19</b>
<b>F7</b>	<b>30,84</b>	<b>1,14</b>	<b>11,66</b>
<b>F8</b>	<b>27,62</b>	<b>2,06</b>	<b>11,76</b>
<b>F9</b>	<b>31,15</b>	<b>1,4</b>	<b>11,09</b>
<b>F10</b>	<b>28,63</b>	<b>1,69</b>	<b>10,99</b>
<b>F11</b>	<b>29,79</b>	<b>1,78</b>	<b>12,01</b>
<b>PATRÓN</b>	<b>28,56</b>	<b>1,75</b>	<b>10,75</b>

La evaluación proteica de las formulaciones arrojó valores que fluctúan entre el 10,31 % y 12,35%, siendo el valor más alto en contenido de proteínas la formulación f5 (0% de harina de arracacha y 5% de harina ajonjolí) con 12,35%.

Estos resultados también reflejan que, excepto en los casos de las formulaciones f1 y f4, la sustitución parcial de harina de arracacha y ajonjolí ha elevado en valor proteico del pan de molde común (muestra patrón). El valor más cercano al patrón de 10.75%, fue la formulación f10, con 10,99%.

**TABLA 36:** Efectos estimados para PROTEINA (%)

Efecto	Estimado	Error Estd.	V.I.F.
promedio	11.1645	0.368715	
A:HARINA DE ARRACACHA	-1.02727	0.641938	1.0
B:HARINA DE AJONJOLÍ	0.0818182	0.641938	1.0
AA	1.27772	1.08203	1.10116
AB	0.387755	1.30351	1.0
BB	-0.252285	1.08203	1.10116

Errores estándar basados en el error total con 5 g.l.

Esta tabla muestra las estimaciones para cada uno de los efectos estimados y las interacciones. También se muestra el error estándar de cada uno de estos efectos, el cual mide su error de muestreo. Note también que el factor de inflación de varianza (V.I.F.) más grande, es igual a 1.10116. Para un diseño perfectamente ortogonal, todos los factores serían igual a 1. Factores de 10 o más normalmente se interpretan como indicativos de confusión seria entre los efectos.

**TABLA 37: Análisis de Varianza para PROTEINA**

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A:HARINA DE ARRACACHA	1.04474	1	1.04474	2.56	0.1704
B:HARINA DE AJONJOLÍ	0.00662727	1	0.00662727	0.02	0.9035
AA	0.568863	1	0.568863	1.39	0.2908
AB	0.0361	1	0.0361	0.09	0.7781
BB	0.022178	1	0.022178	0.05	0.8249
Error total	2.03982	5	0.407963		
Total (corr.)	3.85309	10			

**R-cuadrada** = 47.0603 %

R-cuadrada (ajustada por g.l.) = 0.0 por ciento

Error estándar del est. = 0.63872

Error absoluto medio = 0.314284

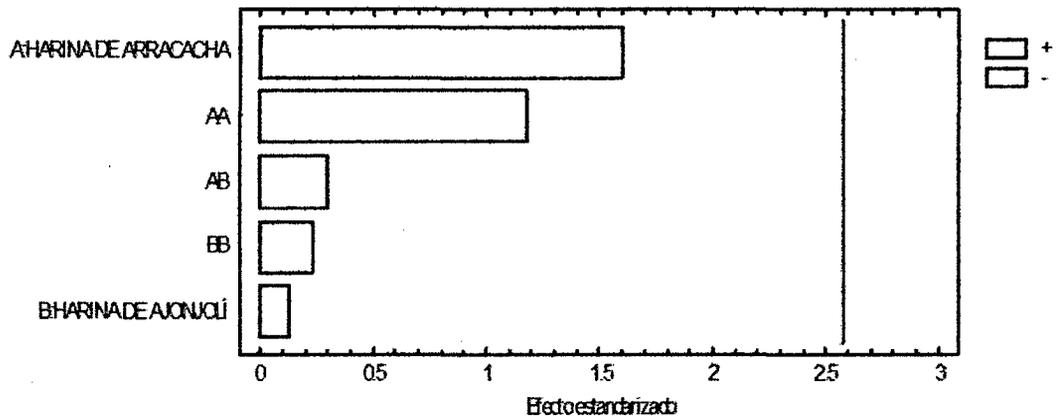
Estadístico Durbin-Watson = 1.51438 (P=0.1865)

Autocorrelación residual de Lag 1 = -0.111401

La tabla ANOVA particiona la variabilidad de PROTEINA en piezas separadas para cada uno de los efectos. Entonces prueba la significancia estadística de cada efecto comparando su cuadrado medio contra un estimado del error experimental. En este caso, 0 efectos tienen un valor-P menor que 0.05, indicando que son significativamente diferentes de cero con un nivel de confianza del 95.0%.

El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo, así ajustado, explica 47.0603% de la variabilidad en PROTEINA. El estadístico R-cuadrada ajustada, que es más adecuado para comparar modelos con diferente número de variables independientes, es 0.0%. El error estándar del estimado muestra que la desviación estándar de los residuos es 0.63872. El error medio absoluto (MAE) de 0.314284 es el valor promedio de los residuos. El estadístico de Durbin-Watson (DW) prueba los residuos para

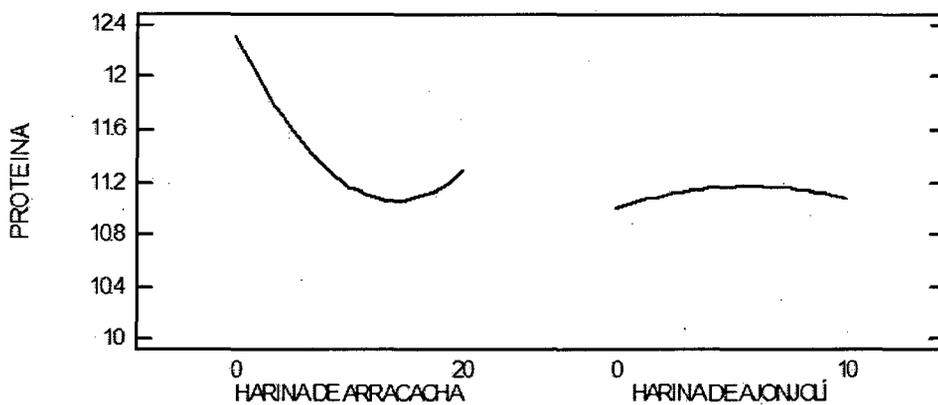
determinar si haya alguna correlación significativa basada en el orden en que se presentan los datos en el archivo. Puesto que el valor-P es mayor que 5.0%, no hay indicación de autocorrelación serial en los residuos con un nivel de significancia del 5.0%.



**FIGURA 13:** Diagrama de Pareto estandarizado para Proteína

El Diagrama de Pareto grafica los estimados en orden decreciente de importancia. La longitud de cada barra es proporcional al efecto estandarizado, el cual es el efecto estimado dividido entre su error estándar.

Cualquiera que se extienda más allá de la línea corresponde a efectos que son estadísticamente significativos con un 95.0% de nivel de confianza. En este caso, no hay efectos significativos.



**FIGURA 14:** Grafica de efectos especiales para Proteína

En la figura se puede apreciar el efecto negativo en el contenido de proteína que tiene la sustitución harina de arracacha y el efecto positivo que tiene el ajonjolí. Esto corrobora las referencias bibliográficas así como los resultados de los análisis realizados a nuestras muestras de materia prima de los 11 tratamientos.

#### 4.5.5. Cuantificación de Hierro (Fe)

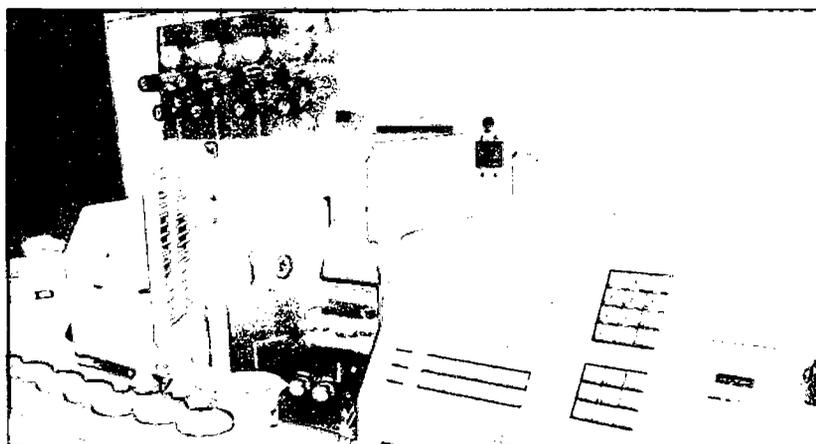
**TABLA 38:** cuantificación de Hierro (mg/l) en los panes de molde.

#(F)	mg/l	%	ppm (parte seca)	ppm (muestra)	% HUMEDAD	% MUESTRA SECA
F1	0.87	0.0087	87	59.0208	32.16	67.84
F2	1.2	0.012	120	81.888	28.33	71.67
F3	1.15	0.0115	115	78.476	31.76	68.24
F4	1.09	0.0109	109	75.1664	31.04	68.96
F5	1.35	0.0135	135	95.9445	28.93	71.07
F6	1.09	0.0109	109	78.8615	27.65	72.35
F7	1.48	0.0148	148	102.3568	30.84	69.16
F8	1.37	0.0137	137	94.7492	27.62	72.38
F9	1.12	0.0112	112	77.112	31.15	68.85
F10	1.48	0.0148	148	105.6276	28.63	71.37
F11	1.48	0.0148	148	103.9108	29.79	70.21
<b>PATRÓN</b>	1.65	0.0165	165	117.876	28.56	71.44

De las evaluaciones tomadas, se observó que la cuantificación del Fe en unidades de mg/l oscila entre 0.87 y 1.48, siendo las formulaciones f7, f10 y f11 las que muestran mayor concentración de Fe, pero en ningún caso superan a los obtenidos para la muestra patrón.

Estos resultados guardan relación con el hecho de que las harinas para pan vienen enriquecidas con algunas vitaminas y minerales, para este caso el hierro, con lo que en la intención de enriquecer nuestro pan de molde con arracacha y ajonjolí no alcanza los niveles obtenidos con el enriquecimiento que ya de por sí viene de fábrica, en las harinas comerciales.

Estos resultados no aportan en el objetivo de tener un producto enriquecido ya que se demuestra que en todos los casos las formulaciones arrojan resultados por debajo del contenido de hierro de la muestra patrón (sin sustitución).



**FIGURA 15:** Espectrofotómetro de absorción atómica

**TABLA 39:** Efectos estimados para HIERRO (mg/l)

Efecto	Estimado	Error Estd.	V.I.F.
promedio	1.14684	0.126771	
A:HARINA DE ARRACACHA	0.0656566	0.22071	1.0
B:HARINA DE AJONJOLÍ	0.182828	0.22071	1.0
AA	0.548886	0.372023	1.10116
AB	0.22449	0.448171	1.0
BB	-0.0111144	0.372023	1.10116

Errores estándar basados en el error total con 5 g.l.

Esta tabla muestra las estimaciones para cada uno de los efectos estimados y las interacciones. También se muestra el error estándar de cada uno de estos efectos, el cual mide su error de muestreo. Nótese también que el factor de inflación de varianza (V.I.F.) más grande, es igual a 1.10116. Para un diseño perfectamente ortogonal, todos los factores

serían igual a 1. Factores de 10 o más normalmente se interpretan como indicativos de confusión seria entre los efectos.

**TABLA 40:** Análisis de Varianza para HIERRO

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A:HARINA DE ARRACACHA	0.0042676	1	0.00426768	0.09	0.7781
B:HARINA DE AJONJOLÍ	0.0330919	1	0.0330919	0.69	0.4452
AA	0.104979	1	0.104979	2.18	0.2001
AB	0.0121	1	0.0121	0.25	0.6377
BB	0.0000430	1	0.00004304	0.00	0.9773
Error total	0.241129	5	0.0482258		
Total (corr.)	0.407655	10			

**R-cuadrada** = 40.8496 por ciento

R-cuadrada (ajustada por g.l.) = 0.0 por ciento

Error estándar del est. = 0.219604

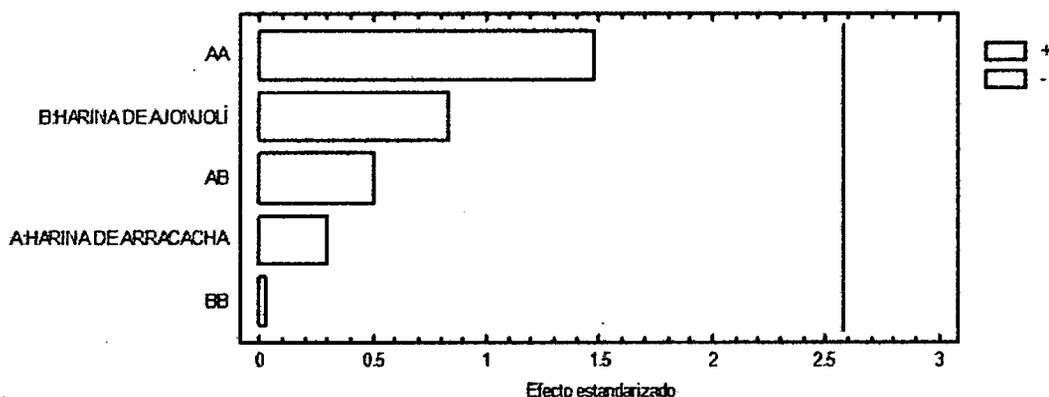
Error absoluto medio = 0.113459

Estadístico Durbin-Watson = 1.16215 (P=0.0815)

Autocorrelación residual de Lag 1 = 0.0298472

La tabla ANOVA particiona la variabilidad de HIERRO en piezas separadas para cada uno de los efectos. Entonces prueba la significancia estadística de cada efecto comparando su cuadrado medio contra un estimado del error experimental. En este caso, 0 efectos tienen un valor-P menor que 0.05, indicando que son significativamente diferentes de cero con un nivel de confianza del 95.0%.

El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo, así ajustado, explica 40.8496% de la variabilidad en HIERRO. El estadístico R-cuadrada ajustada, que es más adecuado para comparar modelos con diferente número de variables independientes, es 0.0%. El error estándar del estimado muestra que la desviación estándar de los residuos es 0.219604. El error medio absoluto (MAE) de 0.113459 es el valor promedio de los residuos. El estadístico de Durbin-Watson (DW) prueba los residuos para determinar si haya alguna correlación significativa basada en el orden en que se presentan los datos en el archivo. Puesto que el valor-P es mayor que 5.0%, no hay indicación de autocorrelación serial en los residuos con un nivel de significancia del 5.0%.

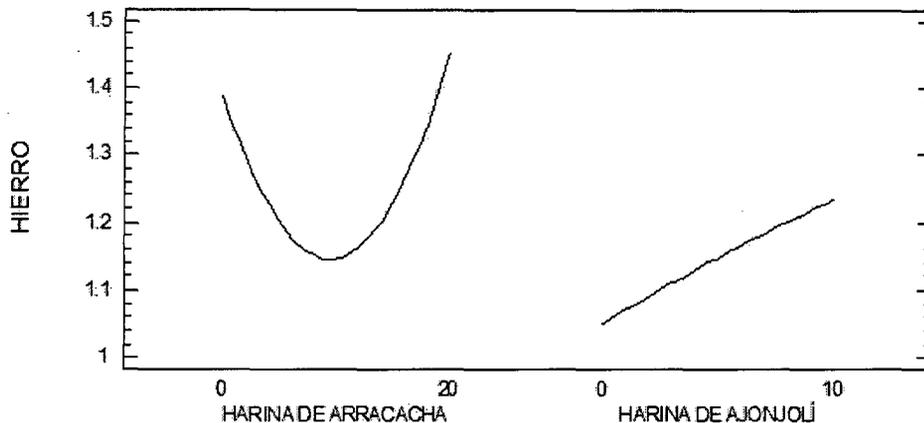


**FIGURA 16:** Diagrama de Pareto estandarizada para el Hierro

El Diagrama de Pareto grafica los estimados en orden decreciente de importancia. La longitud de cada barra es proporcional al efecto estandarizado, el cual es el efecto estimado dividido entre su error estándar.

Cualquiera que se extienda más allá de la línea corresponde a efectos que son estadísticamente significativos con un 95.0% de nivel de confianza. En este caso, no hay efectos significativos.

Gráfica de Efectos Principales para HIERRO



**FIGURA 17:** Gráfica de efectos para el Hierro

El gráfico muestra una distorsión en el comportamiento de la curva para el contenido de Hierro en la sustitución por harina de arracacha, existe la posibilidad que esto se deba al tratamiento previo que se dio a la arracacha para convertirla en harina (inmersión en una solución de ácido ascórbico al 0.1 % para evitar el pardeamiento). En lo que corresponde a la curva ajonjolí-hierro, refleja la información en cuanto al contenido de hierro por cada 100 g de porción comestible, puesto que mientras para el trigo es 4.6 mg, para la arracacha cruda 1.1 mg, para la semilla cruda de ajonjolí es de 10 mg y, a mayor sustitución se produce un incremento en el contenido de hierro, lo que es un efecto beneficioso.

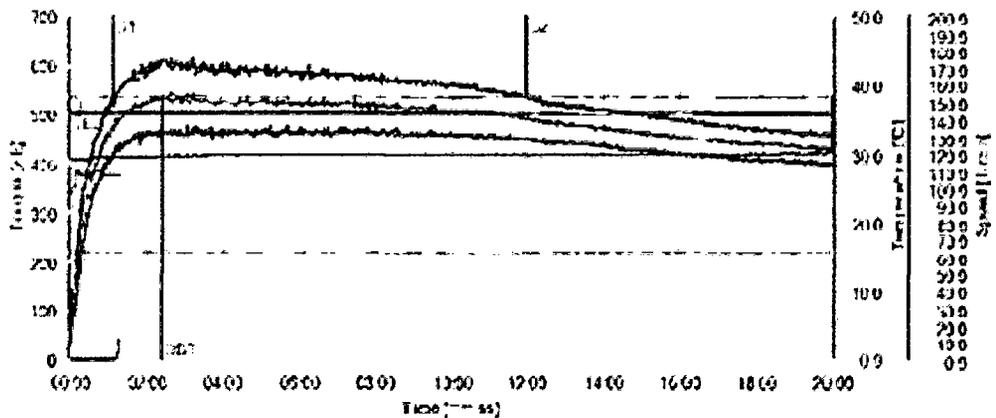
#### **4.5.6. FARINOGRAFÍA**

El objeto de este análisis es conocer la calidad de harina con la que se está trabajando, definida por calidad de sus proteínas (gliadinas y gluteninas) que van dar origen al gluten en la masa.

El farinograma mide la consistencia de la masa mediante de la fuerza necesaria para mezclarla a una velocidad constante así como la absorción de agua necesaria para alcanzarla.

Otro parámetro a medir es la estabilidad, que es el tiempo expresado en minutos en que la masa mantiene su máxima consistencia (esto se ve en el pico de la curva, por encima de las 500 FU), el resultado nos indica que en este caso fue de: 10:51 (mm:ss). La prueba farinográfica nos muestra que el trigo usado es de buena calidad proteica, es decir es apropiada para la elaboración de panes.

Order:		Date:	01/15/2014 3:20:21 PM
Code number:	norma de trigo	User:	no user
Sample:	muestra 2		
Method:	AACC 503	Speed:	630
Evolution:	AACC	Measuring time:	27.50
Mixer:	300 g	Mixer rate:	195081
Sample weight:	305.7	g	Default moisture content:
Moisture content:	15.6	%	Default consistency:
WA (g/100g):	56.0	%	Max. consistency range:
Additional liquid:	0.0	%	Max. consistency range:
Remarks:	primer ensayo		



— Power ring      — Mixing temperature      — Mean value  
 — Mean (smoothed)      — Minimum      — Min. (smoothed)  
 — Maximum      — Max. (smoothed)      — Max. of temperature  
 — Stack temperature      — Circulator temperature      — Speed

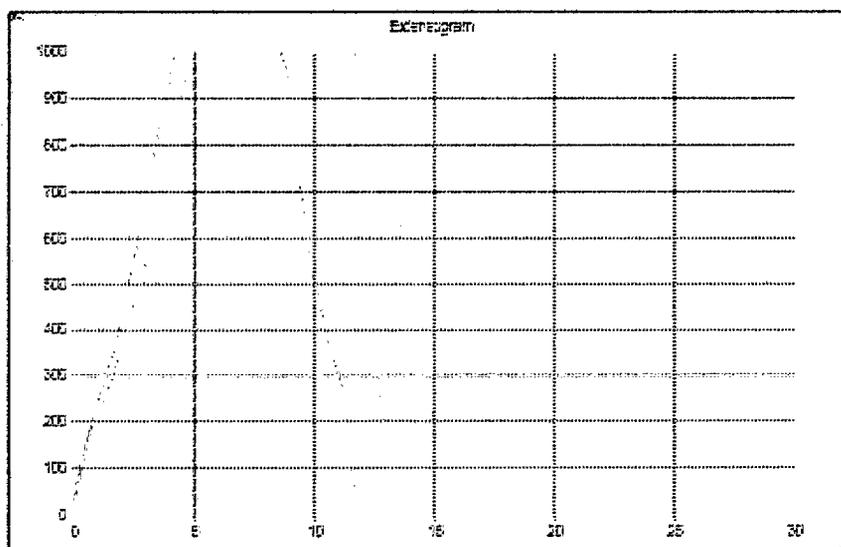
Param	Unit	Value	Description
J	m:ss	27.50	Measuring time
J1	°C	31.8	Starting temperature
J11	m:ss	12.75	Jeat report time
C	%	25.5	Consistency
WZ	g	56.0	Water absorption
WAC	g	56.4	Water absorption corr for default consistency
WAM	g	56.6	Water absorption corr for default moisture content
S	m:ss	10.31	Stability
MI1	°C	32	Temperature (MI1)
UN	m	105	Farinograph quality number
J	°C	104	Jeat-off
L4r	m:ss	10.29	Time to breakdown

FIGURA 18: Farinograma de la harina de trigo

### 4.5.7. EXTENSOGRAFÍA

Con el objeto de conocer la calidad de la harina, se realizó la prueba de extensografía, comprobándose que la resistencia de la masa aumentó con el tiempo, mientras que la extensibilidad disminuyó, comprobándose la buena calidad de la harina para elaboración de productos de panificación.

Brabender) <small>LABORATORY</small>		<b>Brabender® Extensograph</b>	
Evaluation of sample:	harina de trigo especial		
Date:	15/04/2014		
Operator:	ing. john gonzales		
Test after 20/30/60 Minutes			
Waterabsorption:	55.0 %		
Proving Time [min]:		60	90
Energy [cmf]:	208	5	218
Resistance to Extension [BU]:	785	5	1038
Extensibility [mm]:	146	5	125
Maximum [BU]:	1155	5	1424
Ratio Number:	8.0	5	7.7
Ratio Number (Max.):	7.9	5	11.0
Remarks:	harina de trigo especial		



Test: C:\Users\UNB-01\Desktop\Nueva carpeta (6)\harina de trigo especial\ EXD

**FIGURA 19:** Extensograma de la harina de trigo

#### 4.6. COSTOS DE PRODUCCIÓN

Para un día de producción de pan de molde con sustitución parcial de harina de trigo por harina de arracacha y harina de ajonjolí, el costo de producción se detalla a continuación:

**TABLA 41:** Costos de producción.

<b>RUBRO</b>	<b>COSTO POR DÍA (S/.)</b>
<b>Materia prima</b>	<b>128.04</b>
<b>Materiales indirectos, mano de obra</b>	<b>73.17</b>
<b>Costo variable total (cvt)</b>	<b>215.21</b>
<b>Costo variable unitario (cvu)</b>	<b>3.59</b>
<b>Depreciación de equipos y materiales</b>	<b>35.99</b>
<b>Depreciación de infraestructura</b>	<b>2.135</b>
<b>Total de gastos administrativos</b>	<b>9.80</b>
<b>Costo fijo total (cft)</b>	<b>47.93</b>
<b>Costo total de producción (ctp)</b>	<b>263.14</b>
<b>Costo de producción unitario (cpu)</b>	<b>4.39</b>
<b>Ganancia por producción (gp)</b>	<b>128.04</b>
<b>Ganancia por unidad (gpu)</b>	<b>2.11</b>
<b>Punto De Equilibrio (Pe)</b>	<b>16</b>

Para una producción de 60 unidades de pan de molde donde se obtiene una ganancia de 128.04 nuevos soles.

## V. CONCLUSIONES

1. En general, se puede concluir que: La sustitución parcial de harina de Trigo por Ajonjolí tiene efectos beneficiosos en cuanto al incremento en el porcentaje de Proteína y Hierro (evidenciado en la gráfica ajonjolí-hierro), en tanto la sustitución de harina de Trigo por harina de Arracacha muestra efectos negativos en el contenido de Proteínas, Hierro y Volumen Específico. Sin embargo, es necesario considerar la calidad proteica de la arracacha que tiene un mayor contenido de lisina, aminoácido limitante en el trigo.
2. De acuerdo a la evaluación de la calidad proteica y los resultados del análisis sensorial, es la formulación f9 (10% de harina de arracacha y 5% de harina de ajonjolí), la mejor formulación para la sustitución parcial de harina de trigo por harina de arracacha y ajonjolí.
3. El cómputo químico de las formulaciones arroja que la mejor formulación para la sustitución por harina de arracacha y ajonjolí es la f2 (17% de arracacha y 1.5 de ajonjolí), que mejora en 0.5% la calidad proteica en cuanto a lisina, aminoácido limitante del trigo.
4. La evaluación proteica de las formulaciones arrojó valores que fluctúan entre el 10,31 % y 12,35%, siendo el valor más alto en contenido de proteínas la formulación f5 (0% de harina de arracacha y 5% de harina ajonjolí) con 12,35%. Estos resultados también reflejan que, excepto en los casos de las formulaciones f1 y f4 (en las que están los porcentajes más altos para harina de arracacha y los valores más bajos para ajonjolí) la sustitución parcial de harina de arracacha y ajonjolí ha superado en valor proteico al pan de molde común (muestra patrón).

5. Los resultados obtenidos para el hierro no muestran aporte en el objetivo de tener un producto enriquecido pues se demuestra que, en todos los casos, las formulaciones arrojan resultados por debajo del contenido de hierro de la muestra patrón (sin sustitución). Esto guarda relación con el hecho de que las harinas comerciales para pan, vienen enriquecidas con algunas vitaminas y minerales como hierro y calcio (para este caso el hierro) con lo que en la intención de enriquecer nuestro pan de molde con arracacha y ajonjolí no alcanza los niveles obtenidos con el enriquecimiento que ya de por sí viene de fábrica. Otro factor a tomar en cuenta es el efecto de la inmersión en solución de ácido ascórbico (al 0.1%) para evitar el pardeamiento en la disponibilidad de hierro en la harina de arracacha.
  
6. Los resultados de Volumen específico demuestran que la formulación f5 (0% de harina de arracacha y 5% de harina de ajonjolí) con  $5,27 \text{ cm}^3/\text{g}$ , es la que alcanza un valor más cercano a la muestra patrón. Notándose que, a mayor nivel sustitución por harina de arracacha, disminuye el volumen específico de los panes, en tanto que el ajonjolí licuado no parece tener efecto negativo.
  
7. En la evaluación de Color Instrumental CIE Lab muestra que el grado luminosidad en la miga como en la corteza presentan valores más cercanos a la muestra patrón en la formulación f4 (17% harina de arracacha y 8.5% de harina de ajonjolí)

## VI. RECOMENDACIONES

1. Profundizar en el estudio del efecto de la inmersión en ácido ascórbico para evitar el pardeamiento, en la posible disminución del contenido de hierro en la harina de arracacha.
2. Realizar el presente estudio pero, sin tratar previamente a la arracacha, es decir, sin convertirla en harina, a fin de: evitar la pérdida de nutrientes, facilitar la incorporación de la arracacha en la masa y ahorrar costos.
3. Determinar el efecto de la sustitución parcial de harina de trigo por ajonjolí, a fin de verificar el efecto mostrado en la curva ajonjolí-volumen específico.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- **Aguirre E.- Rodríguez G.** (1997). "Industria de cereales y panificación". Universidad Nacional del Santa. Única edición. Chimbote-Perú.
- **Alvarez s., Berra N., Enriquez C., y Parra J.** (2004). "Monografía de la harina de trigo". México.
- **Amat y León.** (1981). "Alimentación en el Perú" Universidad Particular del Pacífico. Centro de Investigación. Lima-Perú.
- **Anzaldúa –Morales** (1994). "La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica". Primera edición. Editorial Acribia. Zaragoza-España.
- **Cabieses, c.** (1996). "Estudio de Mezclas Proteicas Provenientes de Leguminosas y Cereales Cultivados en el Perú". INDDA, Lima Perú.
- **Calaveras, J.** (2004). "Nuevo Tratado de Panificación y Bollería". Segunda Edición. Editorial Mundi Prensa Libros S. A. España.
- **Cauvain-Young.** (2002). "Fabricación d pan". Editorial Acribia. Zaragoza –España.
- **Casaverde, J.** (2003). "Producción y control de calidad de galletas fortificadas y enriquecidas". Informe de prácticas para optar el grado de bachiller en ingeniería agroindustrial. Universidad Nacional del Santa. Chimbote-Perú.
- **Chasquivol, N.; Lengua, L; Delmas, I; Rivera, D; Bazán, D; Aguirre, R; Bravo, L.** (2003) Alimentos Funcionales o Fitoquímicos. Clasificación e importancia. Departamento de Química Analítica,

Facultad de Química e Ingeniería Química. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima-Perú.

- **Cepeda-Corchuelo.** (1991). "Tecnología de cereales y Oleaginosas". Primera edición- Unisur. Bogotá-Colombia.
- **Collazos, C.** (1993). "La composición de alimentos de mayor consumo en el Perú". Sexta edición. Ministerio de salud. Instituto Nacional de Nutrición. Banco Central de Reserva. Lima-Perú.
- **Escobar A., Estévez A., Vásquez D., Castillo V., Araya A.** (1992) "Aporte Calórico – Proteico de barras tipo snack, Elaborados con Cereales y Maní". Alimentos N° 3. Volumen 17. Santiago-Chile. Pp 5-10.
- **FAO.** (2000). "Nutrición Humana en el Mundo en Desarrollo". Colección FAO: Alimentación y Nutrición. N° 29 ONU. Roma.
- **Gomez I.** (2011). "El Ajonjolí, un aliado contra el colesterol". Publicación del diario "El Comercio", con fecha junio 19 del 2011. Lima – Perú.
- **Hoseney.** (1991). "Principios de Ciencia y Tecnología de los Cereales". Editorial Acribia. Zaragoza. España.
- **Kent M.** (1971) "Tecnología de Cereales", Editorial Acribia. Zaragoza-España.
- **Kirk R. S., Sawyer R., Egan, H.** (1996) Composición y análisis de alimentos de Pearson, segunda edición; Compañía editorial continental SA de CV, México.
- **Lavado N., Mandujano M.** (2006) "Elaboración de galletas enriquecidas a partir de harinas de: Trigo (*Triticum sp.*), Kiwicha

(*Amarantus caudatus*), Frijol de palo (*Cajanus cajan*); y Camote (*Ipomea batatas* L.), para desayuno de niños en edad escolar".  
Chimbote.

- **Loayza C.** (1978) "Molienda selectiva en seco de leguminosas para la obtención de fracciones ricas en Proteínas" INDDA. Lima.
- **Mesas-Alegre.** (2002). "El pan y su proceso de elaboración- Ciencia y Tecnología alimentaria". Diciembre- año/vol. 3, Número 005. Sociedad mexicana de Nutrición y Tecnología de alimentos: Reynosa- México.
- **MINAG.** (2008). Oficina de Información Agraria. Ministerio de Agricultura. Lima Perú.
- **Quaglia.** (1991). "Ciencia y tecnología de la panificación". Segunda edición. Editorial Acribia. España.
- **Reyes G., Corzo O., Bracho N.** (2005) "Optimización de la deshidratación osmótica de sardina mediante la metodología de superficie de respuesta". Revista Científica, FCV-LUZ. Vol. XV, N° 4.
- **Rodríguez, L.** (2011). "Elaboración de pan de molde enriquecido con Harina de Plátano". Informe de prácticas Pre profesionales para optar el grado de Bachiller en Ingeniería Agroindustrial. UNS. Chimbote.
- **Scade J., García j.** (1981) "CEREALES". Editorial ACRIBIA. España.

- **N. W. Desrosier.** (1994) Elementos de Tecnología de alimentos. Editorial Continental S. A. DE C. V. Primera edición. Décima reimpresión. México.
- **Herrera, N. y A. Faching.** (1989). Contenido de ácidos grasos en alimentos de mayor consumo en el Perú. Anexo 2. En: Composición de Alimentos de mayor consumo en el Perú. MSP. Instituto Nacional de Nutrición. Lima. Perú.
- **Santos, F.** (1998). "Producción de arracacha en Brasil (de siembra a venta). Tecnología para el manejo cultural. Ponencia en II Curso Taller Internacional Sobre Raíces Andinas". Universidad Nacional de Cajamarca, Centro Internacional de la Papa. Consorcio Para el Desarrollo de la Ecorregión Andina. 16-21 de Noviembre de 1998. Cajamarca-Perú.
- **Sánchez, I.** Raíces andinas, Contribución al Conocimiento y a la Capacitación. Arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*) Caracterización y Conservación de Germoplasma. Universidad Nacional de Cajamarca.

## **PAGINAS WEB:**

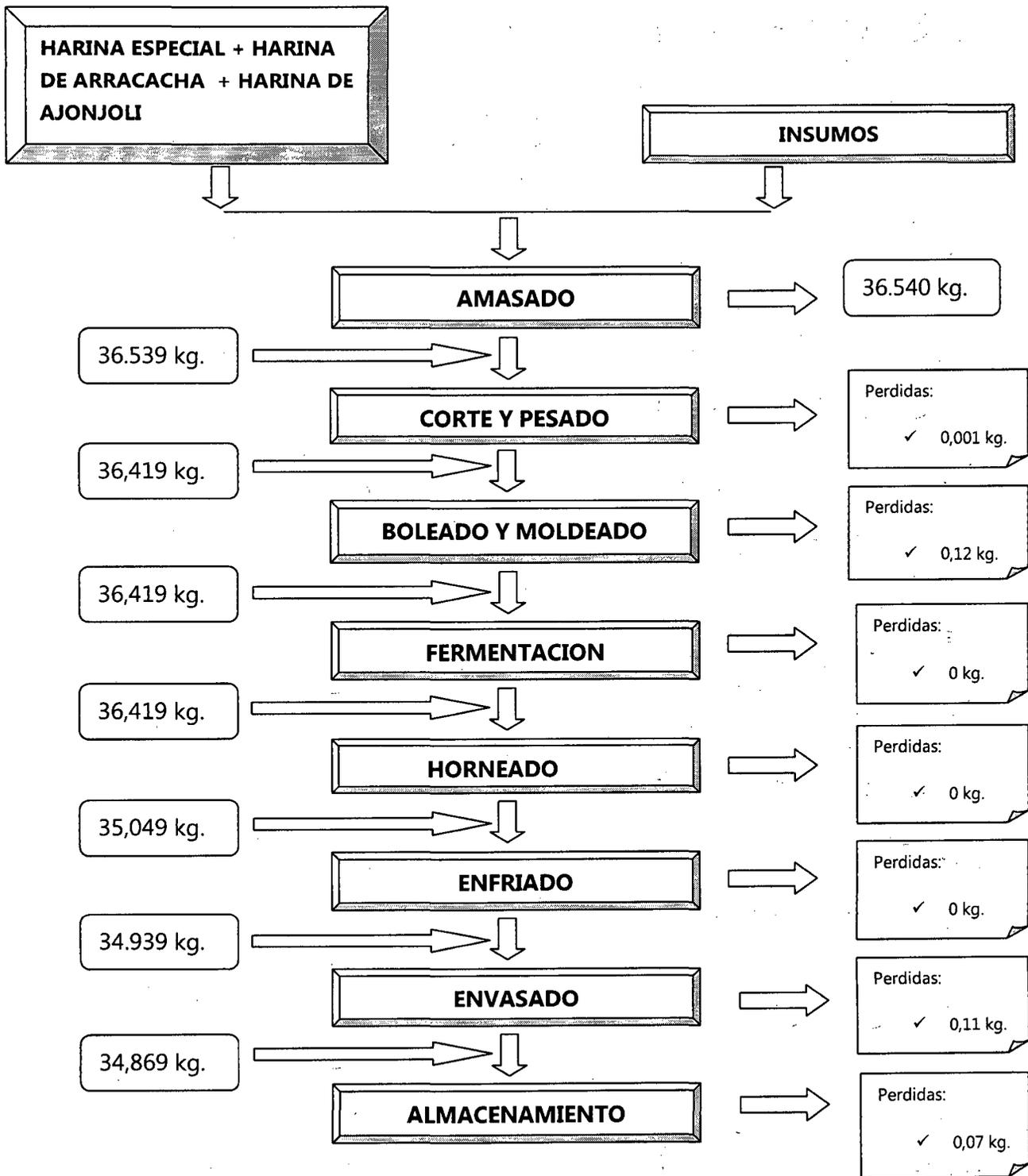
- **Bello, M- Villarán, V.** (2004). EDUCACIÓN, REFORMAS Y EQUIDAD EN LOS PAISES DE LOS ANDES Y CONO SUR: DOS ESCENARIOS EN EL PERÚ. Instituto Internacional de Planeamiento de la Educación-UNESCO. Buenos Aires. Argentina.  
<http://unesdoc.unesco.org/images/0014/001426/142602s.pdf>
- **Cerezal Mezquita, Pedro, Carrasco Verdejo, Andrea, Pinto Tapia, Karina et al.** (2007). Suplemento alimenticio de alto contenido proteico para niños de 2-5 años: Desarrollo de la formulación y aceptabilidad. *INCI*. [online]. dic. 2007, vol.32, no.12 [citado 01 Febrero 2012], p.857-864. Disponible en la World Wide Web:  
<[http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0378-18442007001200013&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442007001200013&lng=es&nrm=iso)>. ISSN 0378-1844.
- **León-Villacorta.** (2010). Valor nutritivo de pan con sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum aestivum*) por arracacha (*Arracacia xanthorrhiza Bancroft*), fortificado. Universidad Cesar Vallejo- Trujillo-Perú.  
[http://www.rvcta.org/Publicaciones/Vol1Num2/ArchivosV1N2/Leon-Marrou\\_y\\_Villacorta-Gonzalez\\_RVCTA-V1N2.pdf](http://www.rvcta.org/Publicaciones/Vol1Num2/ArchivosV1N2/Leon-Marrou_y_Villacorta-Gonzalez_RVCTA-V1N2.pdf).
- **M. Hermann.** (1997). M. Hermann and J. Heller (eds). ed. *Arracacha. (Arracacia xanthorrhiza Bancr.)*. 21. Institute of Plant

Genetics and Crop Plant Research, Gatersleben/International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy. pp. 75-172.  
[http://www.cipotato.org/artc/artc\\_hermann/Arracacha.pdf](http://www.cipotato.org/artc/artc_hermann/Arracacha.pdf).

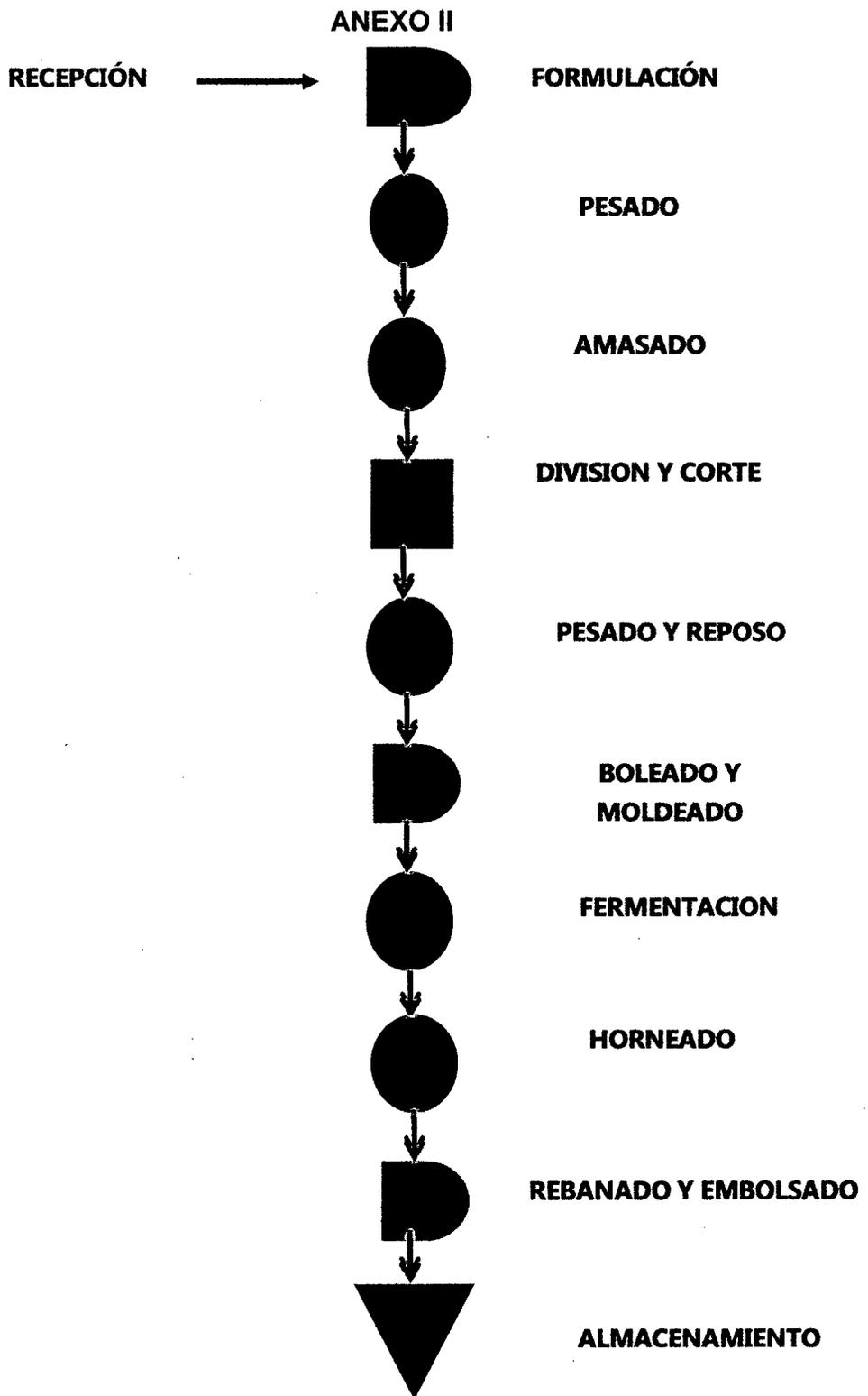
- **Odar, R.** (2008). La página de la Industria alimentaria. "El crecimiento de los alimentos funcionales". Lima, San Miguel-Perú.  
<http://industrias-alimentarias.blogspot.com/2008/02/el-crecimiento-de-los-alimentos.html>
- **Primo Y.** (1981). "Productos para el campo y propiedades de los alimentos", Tomo III. Editorial Alambra. España-Madrid.  
<http://elcomercio.pe/gastronomia/787230/noticia-ajonjoli-aliado-contra-colesterol>
- **Quispe L.** (2010). MINISTERIO DE SALUD- DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD- ANCASH.  
[http://www.tuberculosis.pe/sites/default/files/situacion\\_tb\\_region\\_ancash.pdf](http://www.tuberculosis.pe/sites/default/files/situacion_tb_region_ancash.pdf)

# ANEXOS

## ANEXO I



**FIGURA 20:** Balance de Materia para el proceso de elaboración de pan



**FIGURA 21:** Diagrama de operaciones

## ANEXO III

### BALANCE DE ENERGÍA EN EL HORNO

El consumo de combustible (petróleo) se da solamente cuando trabaja el quemador (30 minutos para el incremento de temperatura del horno y 10 minutos para cada hora de horneado). El horno rotatorio de convección Nova trabaja con combustible diesel 2 a razón de 1 gl/hr.

Para los cálculos del balance de energía, nos basamos en la producción de pan de molde con sustitución parcial con harina de arracacha y harina de ajonjolí, en un día de producción en la Planta Piloto Agroindustrial de la UNS, donde cada batch tuvo un tiempo de horneado de 45 minutos.

#### 1. PRODUCCIÓN DE CALOR POR COMBUSTIÓN EN EL HORNO

( $Q_c$ ):

Datos proporcionados por la PPA:

TIPO DE COMBUSTIBLE	Petróleo Diesel 2
CALOR DE COMBUSTIÓN ( $Q_{comb}$ )	45500 KJ/Kg (Tabla 3-203 B.I.Q)
CONSUMO GLOBAL EN EL HORNO	1 galón / hora

De la fórmula:

$$Q_c = Q_{combustion} \times masa$$

Cálculo del consumo de combustible para 1 batch (20 minutos de horneado):

1 galon → 60 minutos  
X → 45 minutos

**X = 0.75 gal.**

✓ Se sabe que la densidad del diesel ( $\rho$ ) es:

$$\rho = 3.67 \text{ kg/gal}$$

✓ Para determinar la masa:

$$\text{Masa} = \rho \times \text{volumen}$$

$$\text{Masa} = 3.67 \text{ kg/gal} \times 0.75 \text{ gal}$$

$$\text{Masa} = 2.7525 \text{ kg.}$$

Hallando la producción de calor en 1,5 horas:

$$Q_c = Q_{\text{combustion}} \times \text{masa}$$

$$Q_c = 45500 \text{ KJ/Kg} \times 2.7525 \text{ kg.}$$

$$Q_c = 125238.75 \text{ kJ}$$

Por lo tanto el calor que se produce en el horno es:

$$Q_c = 125238.75 \text{ kJ} \times 1 \text{ Kcal}/4.186 \text{ KJ}$$

$$Q_c = 29912.649 \text{ Kcal}$$

**2. REQUERIMIENTO DE CALOR POR LA MASA DEL PAN DE MOLDE CON HARINA DE ARRACACHA Y AJONJOLI ( $Q_p$ ):**

$$Q_p = m_p \times C_p \times \Delta T$$

**Datos:**

- Cantidad de panes por bandeja : 5 unidades/bandeja
- Numero de bandejas a trabajar : 2 bandejas
- Numero de panes : 10x6 batch = 60 panes
- Masa del pan : 54kg
- $\Delta T = 140^\circ\text{C} - 27^\circ\text{C}$  :  $113^\circ\text{C}$

**Calculando la capacidad calorífica del pan de molde ( $C_p$ ):**

$$C_p = 1.424(mg) + 1.549(mp) + 1.675(mf) + 0.837(mc) + 4.187(mh)$$

**TABLA 42:** Composición Proximal del pan de molde

COMPOSICIÓN	%
mg = masa de carbohidratos	43
mp = masa de proteínas	13
mf = masa de grasa	4
mc = masa de ceniza	2
mh = masa de agua	38

$$C_p = 1.424(0.43) + 1.549(0.13) + 1.675(0.04) + 0.837(0.02) + 4.187(0.38)$$

$$C_p = 0.5944 \text{ Kcal/Kg}^\circ\text{C}$$

Calculando el requerimiento de calor del pan de molde:

$$Q_p = m_p \times C_p \times \Delta T$$

$$Q_p = 49.2 \text{ kg} \times 0.5944 \text{ Kcal/Kg}^\circ\text{C} \times 113^\circ\text{C}$$

$$Q_p = 3304.626 \text{ Kcal}$$

### 3. REQUERIMIENTO DE CALOR DEL CARRITO Y LAS BANDEJAS

( $Q_{cb}$ )

#### 3.1. De los carritos ( $Q_{carritos}$ )

$$Q_{carritos} = m_{carrito} \times C_e \times \Delta T$$

**Datos:**

$$m_{carrito} = 20 \text{ kg c/u} \times 6 \text{ batch} = 120 \text{ kg} \quad C_e = 0.1194225 \text{ Kcal/Kg}^\circ\text{C}$$

$$\Delta T = 140^\circ\text{C} (\text{t}^\circ \text{ del horneado}) - 25^\circ\text{C} (\text{t}^\circ \text{ inicial}) = 115^\circ\text{C}$$

Reemplazando en:

$$Q_{carritos} = m_{carrito} \times C_e \times \Delta T$$

$$Q_{carritos} = 120 \text{ kg} \times 0.1194225 \text{ Kcal/Kg}^\circ\text{C} \times 115^\circ\text{C}$$

$$Q_{carritos} = 1647.72 \text{ Kcal}$$

### 3.2. De las bandejas ( $Q_{\text{bandejas}}$ )

$$Q_{\text{bandejas}} = m_{\text{bandeja}} \times C_e \times \Delta T$$

Datos:

Numero de bandejas : 2 unidades x 6 batch = 12 bandejas

Peso de cada bandeja : 1.2kg

$m_{\text{bandeja}}$  : 54kg

$C_e$  : 0.1194225Kcal/Kg°C

$\Delta T$  : 115°C

Reemplazando en:

$$Q_{\text{bandejas}} = m_{\text{bandeja}} \times C_e \times \Delta T$$

$$Q_{\text{bandejas}} = 12\text{kg} \times 0.1194225\text{Kcal/Kg}^\circ\text{C} \times 115^\circ\text{C}$$

$$Q_{\text{bandejas}} = 164.772 \text{ Kcal}$$

Por lo tanto:

$$Q_{\text{cb}} = Q_{\text{carritos}} + Q_{\text{bandejas}}$$

$$Q_{\text{cb}} = 1647.72 \text{ Kcal} + 164.772$$

$$Q_{\text{cb}} = 1812.492 \text{ Kcal}$$

## 4. PERDIDAS DE CALOR EN EL HORNO

### 4.1. Perdidas de calor por radiación (Qr):

La ecuación de Stefan-Boltzmann nos arroja calor neto de absorción:

$$Q_r = A \times \epsilon \times \sigma \times (T_1^4 - T_2^4)$$

#### Datos:

**A** = área de las placas expuestas a calentamiento del horno (m<sup>2</sup>) = 6.79 m<sup>2</sup>

**ε** = emisividad de la superficie de las placas (adimensional) = 0.039

**σ** = constante de Stefan-Boltzmann (W/m<sup>2</sup>K<sup>4</sup>) = 5.66x10<sup>-8</sup>W/m<sup>2</sup>K<sup>4</sup>

**T<sub>1</sub>** = temperatura inicial de las placas (°K) = 298°K=25°C

**T<sub>2</sub>** = temperatura más alta, luego de calentar las placas (°K) = 413°K=140°C

#### Reemplazando en la ecuación:

$$Q_r = A \times \epsilon \times \sigma \times (T_1^4 - T_2^4)$$

$$Q_r = (6.79\text{m}^2)(0.039)(5.66 \times 10^{-8}\text{W/m}^2\text{K}^4)(413^4 - 298^4)$$

$$Q_r = 1026.578 \text{ kcal.}$$

#### 4.2. Perdidas de calor por conducción (Qcd):

Aplicamos la ecuación de la ley de Fourier:

$$Q_{cd} = \frac{KA (T_1 - T_2)}{\Delta X}$$

Para varios materiales (aplicando ley de Fourier):

$$Q_{cd} = \frac{T_1 - T_2}{2 \left( \frac{\Delta X_A}{K_A x A_1} \right) + \left( \frac{\Delta X_B}{K_B x A_2} \right) + \left( \frac{\Delta X_C}{K_C x A_3} \right)}$$

Donde:

$T_1, T_2$  = Temperatura de las caras de la pared del horno.

$\Delta X_A; \Delta X_B; \Delta X_C$  = Espesor de la pared del acero, fibra de vidrio y vidrio.

$K_A; K_B; K_C$  = Conductividad térmica.

$A_1; A_2; A_3$  = Áreas de las placas expuestas al calentamiento

Datos:

$K_A=47.5 \text{ W/m}^\circ\text{K}$	$K_B=0.05 \text{ W/m}^\circ\text{K}$	$K_C=0.8 \text{ W/m}^\circ\text{K}$
$T_1=140^\circ\text{C} (413\text{K})$	$T_2=30^\circ\text{C}(303\text{K})$	$\Delta T=110$
$\Delta X_A=0.01 \text{ m}$	$\Delta X_B=0.1 \text{ m}$	$\Delta X_C=0.03 \text{ m}$
$A_1=6.2289 \text{ m}^2$	$A_2=6.2289 \text{ m}^2$	$A_3=0.2336 \text{ m}^2$

Reemplazando en la ecuación:

$$Q_{cd} = \frac{T_1 - T_2}{2 \left( \frac{\Delta X_A}{K_A x A_1} \right) + \left( \frac{\Delta X_B}{K_B x A_2} \right) + \left( \frac{\Delta X_C}{K_C x A_3} \right)}$$

$$Q_{cd} = 535.624.3579 \text{ W} \longrightarrow Q_{cd} = 535.624 \text{ Kcal}$$

#### 4.3. Perdidas de calor por Convección (Qcv):

La ecuación de transferencia de calor por convección es:

$$Q_{\text{conv.int.}} = h \cdot A (T_w - T_b)$$

Donde:

**h** = coeficiente de transferencia de calor (W/m<sup>2</sup> K)

**a** = Area de las placas de calentamiento (m<sup>2</sup>)

**T<sub>w</sub>** = Temperatura de las placas al ser calentadas (°K)

**T<sub>b</sub>** = Temperatura del aire exterior del horno (°K)

Además:

$$h = (K / L) a (N_{Gr} - N_{Pr})^m$$

**Donde:**

**K** = Conductividad térmica del aire (W/m. K)

**a** =Constante adimensional

**N<sub>Gr</sub>**=Número de Grashof (adimensional)

**N<sub>Pr</sub>**=Número de Prandtl (adimensional)

**m** =Constante

**L** = Longitud vertical de la placa del horno (m).

**También:**

$$N_{Gr} = L^3 \cdot \delta \cdot g \cdot \beta \cdot (\Delta T) / \mu^2$$

**Donde:**

**δ** =Densidad del aire (Kg/m<sup>3</sup>)

**g** = Aceleración de la gravedad (m/s<sup>2</sup>)

**β** = Coeficiente volumétrico de expansión térmica (°C<sup>-1</sup>)

**ΔT**= Variación de temperatura (°C)

**μ** =Viscosidad del aire (Kg/m.s)

**Así como:**

$$\beta = 1 / T g$$

Donde:

$T_g$  = temperatura promedio ( $^{\circ}\text{C}$ )

$$T_g = \frac{T_w + T_b}{2}$$

Por convección interna ( $Q_{\text{conv. int.}}$ ):

**TABLA 43:** Datos de diseño interior del horno.

ÁREA TOTAL	6.46 m <sup>2</sup>
TEMPERATURA PLACAS AL CALENTARSE ( $T_w$ )	403°K
TEMPERATURA DEL AIRE EXTERIOR DEL HORNO ( $T_b$ )	298°K
LONGITUD (L)	1.75 m
TEMPERATURA PROMEDIO ( $T_g$ )	350.5°K
COEFICIENTE VOLUMÉTRICO DE EXPANSIÓN TÉRMICA (B)	0.01274°K <sup>-1</sup>

Además:

$a=0.54$

$m=0.25$

$\Delta T=103^{\circ}\text{C}$

**Datos de tablas:** (Karlekar, 1999. Apéndice G-2. Pág. 772)

$K = 0.026748 \text{ W/m.K.}$

$$N_{Pr} = 0.60247.$$

$$\Delta = 0.84193 \text{ Kg/m}^2.$$

$$g = 9.8 \text{ m/s}^2$$

$$\mu = 1.84039 \times 10^{-5} \text{ Kg/m.Seg}$$

Reemplazando datos para el cálculo del número de Grashof ( $N_{Gr}$ ):

$$N_{Gr} = L^3 \cdot \delta \cdot g \cdot \beta \cdot (\Delta T) / \mu^2$$

Reemplazando datos para calcular coeficiente de transferencia de

$$N_{Gr} = \frac{(1.75\text{m})^3 (0.84193\text{Kg/m}^3)^2 (9.8\text{m/seg}^2)(0.01274^\circ\text{C}^{-1})(103^\circ\text{C})}{(1.84039 \times 10^{-5}\text{Kg/ms})^2} = 1.442378 \times 10^{11}$$

calor (h):

$$h = (K / L) a (N_{Gr} - N_{Pr})^m$$

$$h = \left( \frac{0.026748 / \text{m}^\circ\text{K}}{1.75 \text{ m}} \right) 0.54 (1.635498 \times 10^{11} - 0.60247)^{0.25} = 5.248794 / \text{m}^2 \text{ }^\circ\text{K}$$

Reemplazando datos para hallar la transferencia de calor por Conv.

Interna:

$$Q_{\text{conv.int.}} = h \cdot A (T_w - T_b)$$

$$Q_{\text{conv. Int}} = 5.248794 \text{ W / m}^2 \text{ }^\circ\text{K} \times 6.46 \text{ m}^2 (403 - 298) \text{ }^\circ\text{K} = 3560.256 \text{ W}$$

$$Q_{\text{conv. Int}} = 10161.1226 \text{ Kcal}$$

Por conveccion externa ( $Q_{\text{conv. ext}}$ ):

**TABLA 44:** Datos de diseño exterior del horno.

ÁREA TOTAL	12.9 m <sup>2</sup>
TEMPERATURA PLACAS AL CALENTARSE ( $T_w$ )	323°K
TEMPERATURA DEL AIRE EXTERIOR DEL HORNO ( $T_B$ )	298°K
LONGITUD (L)	1.93 m
TEMPERATURA PROMEDIO ( $T_g$ )	310.5°K
COEFICIENTE VOLUMÉTRICO DE EXPANSIÓN TÉRMICA (B)	0.02597°K <sup>-1</sup>

Además:

$$a = 0.54$$

$$m = 0.25$$

$$\Delta T = 23^\circ\text{C}$$

**Datos de tablas:** (Karlekar, 1999. Apéndice G-2. Pág. 772)

$$K = 0.0271117 \text{ W/m.K.}$$

$$N_{Pr} = 0.70524.$$

$$\delta = 1.136138 \text{ Kg/m}^2.$$

$$g = 9.8 \text{ m/s}^2$$

$$\mu = 2.00416 \times 10^{-5} \text{ Kg/m.Seg}$$

Reemplazando Datos en:

$$N_{Gr} = L^3 \cdot \delta \cdot g \cdot \beta \cdot (\Delta T) / \mu^2$$

$$N_{Gr} = \frac{(1.93\text{m})^3 (1.1361 \text{ kg} / \text{m}^3)^2 (9.8\text{m} / \text{seg}^2) (0.0259^\circ\text{C}^{-1})(25^\circ\text{C})}{(2.00416 \times 10^{-5} \text{ Kg} / \text{ms})^2} = 1.4659 \times 10$$

$$h = (K / L) a (N_{Gr} - N_{Pr})^m$$

Reemplazando datos para hallar la transferencia de calor por Conv. Externa:

$$Q_{\text{conv.ext.}} = h \cdot A (T_w - T_b)$$

$$Q_{\text{conv. Int}} = 4.69466 \text{ W} / \text{m}^2 \text{ }^\circ\text{K} \times 12.9 \text{ m}^2 (323 - 298) \text{ }^\circ\text{K} = 1514.0278 \text{ W}$$

$$Q_{\text{conv. Int}} = 260.3534 \text{ Kcal}$$

Por lo tanto la pérdida total por convección sería:

$$Q_{\text{conv. total}} = Q_{\text{conv. int}} + Q_{\text{conv. ext}}$$

$$Q_{\text{conv. total}} = 1020,61806 + 260.3534$$

$$Q_{\text{conv. total}} = 1280,97146 \text{ Kcal}$$

**Finalmente las pérdidas totales son ( $Q_T$ )**

$$Q_T = Q_p + Q_{cb} + Q_r + Q_{cd} + Q_{conv\ total}$$

**Donde:**

$Q_p$  = Requerimiento de calor por la masa de pan

$Q_{cb}$  = Requerimiento de calor del carrito y las bandejas

$Q_r$  = Perdidas de calor por radiación del horno

$Q_{cd}$  = Perdidas de calor por conducción en el horno

$Q_{conv\ total}$  = Perdidas de calor por convección en el horno

**Reemplazando cada valor en la ecuación, la pérdida total sería:**

$$Q_T = 1745.8166 + 571.32 + 164,728 + 65,4633 + 1280,97146$$

$$Q_T = 20508.201\ kcal$$

**CALCULO DEL RENDIMIENTO:**

$$R = \frac{Q_t}{Q_c} \times 100$$

**Donde:**

$Q_t$  = pérdida total de calor

$Q_c$  = producción de calor por combustión en el horno

**Reemplazando en la ecuación del rendimiento:**

$$R = (20508.201\ kcal/29918.285\ Kcal) \times 100$$

$$R = 60.5494\ \%$$

## ANEXO IV

### Costos de Producción

Número de unidades a elaborar: 60 panes

Tiempo de producción: 1 día

#### DETERMINACION DE LOS COSTOS VARIABLES:

TABLA 45: Costos de materia prima.

INSUMOS	CANTIDAD	UNID.	COSTO UNIT. (S/.)	COSTO TOTAL (S/.)
Harina de trigo	20	Kg	2.2	24.94
Harina de arracacha	12	Kg	4.2	48
Harina de ajonjolí	1.1	Kg	12	13.3
Levadura	0.6	Kg	12	7.2
Manteca	2.5	Kg	6	15
Emulsionante	0.25	Kg	14	3.5
Mejorador	0.25	ml	20	5
Antimoho	0.1	Kg	14	1.4
Sal	0.2	Kg	1	0.2
Azúcar	2	Kg	1.8	3.6
Bolsas	0.5	%	7	3.5
<b>TOTAL</b>				<b>128.04</b>

**TABLA 46:** Materiales Indirectos, mano de obra de producción y otros.

<b>Materiales indirectos</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Costo unitario (S/.)</b>	<b>Costo total (S/.)</b>
<b>Combustible</b>	2	galones	14	28
<b>Energía eléctrica</b>	32.76	Kw/hr	0.33	10.65
<b>Detergente</b>	0.25	G	5	1.25
<b>Agua</b>	2	m <sup>3</sup>	0.6365	1.27
<b>TOTAL</b>				<b>41.17</b>

<b>Mano de obra</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo (S/.)</b>	<b>Kg. Producción</b>	<b>Costo (S/.)</b>
<b>Responsable de línea</b>	2	0.5	25	25
<b>TOTAL</b>				<b>25</b>

<b>Otros</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Modalidad</b>	<b>Costo unitario</b>	<b>Costo</b>
<b>Transporte</b>	2	Viaje	10.6	21.2
<b>TOTAL</b>				<b>21.2</b>

**TABLA 47:** Total de costos variables.

<b>Costos de materia prima</b>	<b>128.04</b>
<b>Monto de materiales indirectos</b>	<b>41.17</b>
<b>Mano de obra</b>	<b>25.00</b>
<b>Otros</b>	<b>21.00</b>
<b>TOTAL</b>	<b>215.21</b>

**Costo variable total = 215.21**

**N° de bolsas = 60**

**Costo variable unitario = 215.21/60**

**Costo Variable Unitario = S/. 3.59 \* bolsa**

## DETERMINACIÓN DE LOS COSTOS FIJOS

**TABLA 48:** Determinación de costos fijos por depreciación de Equipos y Materiales.

Equipos y Materiales	Cantidad	Costo unitario (S/.)	Costo Total (S/.)	Vida útil años	Depreciación, Día de Producción (S/.)
Horno	1	43134.52	43134.52	10	11.82
Cámara de Fermentación	1	6576	6576	10	3.84
Amasadora	1	10412.5	10412.5	5	5.71
Coche max 1000	9	3276.17	29485.53	10	5.39
Mesa de acero inoxidable	2	3855.88	7711.76	10	2.11
Balanza (0-10)kg	1	85	85	5	0.05
Balanza digital	1	120	120	5	0.07
Jarra plástico 2Lt	2	4	8	3	0.01
Guardapolvos	4	30	120	2	0
Cortadora	1	1	1	1	0.12
Gorro y mascarilla de tela	4	2	8	0.5	0.03
Mantenimiento de equipos	4	50	200	0.08	6.85
<b>TOTAL</b>					<b>35.99</b>

**Por depreciación de infraestructura:**

Valor del metro cuadrado de área techada = S/. 406.70

Área de la planta piloto = S/. 528.8 m<sup>2</sup>

Valor de la infraestructura = S/. 215062.96

Vida útil = 30 años

Depreciación por día de trabajo = S/. 23.89

Área de panificación = S/. 8.935 %

(528.8) = 47.25 m<sup>2</sup>

Depreciación para la línea de panificación = S/. 2.135

**OTROS GASTOS:**

**TABLA 49:** Gastos administrativos.

<b>Gastos</b>	<b>Costo por mes (S/.)</b>	<b>Costo por día (S/.)</b>
<b>Luz</b>	30	1.2
<b>Agua</b>	20	0.8
<b>Materiales de oficina</b>	50	2.0
<b>Teléfono</b>	55	1.8
<b>Impuestos</b>	120	4
<b>SUB-TOTAL</b>		<b>9.8</b>

**TABLA 50: DETERMINACION DEL COSTO FIJO TOTAL (CFT)**

<b>MOTIVO</b>	<b>COSTO POR DIA DE PRODUCCION (S/.)</b>
<b>Depreciación de equipos y materiales</b>	<b>35.99</b>
<b>Depreciación de infraestructura</b>	<b>2.14</b>
<b>Gastos administrativos</b>	<b>9.8</b>
<b>TOTAL</b>	<b>47.93</b>

**DETERMINACION DEL COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN (CTP)**

$$\text{CTP} = \text{CVT} + \text{CFT}$$

$$\text{CTP} = 215.21 + 47.93$$

$$\text{CTP} = \text{S/} . 263.14$$

**DETERMINACION DEL COSTO DE PRODUCCION POR UNIDAD (CPU)**

$$\text{CPU} = \text{CTP}/\eta \quad \text{Donde: } \eta = 60 \text{ bolsas}$$

$$\text{CPU} = 263.14/60 = \text{S/} . 4.39$$

**DETERMINACIÓN DE LA GANANCIA POR UNIDAD (GPU)**

$$\text{GPU} = \text{PV} - \text{CPU}$$

**Dónde:**

**PV** = precio venta

**CPU** = costo de producción por unidad

$$\mathbf{GPU = 6.5 - 4.39}$$

$$\mathbf{GPU = S/. 2.11}$$

#### **PUNTO DE EQUILIBRIO (PE)**

$$\mathbf{PE = CFT / (PV - CVU)}$$

$$\mathbf{PE = 47.93 / (6.5 - 3.59)}$$

$$\mathbf{PE = 16.47 = 16 \text{ bolsas.}}$$

#### **DETERMINACION DE LA GANANCIA POR PRODUCCION (GP)**

$$\mathbf{G.P. = (cantidad \text{ producida} - PE) \times (PV - CVU)}$$

$$\mathbf{G.P. = (60 - 16) \times (6.5 - 3.59)}$$

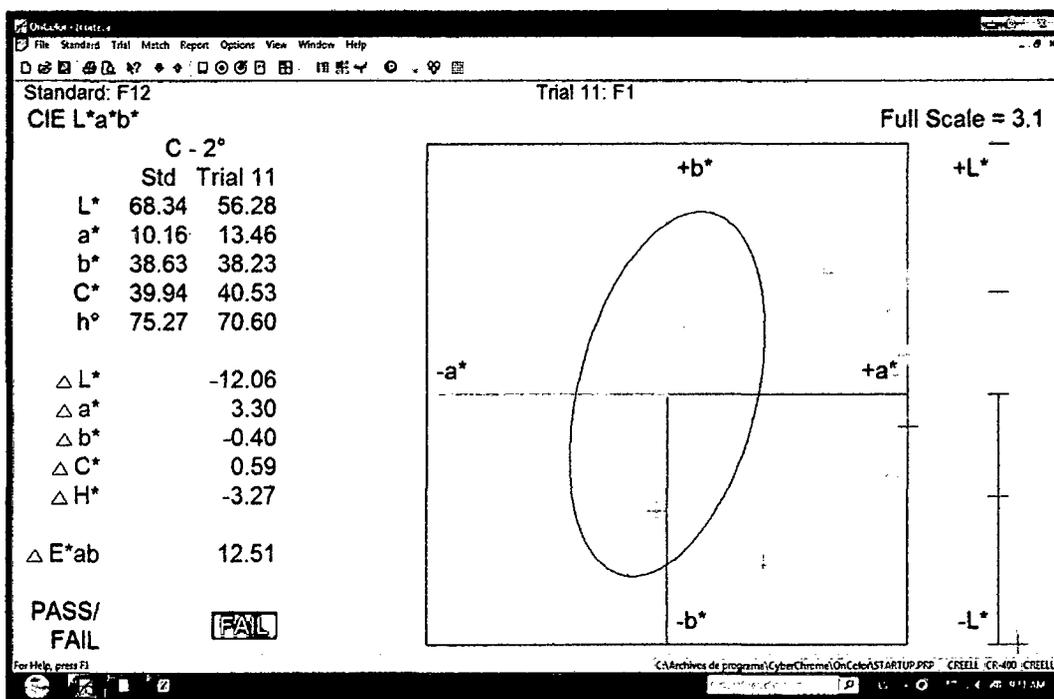
$$\mathbf{G.P. = S/. 128.04}$$

Por lo tanto, para una producción de 60 unidades de pan de molde, se obtiene una ganancia de **S/. 128.04**

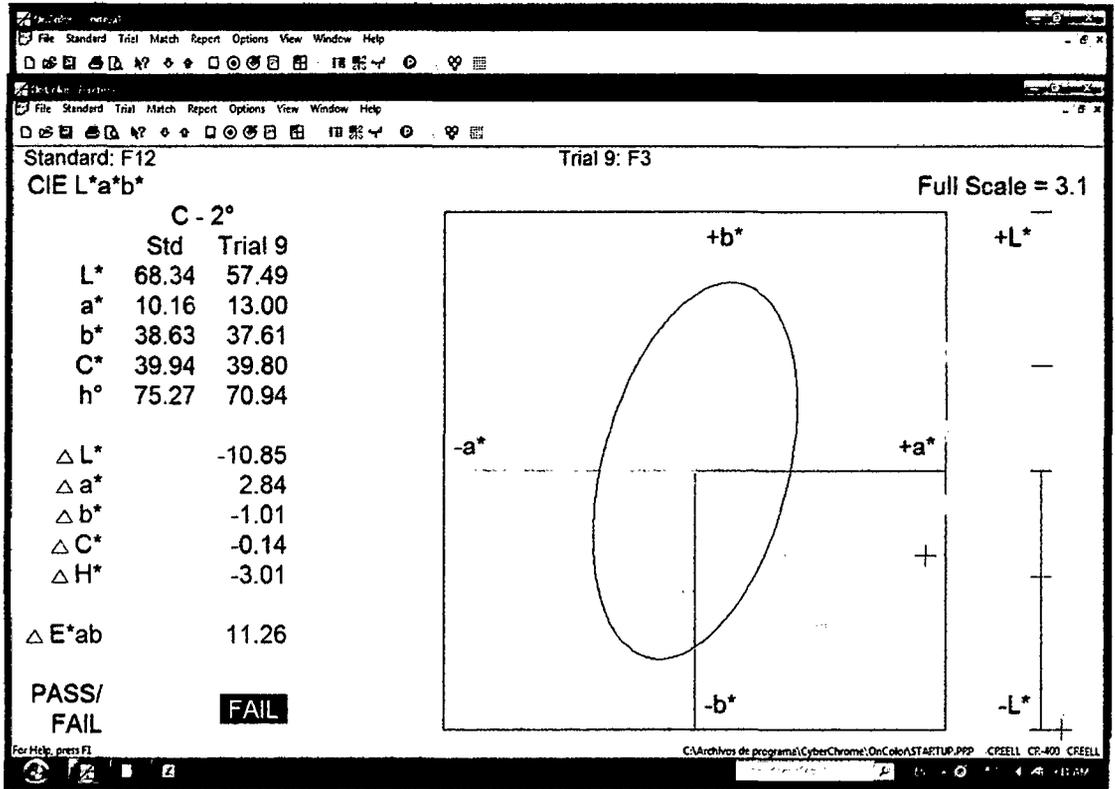
## ANEXO V

Resultados de la evaluación de Color Instrumental en la corteza del pan de molde

Muestra F1

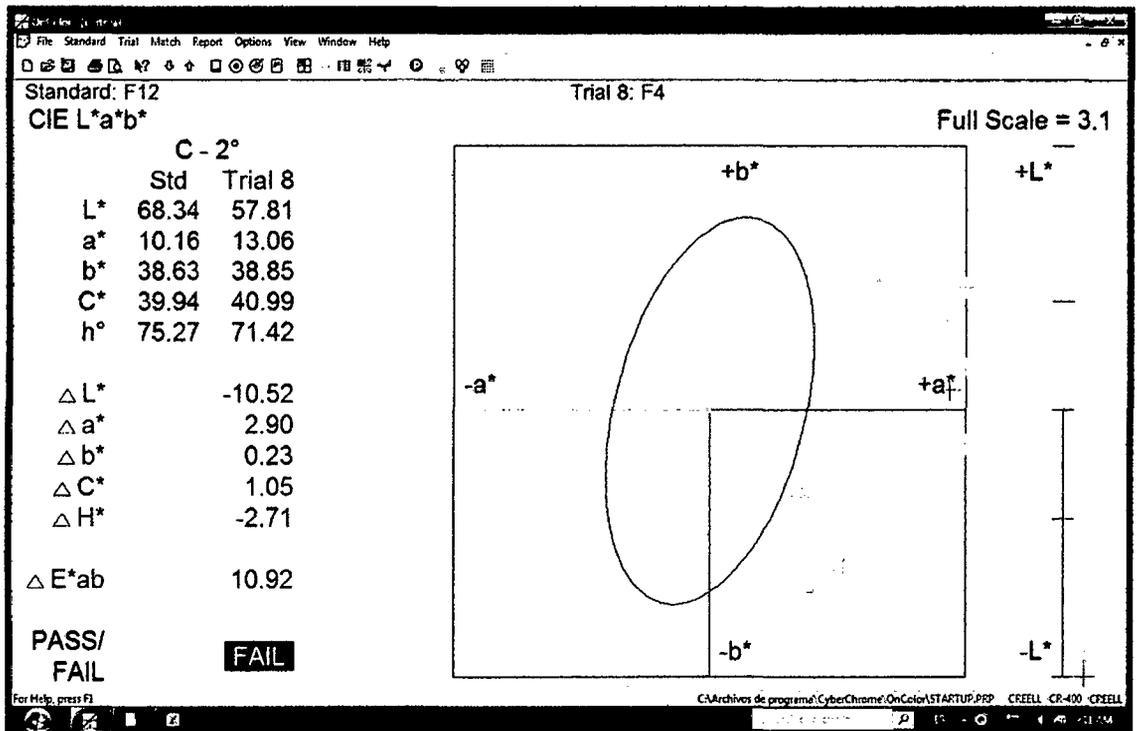


### Muestra F2

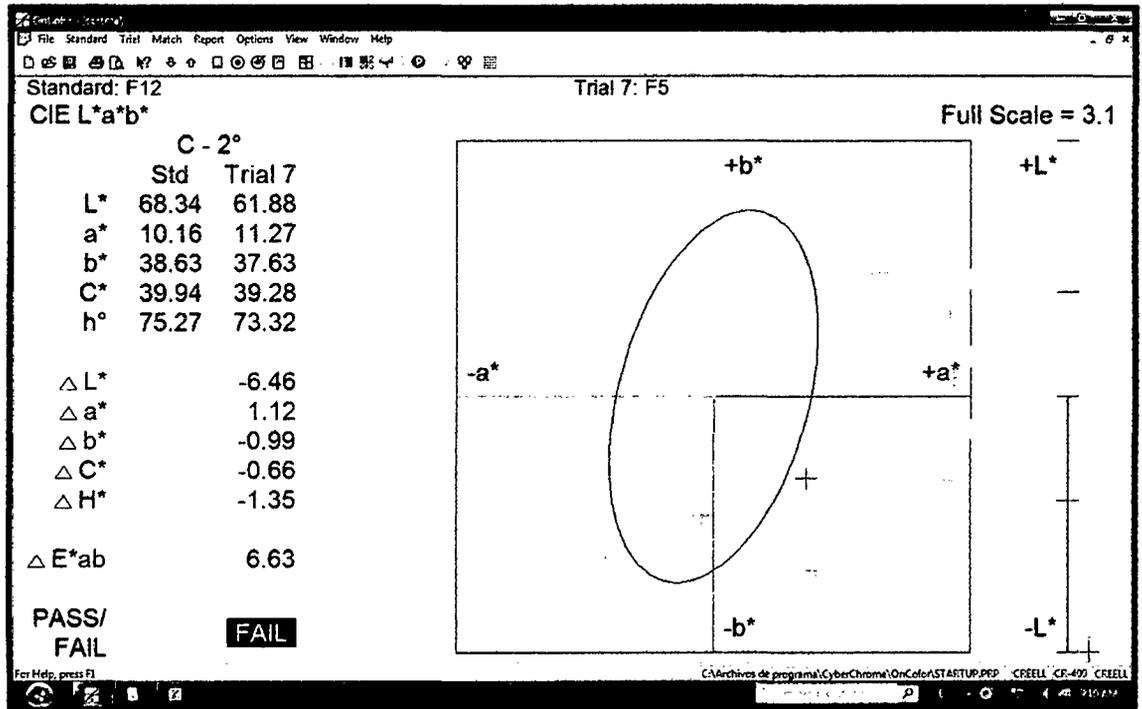


### Muestra F3

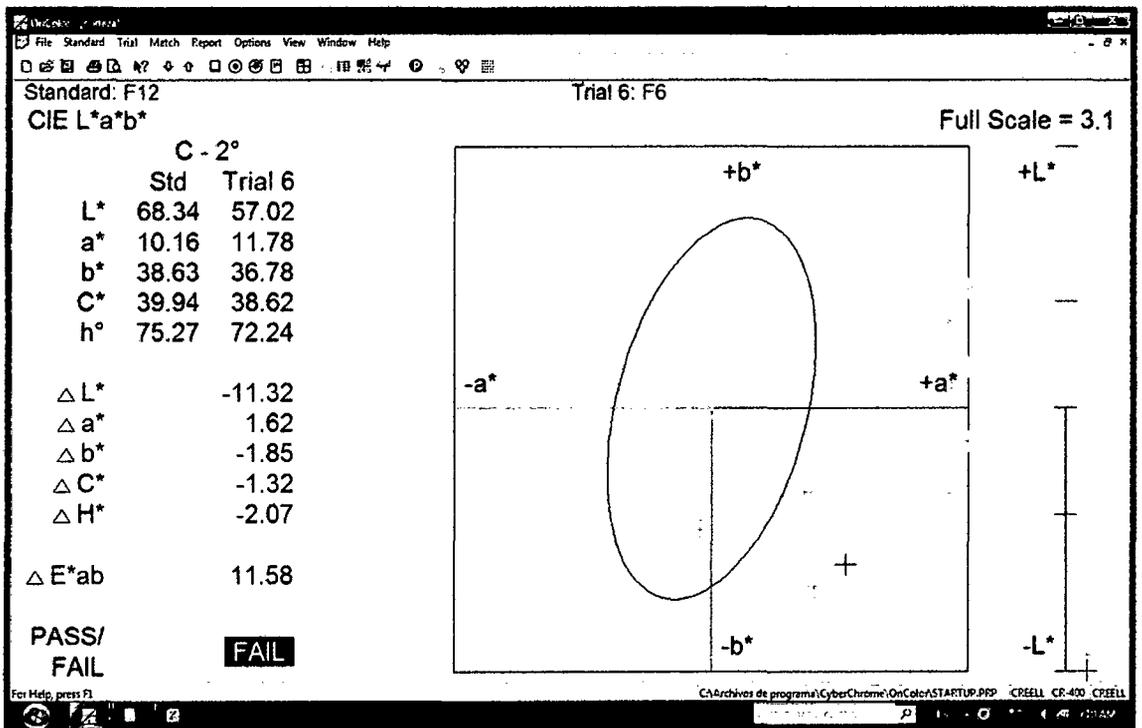
### Muestra F4



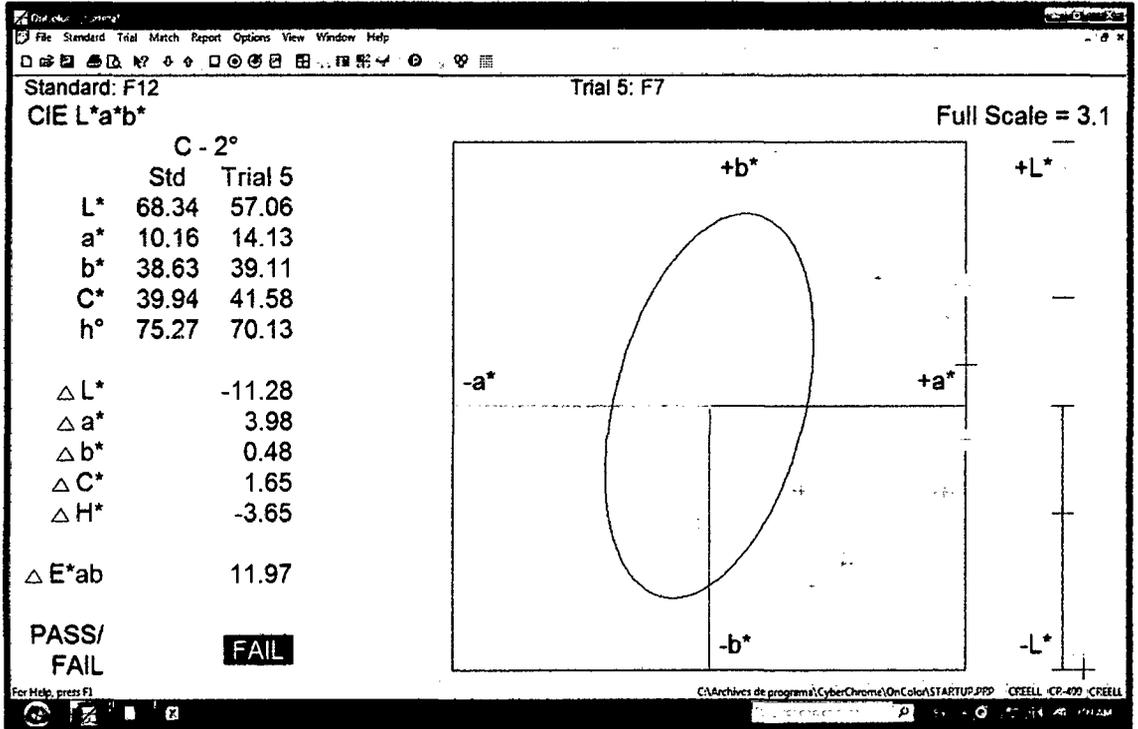
### Muestra F5



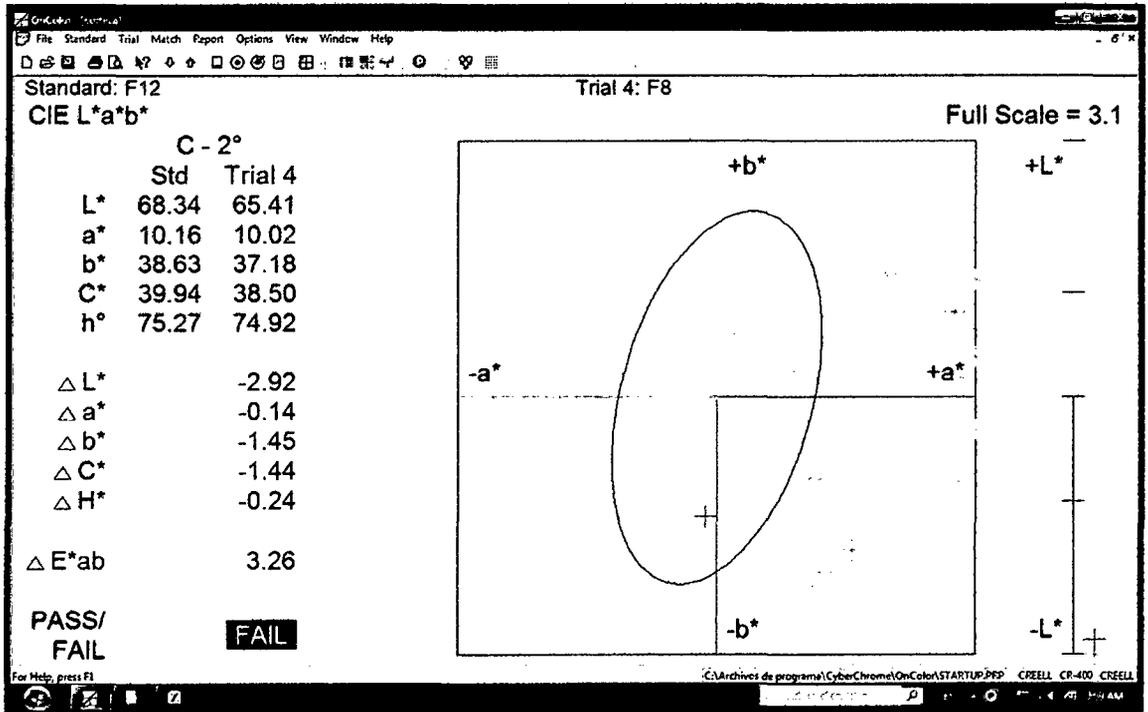
### Muestra F6



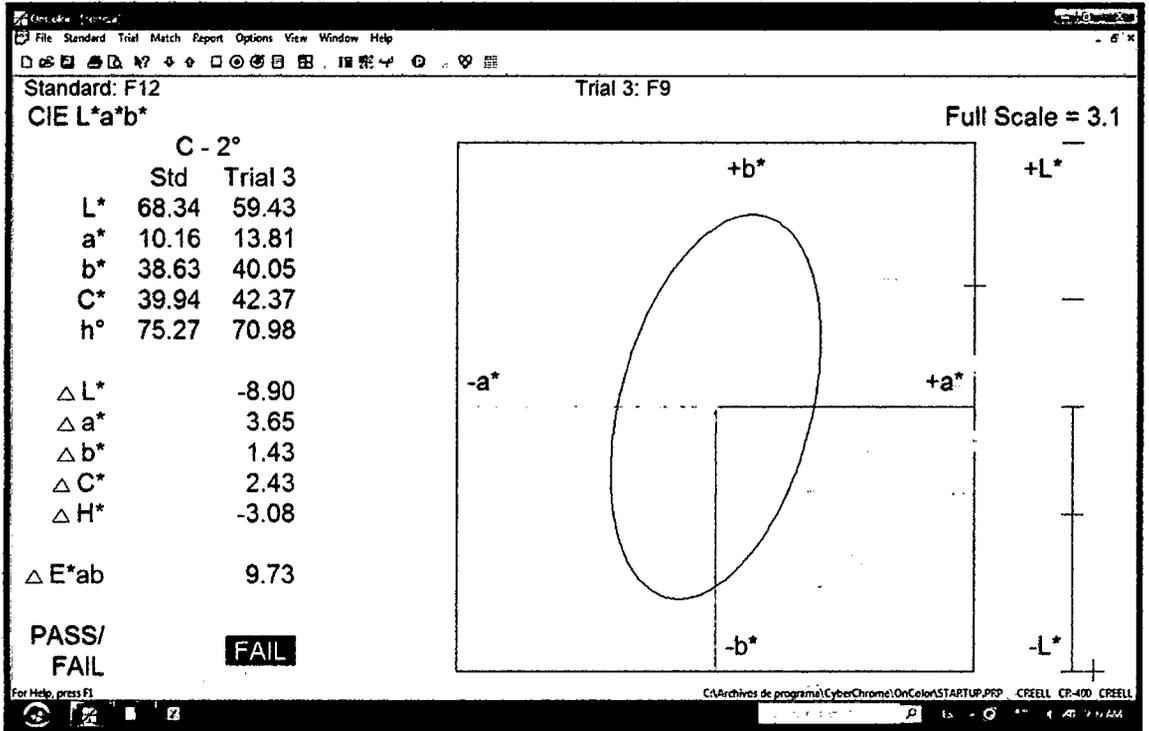
**Muestra F7**



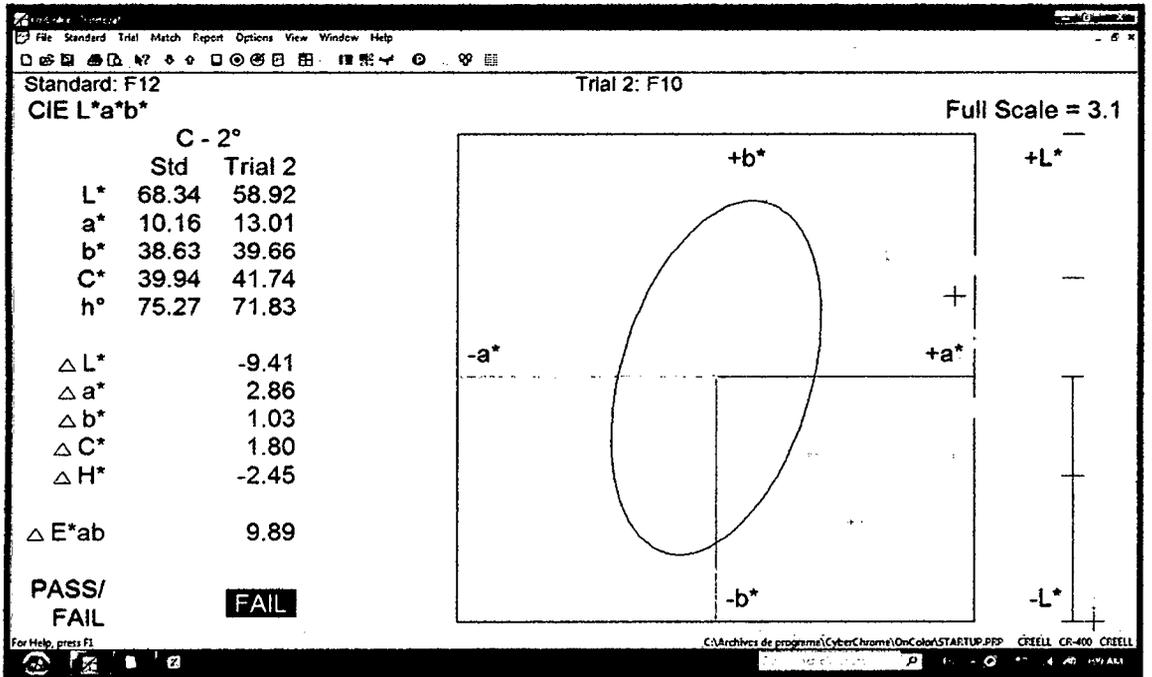
**Muestra F8**



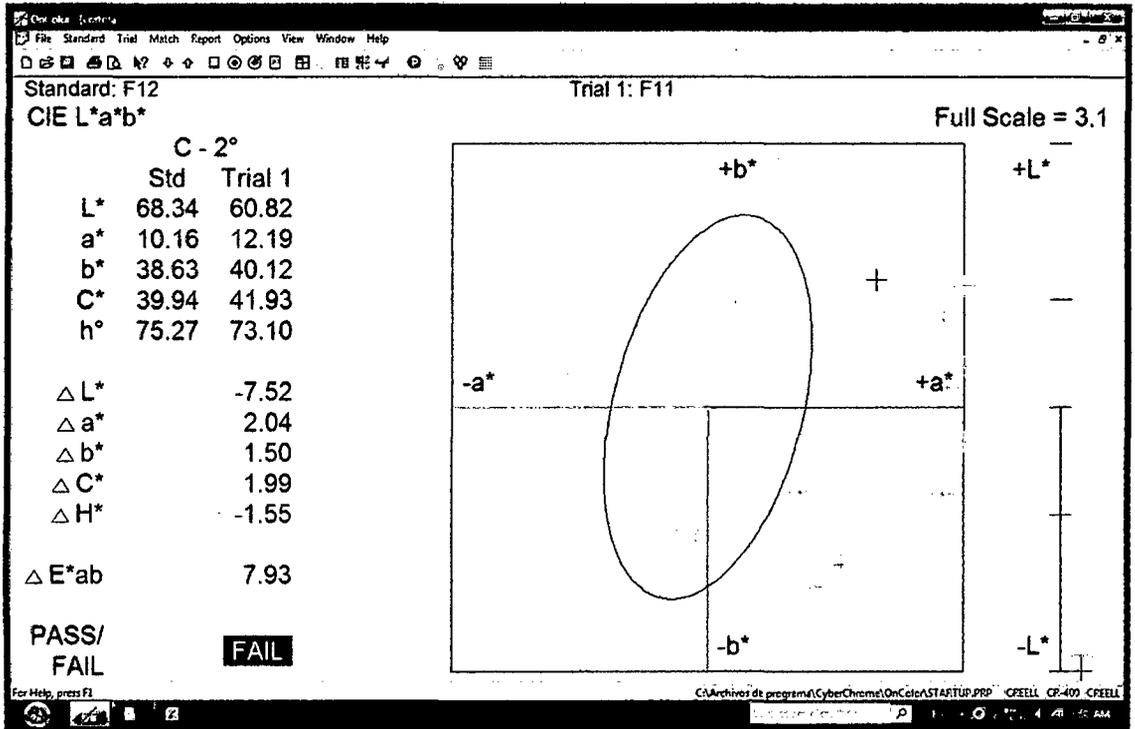
**Muestra F9**



**Muestra F10**



### Muestra F11

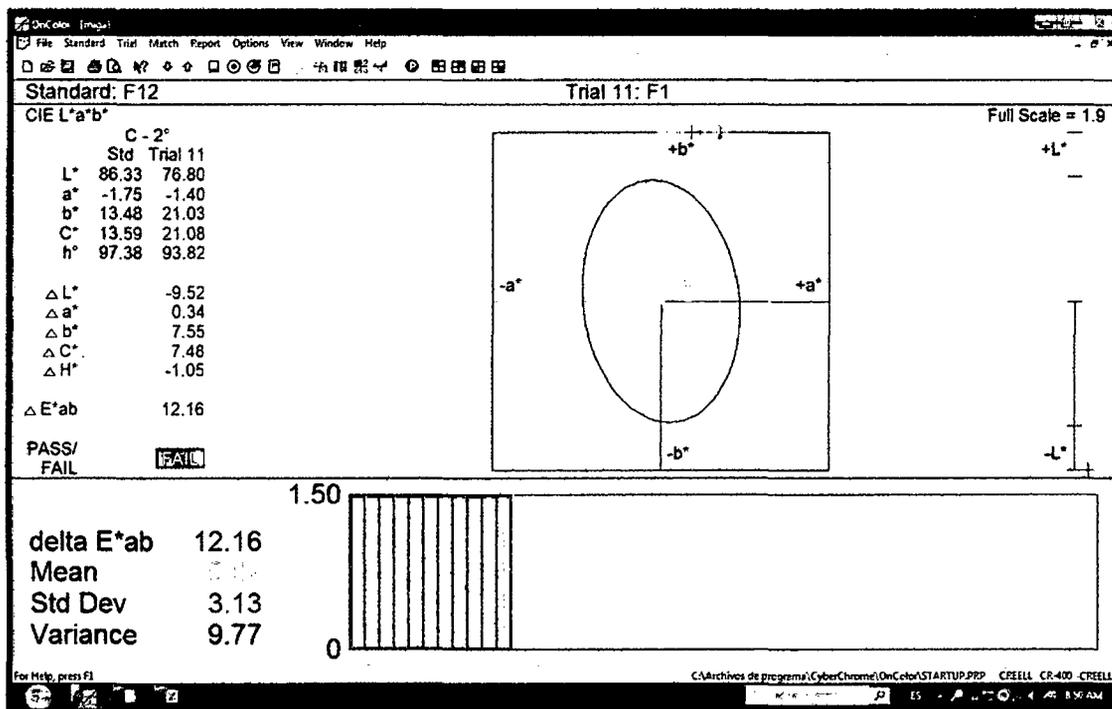


### Comparación de muestras con el TESTIGO F12

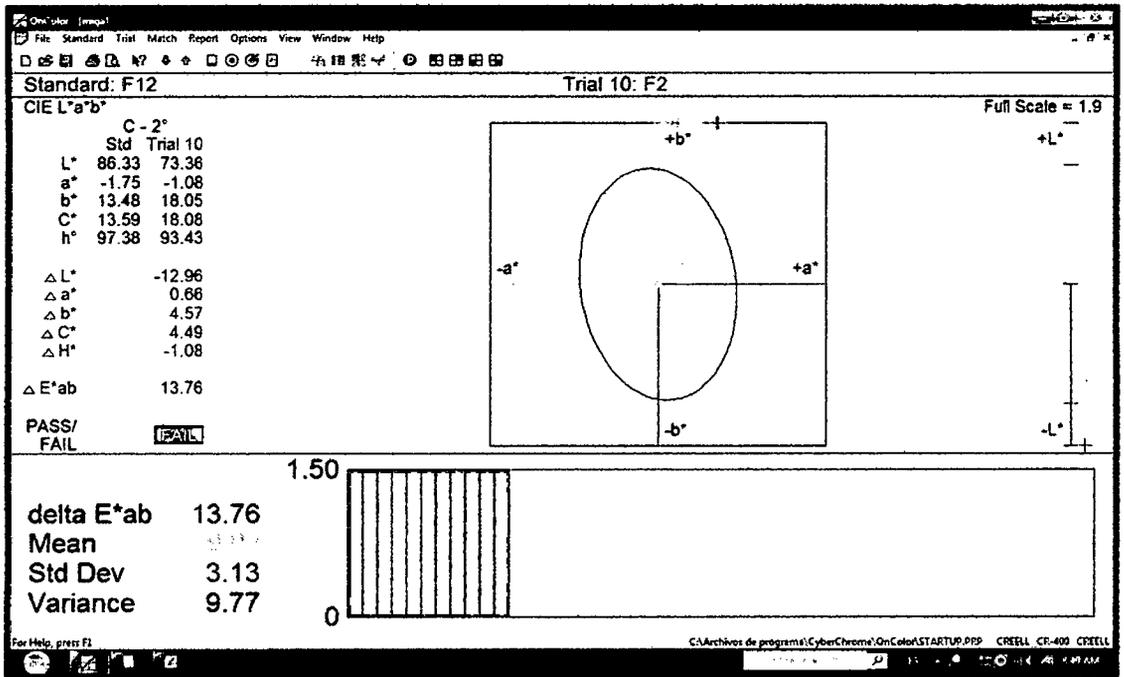
C-2° CIE L*a*b'													Color Assessments		
Name	L*	a*	b*	C*	h°	DL*	Da*	Db*	DC*	DH*	DE*ab				
Std F12	68.34	10.16	38.63	39.94	75.27										
1 F11	60.82	12.19	40.12	41.93	73.10	-7.52	2.04	1.50	1.99	-1.55	7.93	FAIL	Darker	Redder	
2 F10	58.92	13.01	39.66	41.74	71.83	-9.41	2.86	1.03	1.80	-2.45	9.89	FAIL	Darker	Redder	
3 F9	59.43	13.81	40.05	42.37	70.98	-8.90	3.65	1.43	2.43	-3.08	9.73	FAIL	Darker	Redder	
4 F8	65.41	10.02	37.18	38.50	74.92	-2.92	-0.14	-1.45	-1.44	-0.24	3.26	FAIL	Darker	Less Red	
5 F7	57.06	14.13	39.11	41.58	70.13	-11.28	3.98	0.48	1.65	-3.65	11.97	FAIL	Darker	Redder	
6 F6	57.02	11.78	36.78	38.62	72.24	-11.32	1.62	-1.85	-1.32	-2.07	11.58	FAIL	Darker	Redder	
7 F5	61.88	11.27	37.63	39.28	73.32	-6.46	1.12	-0.99	-0.66	-1.35	6.63	FAIL	Darker	Redder	
8 F4	57.81	13.06	38.85	40.99	71.42	-10.52	2.90	0.23	1.05	-2.71	10.92	FAIL	Darker	Redder	
9 F3	57.49	13.00	37.61	39.80	70.94	-10.85	2.84	-1.01	-0.14	-3.01	11.26	FAIL	Darker	Redder	
10 F2	59.78	11.40	36.51	38.25	72.65	-8.56	1.25	-2.11	-1.69	-1.78	8.90	FAIL	Darker	Redder	
11 F1	56.28	13.46	38.23	40.53	70.60	-12.06	3.30	-0.40	0.59	-3.27	12.51	FAIL	Darker	Redder	

# Resultados de la evaluación de Color Instrumental en la miga del pan de molde

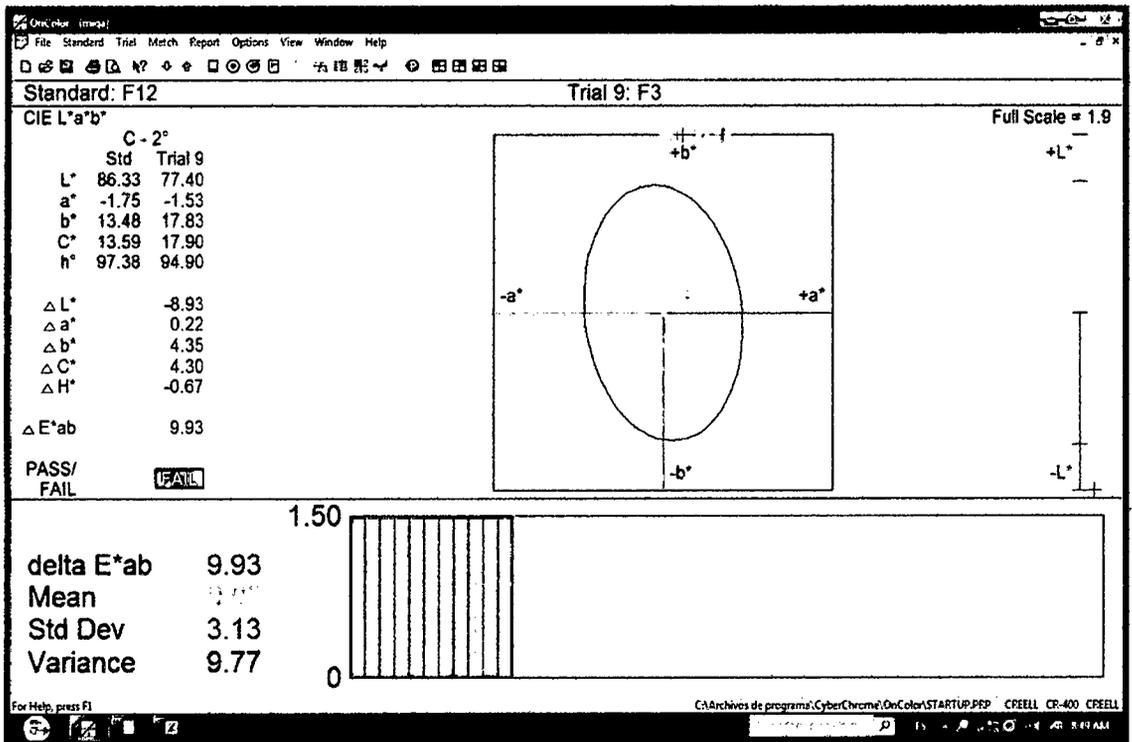
## Muestra F1



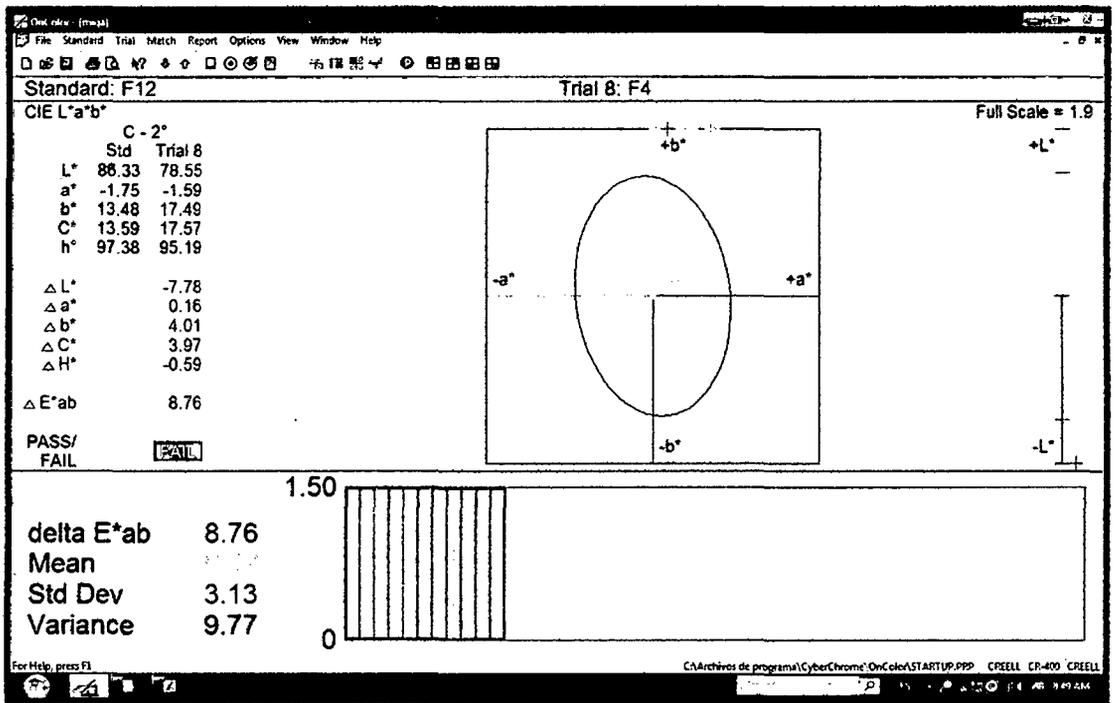
## Muestra F2



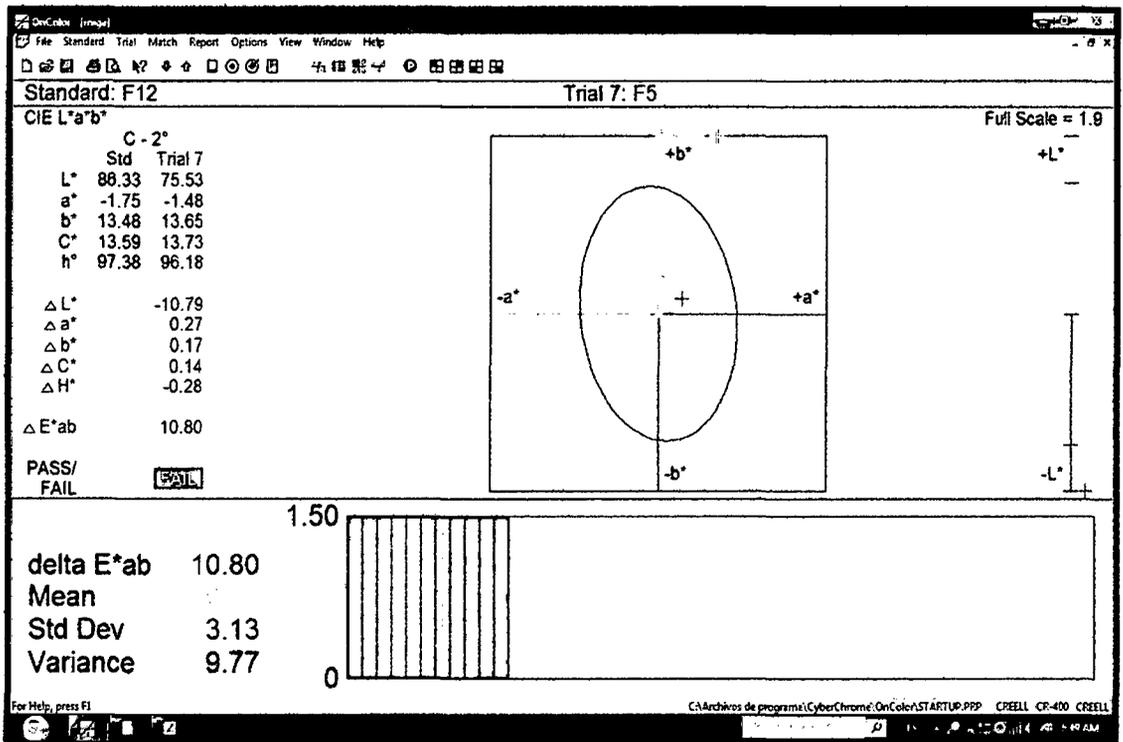
### Muestra F3



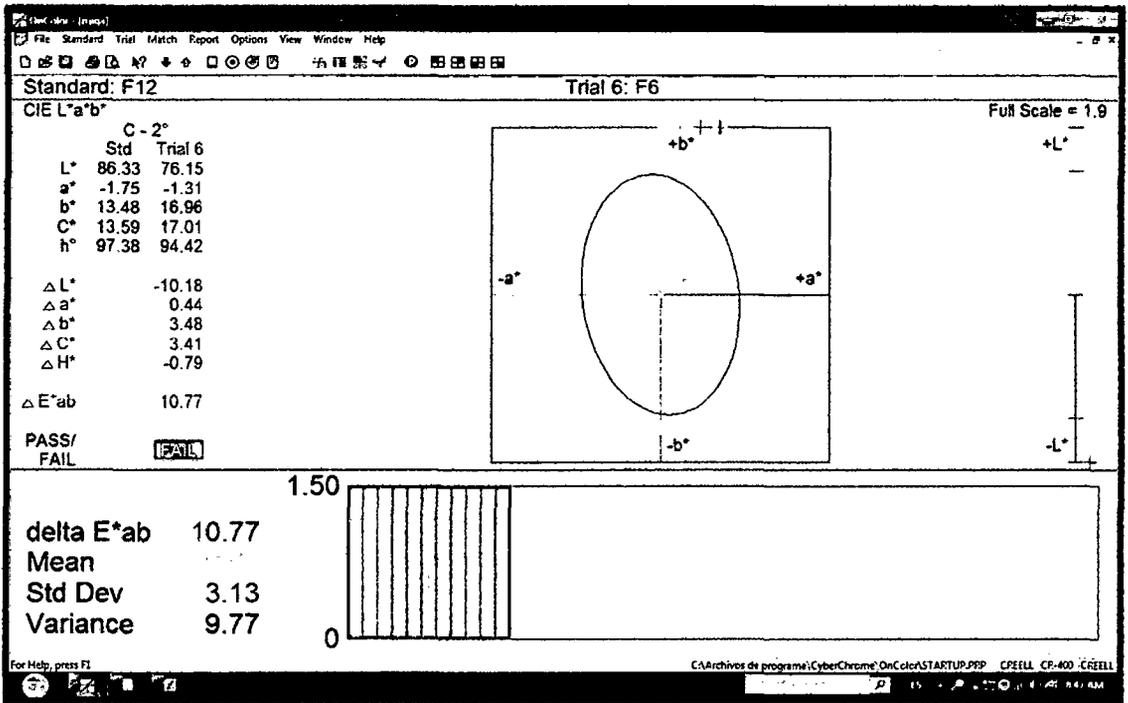
### Muestra F4



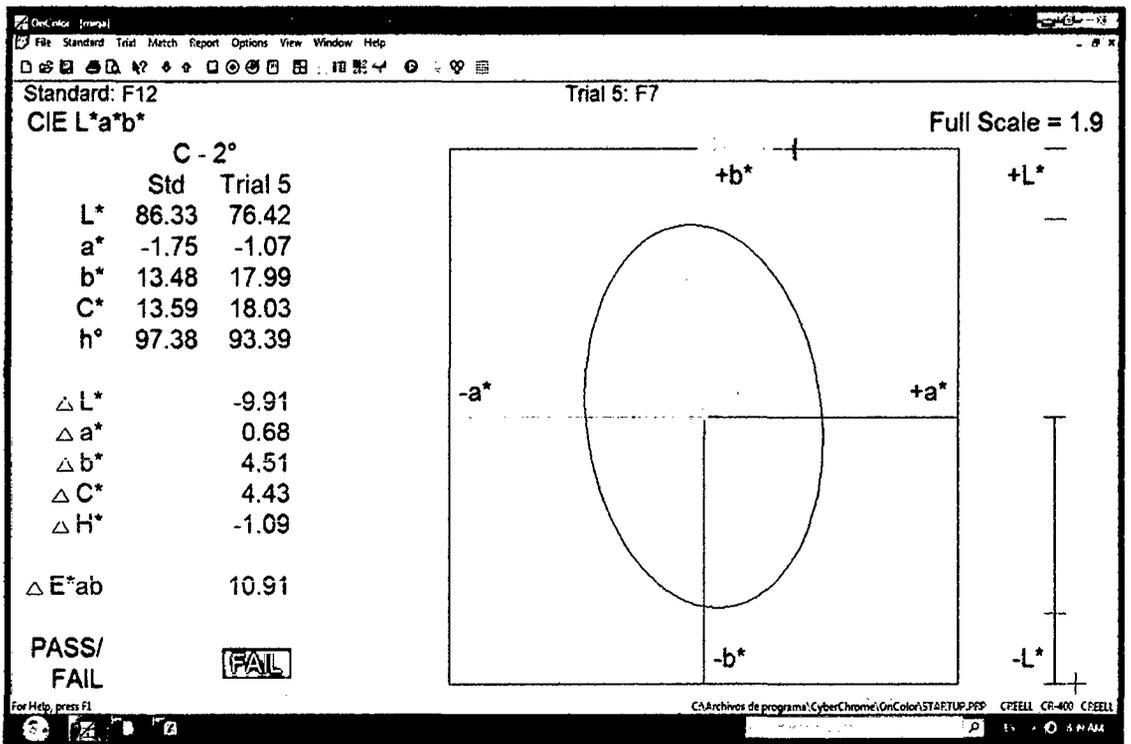
### Muestra F5



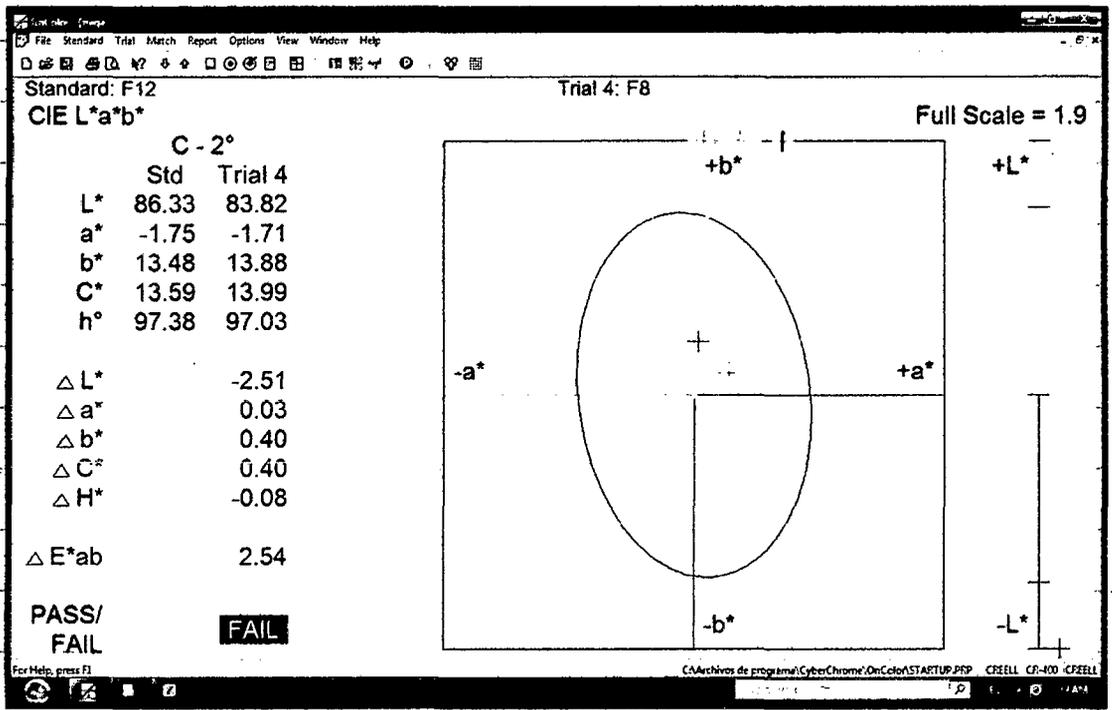
### Muestra F6



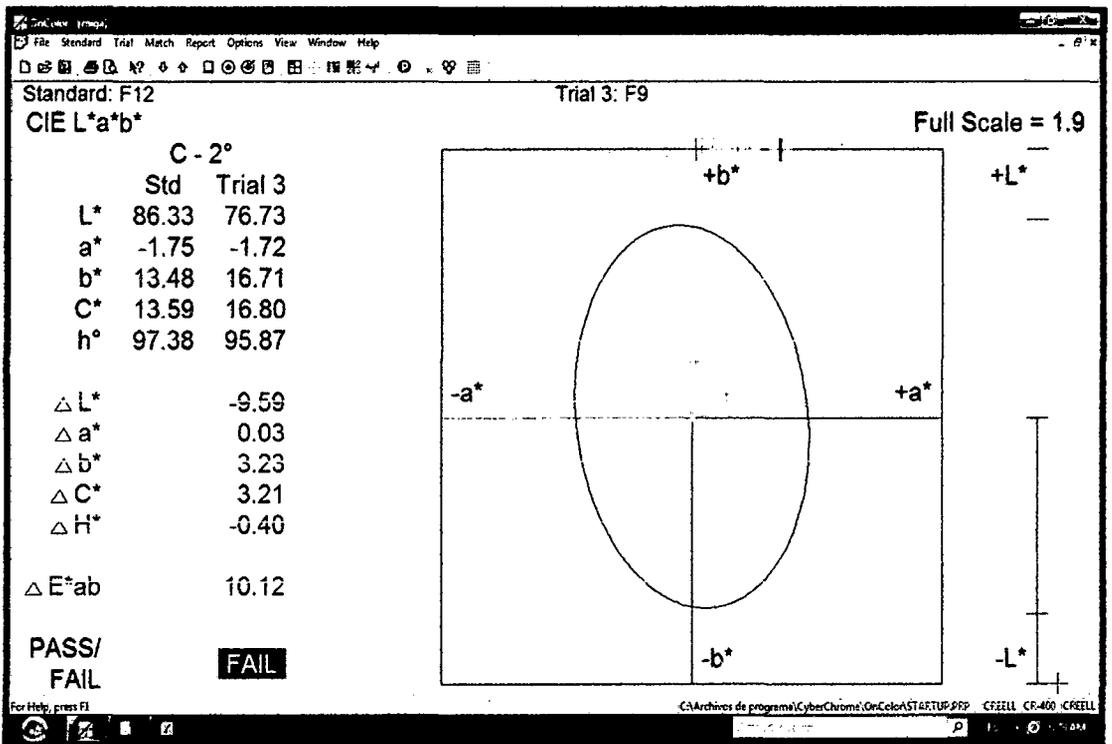
### Muestra F7



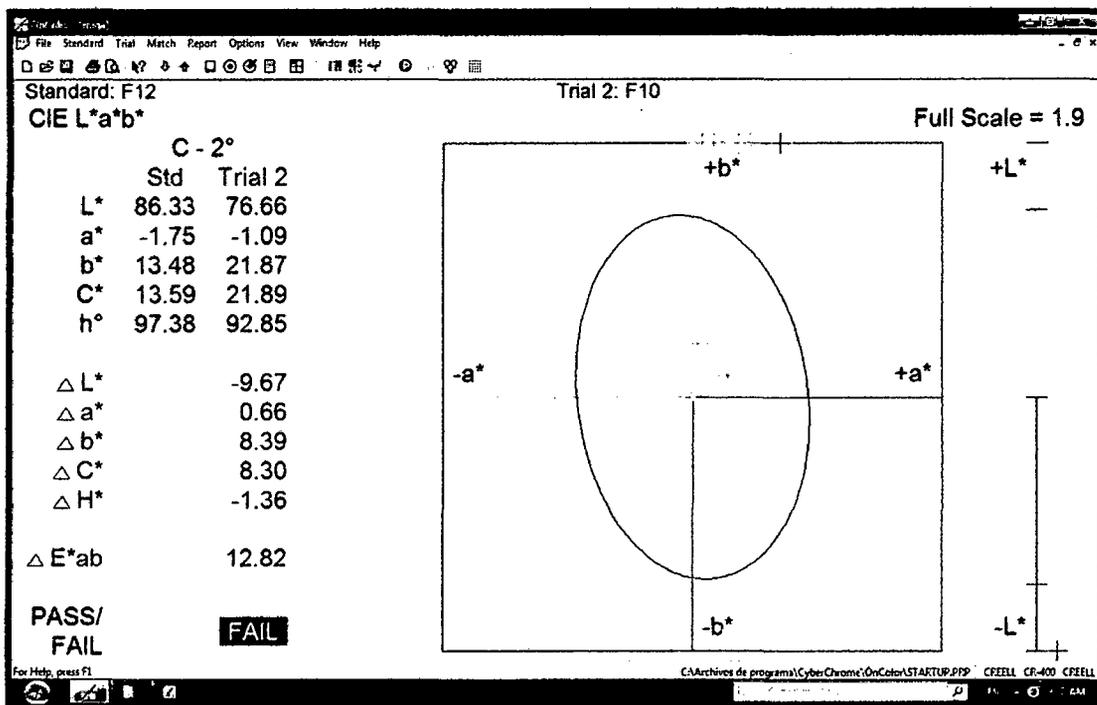
### Muestra F8



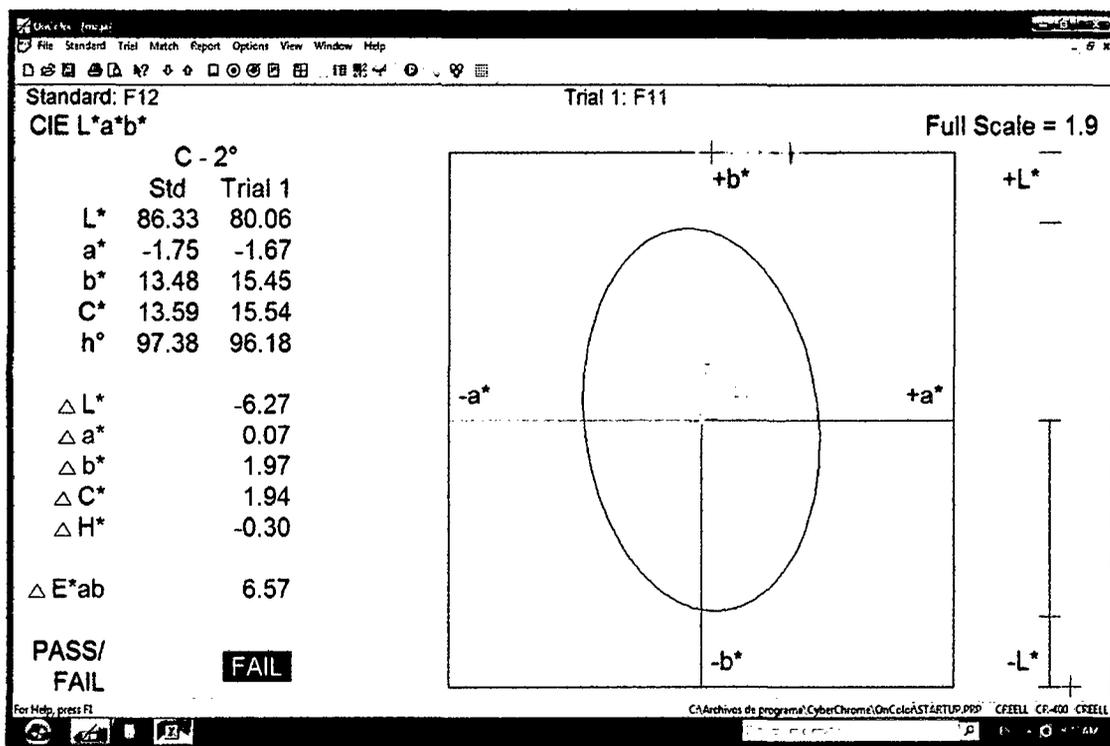
Muestra F9



Muestra F10



### Muestra F11



### Comparación de muestras con el TESTIGO F12

C-2' CIE L*a*b'												
Name	L'	a'	b'	C'	h°	DL'	Da'	Db'	DC'	DH'	DE'ab	Color Assessments
Std F12	65.33	-1.75	13.40	13.59	97.33							
1 F11	80.06	-1.67	15.45	15.54	95.18	-6.27	0.07	1.97	1.94	-0.30	6.57	PAUL Darker
2 F10	76.66	-1.09	21.87	21.89	92.85	-9.67	0.66	8.39	8.30	-1.36	12.82	PAUL Darker Less Green
3 F9	76.73	-1.72	16.71	16.80	95.87	-9.59	0.03	3.23	3.21	-0.40	10.12	PAUL Darker
4 F8	83.82	-1.71	13.88	13.99	97.03	-2.51	0.03	0.40	0.40	-0.08	2.54	PAUL Darker
5 F7	76.42	-1.07	17.99	18.03	93.39	-9.91	0.68	4.51	4.43	-1.09	10.91	PAUL Darker Less Green
6 F6	76.15	-1.31	16.96	17.01	94.42	-10.18	0.44	3.48	3.41	-0.79	10.77	PAUL Darker Less Green
7 F5	75.53	-1.48	13.65	13.73	95.18	-10.79	0.27	0.17	0.14	-0.28	10.80	PAUL Darker Less Green
8 F4	78.55	-1.59	17.49	17.57	95.19	-7.78	0.16	4.01	3.97	-0.59	8.76	PAUL Darker Less Green
9 F3	77.40	-1.53	17.83	17.90	94.90	-8.93	0.22	4.35	4.30	-0.67	9.93	PAUL Darker Less Green
10 F2	73.36	-1.08	18.05	18.08	93.43	-12.95	0.66	4.57	4.49	-1.08	13.76	PAUL Darker Less Green
11 F1	76.80	-1.40	21.03	21.08	93.82	-9.52	0.34	7.55	7.48	-1.05	12.16	PAUL Darker Less Green

## ANEXO VI

### FORMATO DE EVALUACIÓN SENSORIAL:

#### Análisis Sensorial para pan de molde

**Edad:**

**Sexo:**

**Fecha:**

Las calificaciones para los parámetros de evaluación del siguiente producto están en una escala cuantitativa del 1 al 5, donde:

- (1)  =Muy agradable      (2)  =Agradable      (3)  =Regular  
(4)  =Desagradable      (5)  =Muy Desagradable

Marque con un aspa el número de calificativo que a su criterio merezca el producto, según sea el parámetro evaluado.

**COLOR:**

1 	2 	3 	4 	5 
--	--	--	---	--

**OLOR:**

1 	2 	3 	4 	5 
---	---	---	--	---

**TEXTURA:**

1 	2 	3 	4 	5 
---	---	---	--	---

**SABOR:**

1 	2 	3 	4 	5 
---	---	---	--	---

**¿Compraría este producto?**

SI

NO

# ANEXO VII

## RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE PROTEÍNAS:



### INFORME DE ENSAYO FQ N° 120710-001

Emilito en Lima, el 10 de Julio de 2012

Orden de Trabajo	: 0991 - 0712
Numero de Servicio	: 12011469
Nombre del Solicitante	: PEDRO DAVID AYALA CREJE
Dirección de la Empresa	: WZA, C/ COSTE, 10 URU, JOSE CARLOS MAREATEGUI - NLEVO CHIVEOTE - SANTA - ANCAESI
Servicio Solicitado	: Informe de Ensayo Físico Químico
Producto declarado	: PAN DE MOLDE RECTANGULAR(F1)
Cantidad de Muestra	: 01 Bolsa x 224 g.
Modificación / marca	: HUMEDAD INICIAL 32.16 %
Presentación	: 4 gramos
Lugar y fecha de recepción	: Laboratorio Físico-Químico, 26 de Julio de 2012
Características	: Muestra proporcionada por el solicitante en bolsa de polipropileno transparente sellada.
Condiciones de recepción	: En aparente buen estado a temperatura ambiente.
Muestra de Referencia	: No proporcionada por el Cliente
Fecha de inicio de Ensayos	: 28 de Julio de 2012
Fecha de término de Ensayos	: 29 de Julio de 2012

DETERMINACIONES	UNIDADES	RESULTADOS
Proteína		10.71

DETERMINACIONES	METODO DE ENSAYO
Proteína	ANÁLISIS DE NITRÓGENO POR MÉTODO DE KJELDAHL CON DESTILACIÓN Y CÁLCULO POR COEFICIENTE DE CONVERSIÓN

#### Observaciones

Este documento no se encuentra amparado dentro del marco de la Acreditación otorgada por el INDECOPI/SIMA.  
 Este Informe de Ensayo tiene una validez de 120 días calendario a partir de la fecha de emisión.

CERTIFICACIONES Y CALIDAD S.A.C.

QUIRY WILMA SARMENTO Z.  
 JEFE LABORATORIO FÍSICO QUÍMICO

"PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO"

Los resultados de este informe de ensayo son válidos únicamente para el producto y muestra que se indica en el presente informe. No se garantiza la validez de los resultados para otros productos o muestras. Este informe de ensayo es propiedad de Certifical S.A.C. y no debe ser reproducido, distribuido o utilizado sin el consentimiento escrito de Certifical S.A.C. Los resultados de este informe de ensayo no deben ser utilizados para fines legales o regulatorios. Este informe de ensayo es válido por un periodo de 120 días calendario a partir de la fecha de emisión.

Av. Sucre 1351 Pueblo Libre, Telefax: 4611036 / email: informes@certifical.com.pe





**INFORME DE ENSAYO FQ N° 120710-003**

Elaborado en Lima, el 10 de Julio de 2012

Orden de Trabajo	: 6501 - 1712
Número de Servicio	: 12E11489
Nombre del Solicitante	: PEDRO DAVID AYALA CRUZ
Dirección de la Empresa	: MZA. EL LOTE 16 UNO, JOSE CARLOS MOREATEGUI - NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH
Servicio Solicitado	: Informe de Censos Físico Químico.
Producto declarado	: PAN DE MOLDE DESHIDRATADO(F7)
Cantidad de Muestra	: 01 Bolsa x 225 g
Identificación / marca	: HUMEDAD INICIAL 31.76%
Presentación	: A granel
Lugar y fecha de recepción	: Laboratorio Físico-Químico, 05 de Julio de 2012
Características	: Muestra proporcionada por el solicitante en bolsa de polipropileno transparente sellada.
Condiciones de recepción	: El aparato está calibrado a temperatura ambiente.
Muestra de Diferencia	: No proporcionada por el Cliente
Fecha de inicio de Ensayos	: 14 de Julio de 2012
Fecha de término de Ensayos	: 15 de Julio de 2012

DETERMINACIONES	UNIDADES	RESULTADOS
Moisture	%	31.76

DETERMINACIONES	MÉTODO DE ENSAYO
Moisture	ISO 1442:2004

**Observaciones:**

- Este dato se refiere a la muestra que se analizó dentro del marco de la Acreditación otorgada por el INECOR-SIN.
- Este informe es propiedad exclusiva de Certifica! y debe ser usado solo para el propósito que se indica en el mismo.

CERTIFICACIONES Y CALIDAD S.A.C.

QUIZA VILMA SARMIENTO Z.  
JEFE LABORATORIO FÍSICO QUÍMICO

"PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO"

Este informe es propiedad exclusiva de Certifica! y debe ser usado solo para el propósito que se indica en el mismo. No se permite la reproducción total o parcial de este documento sin el consentimiento escrito de Certifica! y Calidad S.A.C. Los datos aquí presentados son válidos solo para el propósito que se indica en el mismo. No se garantiza la exactitud de los datos aquí presentados. Este informe es propiedad exclusiva de Certifica! y debe ser usado solo para el propósito que se indica en el mismo.

## INFORME DE ENSAYO FQ N° 120710-004

Emiteco en Lima, el 19 de Julio de 2012

Orden de Trabajo	: 0331_0712
Numero de Servicio	: 12311489
Nombre del Solicitante	: PEDRO DAVID AYALA CRUZ
Dirección de la Empresa	: VZA 33 LOTE 16 URB JOSE CARLOS VARELA TEGUI - NUEVO CHIBOTE - SANTA - ANCASH
Servicio Solicitado	: Informe de Ensayo Físico Químico
Producto declarado	: PAN DE MOLDE DESHIBRADO (P)
Cantidad de Muestra	: 01 Bolsa a 750 g
Identificación / marca	: PURE DAD MICIAL 21.51%
Presentación	: A granel
Lugar y fecha de recepción	: Laboratorio físico-Químico - 04 de Julio de 2012
Características	: Muestra proporcionada por el solicitante en bolsa de polipropileno transparente sellada.
Condiciones de recepción	: El aparato fue estado a temperatura ambiente
Nuestra de Diferencia	: No proporcionada por el Cliente
Fecha de inicio de Ensayos	: 04 de Julio de 2012
Fecha de término de Ensayos	: 19 de Julio de 2012

### ENSAYOS

PROCESOS	DETERMINACIONES	UNIDADES	RESULTADOS
DETERMINACIONES	MÉTODOS DE ENSAYO		

### Observaciones:

Este documento es el resultado del ensayo dentro del marco de la Acreditación otorgada por el INDECOPI/ENL.  
Este informe de Ensayo para una cantidad de 17.000 unidades y por 120 g a 1000 unidades.

CERTIFICACIONES Y CALIDAD S.A.C

*[Firma]*  
DANI VILMA SARMIENTO Z  
LABORATORIO FÍSICO QUÍMICO

"PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO"

Este informe de Ensayo es el resultado del ensayo dentro del marco de la Acreditación otorgada por el INDECOPI/ENL. Este informe de Ensayo para una cantidad de 17.000 unidades y por 120 g a 1000 unidades.

Av. Sucre 1381 Pueblo Libre - Telfax: 4611036 / email: informes@certifical.com.pe





**INFORME DE ENSAYO FQ N° 120710-006**

Emilito en Lima, el 10 de Julio de 2012

Orden de Trabajo	: 0931, 0712
Número de Servicio	: 12311469
Nombre del Solicitante	: PEDRO DAVID AYALA CRUZ
Dirección de la Empresa	: VZA. ES LOTE. 16 HRB. JOSE CARLOS WAREATEGUI - NUEVO CHIMOTE - SANTA - ANCASH
Servicio Solicitado	: Servicio de Ensayo Físico Químico.
Producto declarado	: PAN DE MOLDE DESHIDRATADO(6)
Cantidad de Muestra	: 01 Bolsa x 245 g.
Identificación / marca	: HONEYCAJAL 21 (5%)
Presentación	: A granel
Lugar y fecha de recepción	: Laboratorio Físico Químico, 06 de Julio de 2012
Condiciones	: Muestra proporcionada por el solicitante en bolsa de polipropileno transparente sellada.
Condiciones de recepción	: En aparente buen estado a temperatura ambiente.
Muestra de Referencia	: No proporcionada por el Cliente
Fecha de inicio de Ensayos	: 04 de Julio de 2012
Fecha de término de Ensayos	: 05 de Julio de 2012

DETERMINACIONES	UNIDADES	RESULTADOS
Fibra	%	11,14

DETERMINACIONES	METODO DE ENSAYO
Fibra	ASOCIACION ESTADOUNIDENSE DE PROTECTORAS N° 1004 "ESTADOUNIDENSE" DICCIONARIO TECNICO - METODO

PROHIBIDA

COPY

**Observaciones:**

- Este documento debe encontrarse acompañado dentro del expediente de la identificación otorgada por el INDECOPI.
- Este Informe de Ensayo tiene un valor de 120 días calendario a partir de la fecha de emisión.

CERTIFICACIONES Y CALIDAD S.A.C.  
  
**JUAN GARRIENTE Z.**  
 JEFE LABORATORIO FISICO QUIMICO

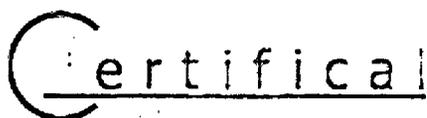
"PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO"

Los ensayos se han realizado de acuerdo a la norma N° 120710-006, emitida por el INDECOPI, la cual es de carácter obligatorio para todos los productos que se comercializan en el Perú. Este informe de ensayo tiene un valor de 120 días calendario a partir de la fecha de emisión. Este informe de ensayo tiene un valor de 120 días calendario a partir de la fecha de emisión.

Av. Sucre 1361 Pueblo Libre, Telefax. 4611036 / email: informes@certifical.com.pe







**INFORME DE ENSAYO FQ N° 120710-010**

Emiido en Lima, el 10 de Julio de 2012

Orden de Trabajo	0601-0712
Numero de Servicio	12071001
Nombre del Solicitante	PELDO DAVID AYALA CRUZ
Dirección de la Empresa	MZA. EL LOTE "S. LUIS JOSE CARLOS MARE 4" UGAF - MULLO CHIBOTE SANTA - ANCASH
Servicio Solicitado	Informe de Ensayo Frasco Clamato
Producto declarado	PAN DE MOLDE DESHIDRATADO (**)
Cantidad de Muestra	51 Bolas x 234 g
Identificación / marca	MARCA: DAD INICIAL 21 03%
Presentación	4 quilo
Lugar y fecha de recepción	Laboratorio Frasco Clamato 04 de Julio de 2012
Características	Muestra proporcionada por el solicitante en bolsas de polietileno transparente sellada
Condiciones de recepción	En asfrenta haba estado a temperatura ambiente
Muestra de Diferencia	No proporcionada por el Cliente
Fecha de inicio de Ensayos	24 de Julio de 2012
Fecha de término de Ensayos	23 de Julio de 2012

**ENSAYOS**

DETERMINACIONES	UNIDADES	RESULTADOS
DETERMINACIONES	METODO DE ENSAYO	

**Observaciones**

- Este documento no es susceptible a ser objeto de un reclamo de la Acreditación otorgada por el INCOCOPUSA

CERTIFICACIONES Y CALIBRACIONES S.A.C



Av. Sucre 1361 Pueblo Libre - Telefax: 46\*1036 - e-mail: informes@certifical.com.pe

"PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO"



**INFORME DE ENSAYO FQ N° 120710-011**

Elaborado en Lima, el 30 de Julio de 2012

Orden de Trabajo	: 0005_0112
Número de Servicio	: 1201458
Nombre del Solicitante	: PEDRO DAVID AYALA CRUZ
Dirección de la Empresa	: RZA EN LOTE 16 URU, JOSÉ CARLOS NAREATEGUI- RUEVO CHRIBOTE - SANTA - PERU
Servicio Solicitado	: Informe de Ensayo Físico Químico
Producto de destino	: PAN DE MOLDE DESMOLDADO (F 11)
Cantidad de Muestra	: 01 Bolsa a 232 g.
Identificación / marca	: NIJVEDAD INICIAL 2970A
Presentación	: A granel
Lugar y fecha de recepción	: Laboratorio Físico-Químico - 24 de Julio de 2012
Características	: Muestra proporcionada por el solicitante en bolsa de polipropileno transparente sellada.
Condiciones de recepción	: En aparente buen estado a temperatura ambiente
Huella de Diferencia	: No proporcionada por el Cliente
Fecha de Inicio de Ensayos	: 28 de Julio de 2012
Fecha de Término de Ensayos	: 29 de Julio de 2012

DETERMINACIONES	UNIDADES	RESULTADOS
Proceder	%	12.01

DETERMINACIONES	MÉTODOS DE ENSAYO
Proceder	ASTM D 1535-07 (Método de Ensayo de Humedad por Deshidratación)

**Observaciones:**

- Este documento es de carácter confidencial y es propiedad de la Remitente otorgado por AINDECOPI S.A.
- Este informe de Ensayo tiene una validez de 12 meses contados a partir de la fecha de emisión

CERTIFICACIONES Y CALIDAD S.A.C.  
 AC [Signature]  
 QUIN VILMA BARRIENTO Z.  
 JEFE LABORATORIO FÍSICO QUÍMICO

"PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO"

Este informe de Ensayo es de carácter confidencial y es propiedad de la Remitente otorgado por AINDECOPI S.A. No se permite la reproducción total o parcial de este documento sin el consentimiento escrito de la Remitente. Toda infracción de los derechos de propiedad intelectual será perseguida legalmente. Este informe de Ensayo tiene una validez de 12 meses contados a partir de la fecha de emisión. AINDECOPI S.A. - Calle 1001 - Oficina 1001 - Lima, Perú - Teléfono: 4811036 - Email: informes@certifical.com.pe



**INFORME DE ENSAYO FQ N° 120710-012**

Emitido en Lima, el 10 de Julio de 2012

Orden de Trabajo	: 0901 - 0112
Numero de Servicio	: 12011463
Nombre del Solicitante	: PEDRO DAVID AYALA COTAZ
Dirección de la Empresa	: MZA. ESTIOTE. 16 URB. JOSE CARLOS VARELA TEGUI - NUEVO CHIVAYOTE - SANTA - ANCASH
Servicio Solicitado	: Informe de Ensayo Físico Químico
Producto declarado	: PAN DE MOLDE DESHIDRATADO(F12)
Cantidad de Muestra	: 31 Bolsas x 237 g
Identificación y marca	: HUMEDAD FACIAL 28.56%
Presentación	: A granel
Lugar y fecha de recepción	: Laboratorio físico-Químico - 04 de Julio de 2012
Características	: Muestra proporcionada por el solicitante en bolsa de polipropileno transparente sellada.
Condiciones de recepción	: En aparente buen estado a la temperatura ambiente
Muestra de Referencia	: No proporcionada por el Cliente
Fecha de inicio de Ensayos	: 04 de Julio de 2012
Fecha de término de Ensayos	: 05 de Julio de 2012

**ENSAYOS**

DETERMINACIONES	UNIDADES	RESULTADOS
PROBIAS	S	100%
DETERMINACIONES	METODO DE ENSAYO	
Mostrador	EN UNIDADES DE 100 GRAMOS PARA EL METODO DE ENSAYO HUMEDAD FACIAL (F12) A 105°C	

**OTROS DATOS**

- Este informe (F12) es de exclusiva propiedad de CERTIFICAL S.A.C. y es confidencial de los mismos. Quien suscribe este informe se compromete a no divulgar los resultados de los ensayos realizados por el laboratorio de certificación en ningún momento.
- Esta labor de Ensayo tiene un valor de 120 soles excluyendo el costo de traslado de muestra.

CERTIFICACIONES Y CALIDAD S.A.C.

**OLIVERO VILMA SARMENTO Z**  
JEFE LABORATORIO FISICO QUIMICO

Este informe es propiedad exclusiva de CERTIFICAL S.A.C. y es confidencial de los mismos. Quien suscribe este informe se compromete a no divulgar los resultados de los ensayos realizados por el laboratorio de certificación en ningún momento. Este informe es de exclusiva propiedad de CERTIFICAL S.A.C. y es confidencial de los mismos. Quien suscribe este informe se compromete a no divulgar los resultados de los ensayos realizados por el laboratorio de certificación en ningún momento.

"PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO"



**INFORME DE ENSAYO FQ N° 120710-014**

Elaborado en Lima, el 10 de Julio de 2012

Orden de Trabajo	: 0901 - 0712
Numero de Servicio	: 12011451
Nombre del Solicitante	: PEDRO DAVID AYALA CRUZ
Origen de la Empresa	: IZEA, EL LOTE 15 URS. JOSE CARLOS NAREATEGUA - NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH
Servicio Solicitado	: Informe de Ensayo Fisico-Quimico.
Producto declarado	: HARINA DE AJONJOLIN AJONJOLIN CUADO
Cantidad de Muestra	: 01 Bolsa a 250 g.
Identificación / marca	: SA
Presentación	: A granel
Lugar y fecha de recepción	: Laboratorio Fisico-Quimico, 04 de Julio de 2012
Características	: Muestra proporcionada por el solicitante en bolsa de polipropileno transparente sellada.
Condiciones de recepción	: En aparente buen estado a temperatura ambiente.
Muestra de Referencia	: No es proporcionada por el Cliente.
Fecha de inicio de Ensayos	: 04 de Julio de 2012
Fecha de término de Ensayos	: 09 de Julio de 2012

DETERMINACIONES		UNIDADES	RESULTADOS
Proteínas		%	30.11

DETERMINACIONES	METODO DE ENSAYO
Proteínas	AOAC 979.03 (Método de Kjeldahl) - Método de Nitrógeno Total (Método de Kjeldahl)

**Observaciones:**  
 - Este documento es un informe autorizado dentro del marco de la Acreditación otorgada por el INDECOPI.  
 - Este informe de Ensayo tiene una validez de 180 días contados a partir de la fecha de emisión.

CERTIFICACIONES Y CALIDAD S.A.C.

*[Firma]*  
 DOREL YLMA BARRIENTO Z.  
 JEFE LABORATORIO FISICO QUIMICO

"PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO"

Los servicios de certificación y control de calidad que presta Certifical S.A.C. son el resultado de la aplicación de procedimientos y métodos de ensayo que se encuentran descritos en el presente informe de ensayo y que han sido validados y acreditados por el INDECOPI. Toda información adicional puede obtenerse en el sitio web de Certifical S.A.C. o contactando directamente al departamento de atención al cliente.

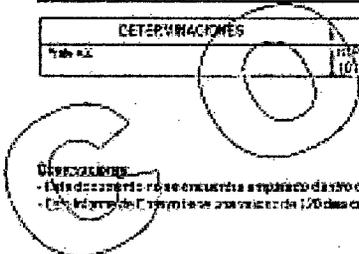


**INFORME DE ENSAYO FQ Nº 120710-013**

Emisido en Lima, el 10 de Julio de 2012

Orden de Trabajo	: 0931 - 0743
Numero de Servicio	: 12011405
Nombre del Solicitante	: PEDRO DAVID AYALA CRUZ
Dirección de la Empresa	: VZA. ES LOTE 16 URB. JOSE CARLOS MAREATEGUI - NUEVO CHINDOTE - SANTA - ANCASH
Servicio Solicitado	: Informe de Ensayo Fisico Químico.
Producto declarado	: HARINA DE ARRACACHA
Cantidad de Muestra	: 01 Bolsa x 25 kg.
Identificación / marca	: S1
Presentación	: A granel
Lugar y fecha de recepción	: Laboratorio Fisico Químico - 24 de Julio de 2012
Características	: Muestra proporcionada por el solicitante en bolsa de polipropileno transparente sellada.
Condiciones de recepción	: En aparente buen estado a temperatura ambiente.
Muestra de Otimizada	: No proporcionada por el Cliente
Fecha de Inicio de Ensayos	: 24 de Julio de 2012
Fecha de término de Ensayos	: 25 de Julio de 2012

ENSAYOS		
DETERMINACIONES	UNIDADES	RESULTADOS
Proteínas	%	2,00
DETERMINACIONES	MÉTODOS DE ENSAYO	
Proteína	Método de Kjeldahl (Método de Nitrógeno) y Método de Determinación de Proteínas (Método de Dumas)	



- Observaciones:**
- Este documento se encuentra registrado en el Registro de Acreditación otorgado por el INDECOPIENA.
  - Este Informe de Ensayos se proporciona 120 días calendario a partir de la fecha de emisión.

CERTIFICACIONES Y CALIDAD S.A.C.  
 QUIM. YILMA SARMIENTO Z.  
 JEFE LABORATORIO FÍSICO QUÍMICO

"PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO"

Este documento es propiedad de Certifical y no debe ser distribuido fuera del laboratorio. Toda reproducción o modificación de este documento sin el consentimiento escrito de Certifical S.A.C. constituye un delito. Certifical S.A.C. no se responsabiliza por los resultados obtenidos en los ensayos realizados en sus laboratorios. Certifical S.A.C. es una empresa que opera en el sector de servicios de S.A.C. S.C.